

24. Grundwasser-Workshop

am 22.05.2019 in Cloppenburg

Arzneimittelbefunde in Oberflächengewässern

- *Ergebnisse ausgewählter Monitoringprojekte* -

Dr. Mario Schaffer

Überblick

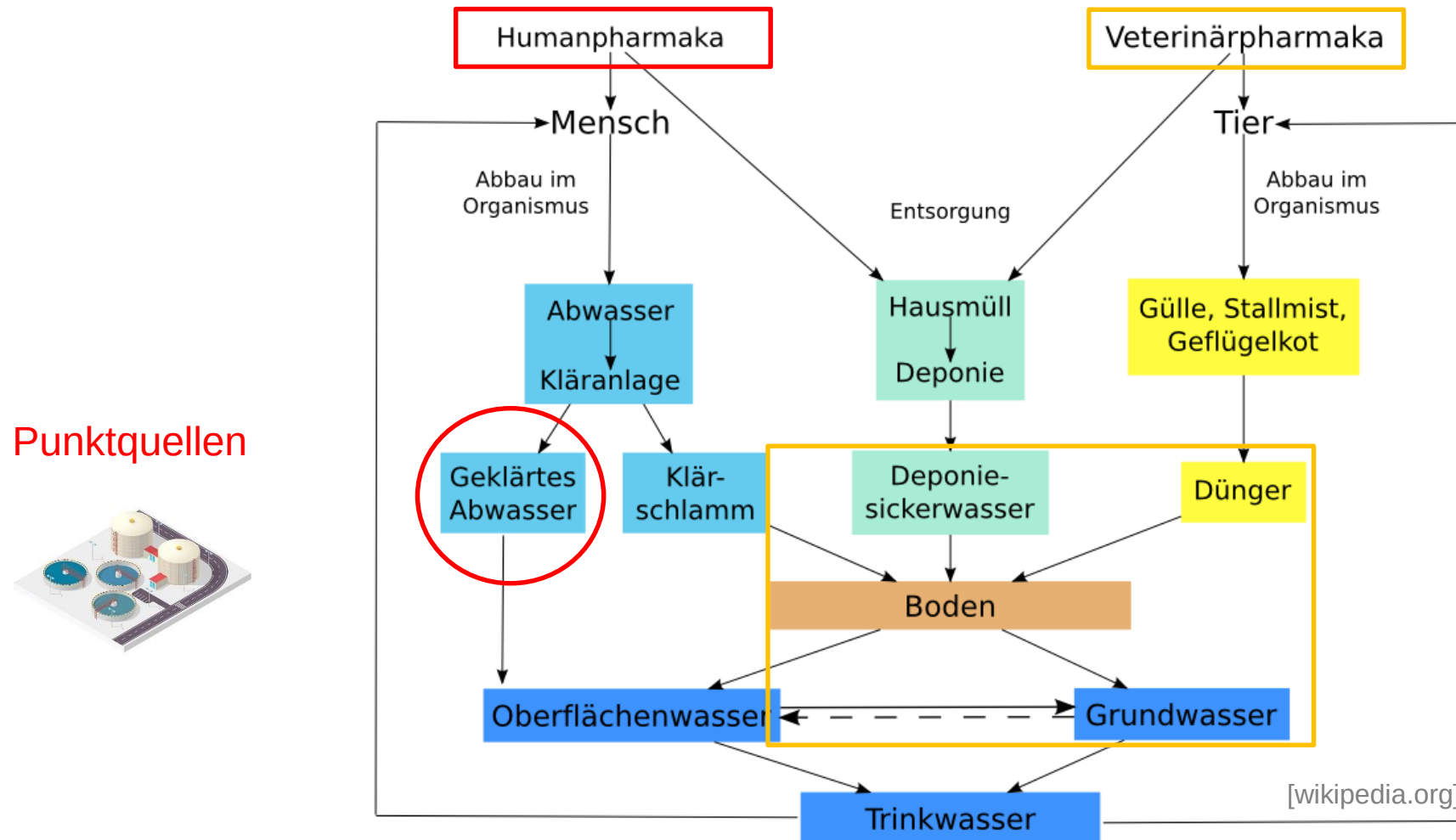
Eintrag von Arzneimitteln in die Oberflächengewässer

Schadstoffmonitoring nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Landesweite Belastungssituation der Oberflächengewässer

Ausgewählte Sonderprojekte mit Arzneimittelbezug

Haupteintragspfade von Arzneimitteln in die aquatische Umwelt



Relevanzkriterien aus Umweltsicht

- Anwendungsmengen
 - Verschreibungsmengen
 - Tägliche Dosis (DDD)
- Stoffeigenschaften
 - Metabolisierung im Organismus
 - Elimination in Kläranlagen
 - Abbau/Transformation in Umwelt
 - Mobilität (Polarität, Wasserlöslichkeit, Sorption)
 - (Öko)toxizität



[medi.de]

Schadstoffmonitoring nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)



- Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) 2000/60/EG
- Richtlinie über Umweltqualitätsnormen (UQN-RL) 2008/105/EG
- Aktualisierung der UQN-RL 2013/39/EU



Wasserhaushaltsgesetz

- WHG 2001
- WHG 2009

Oberflächengewässerverordnung

- OGewV2011
- **OGewV2016**

➤ Regelmäßiges Schadstoffmonitoring der Oberflächengewässer zur Beurteilung des chemischen bzw. ökologischen Gewässerzustands



- Überwachung der Einhaltung von Umweltqualitätsnormen (UQN)
- Überwachung von Trends
- Beprobte Matrices: Wasser, Sediment und Biota



Arzneimittelmonitoring in der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

- Reguläres Monitoring auf „prioritäre“ und „flussgebietsspezifische“ Schadstoffe
 - Untersuchung von 113 Stoff(gruppen) mit UQN an (derzeit) landesweit an 141 Messstellen
 - Pestizide (Pflanzenschutzmittel, Biozide), Schwermetalle, Industriechemikalien, andere Stoffe,...
 - **KEIN** einziger Arzneimittelwirkstoff auf Liste enthalten
 - Aktuelle EU-Arzneimittelstrategie/Spurenstoffstrategie des Bundes: keine konkreten Vorgaben (z.B. UQN, Grenz-/Orientierungswerte)
- **Arzneimittelwirkstoffe „ungeregelte Stoffe“ im Sinne der WRRL**
 - Keine gesetzliche Messverpflichtung im regulären Umweltmonitoring!
 - Ausnahme: Beobachtungslisten ([nächste Folie](#))
- **Arzneimittelmonitoring ausschließlich im Rahmen von Sonderprojekten**
 - Biologisch hochaktive Stoffe mit potentieller (ökotoxikologischer) Relevanz ([2. Vortragsteil](#))

Beobachtungslisten

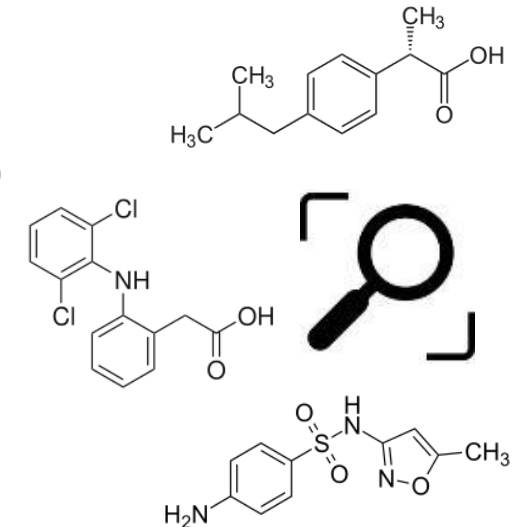
- Kandidaten für Liste prioritärer („EU-Watchlist“) bzw. flussgebietsspezifischer Schadstoffe („Nationale Beobachtungsliste“)



EU-Watchlist 2016/2019

(DB 2015/495/EU, DB 2018/840/EU)

- 1. Watchlist: 5 MST, u.a. Hormone, Makrolid-Antibiotika und Diclofenac
 - Estron (E1): 40% der Proben > BG, Diclofenac: 100 % > BG
- 2. Watchlist: ~~Diclofenac~~, + Amoxicillin, + Ciprofloxacin
 - Noch keine Analysenergebnisse



Nationale Beobachtungsliste 2017

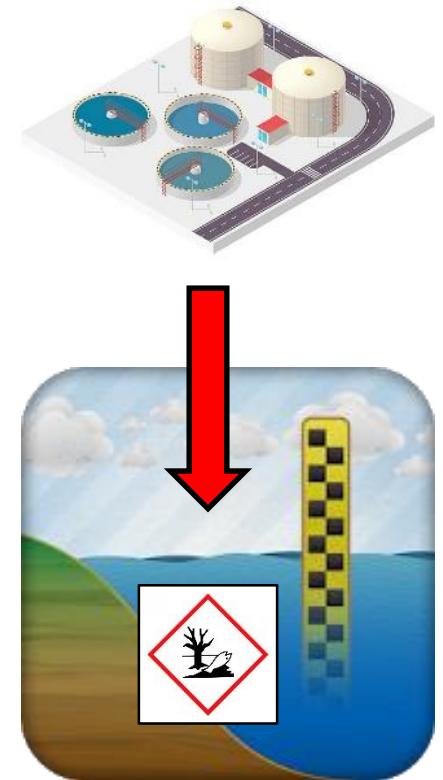
(LAWA - RaKon B.VII)

- 7 MST (EU + 2), u.a. Ibuprofen, Carbamazepin, Antibiotika (Ciprofloxacin, Sulfamethoxazol)
 - Carbamazepin und Sulfamethoxazol: mehr als 95% der Proben > BG, Ibuprofen: 7% > BG

Landesweite Studien zur Belastung der Oberflächengewässer mit Arzneimittelwirkstoffen

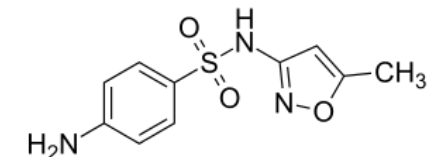
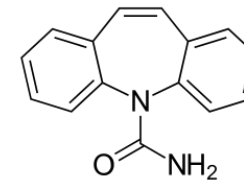
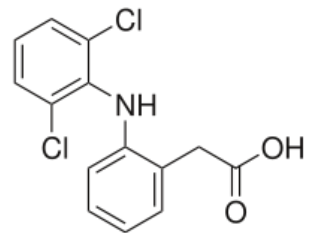
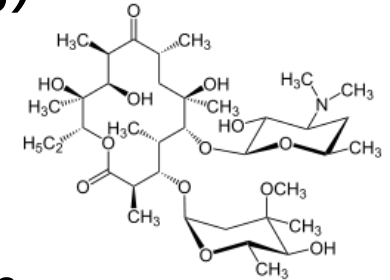
Belastung niedersächsischer Oberflächengewässer mit Humanarzneimitteln

- Zielstellungen:
 - Bestimmung der allgemeinen Belastungssituation (Überblick)
 - Identifizierung von Belastungsschwerpunkten (insb. Kläranlageneinfluss)
 - Priorisierung von Stoffen und Fließgewässern
- Grundannahme: Zusammenhang zwischen der Gewässerbelastung mit Humanarzneimitteln und Anteil gereinigten Abwassers im Gewässer
- Vorgehen:
 1. Erhebung von Messdaten (Monitoring)
 2. Modellierung der Abwasseranteile (Belastungsanalyse)
 3. Plausibilitätsprüfung (Vergleich)

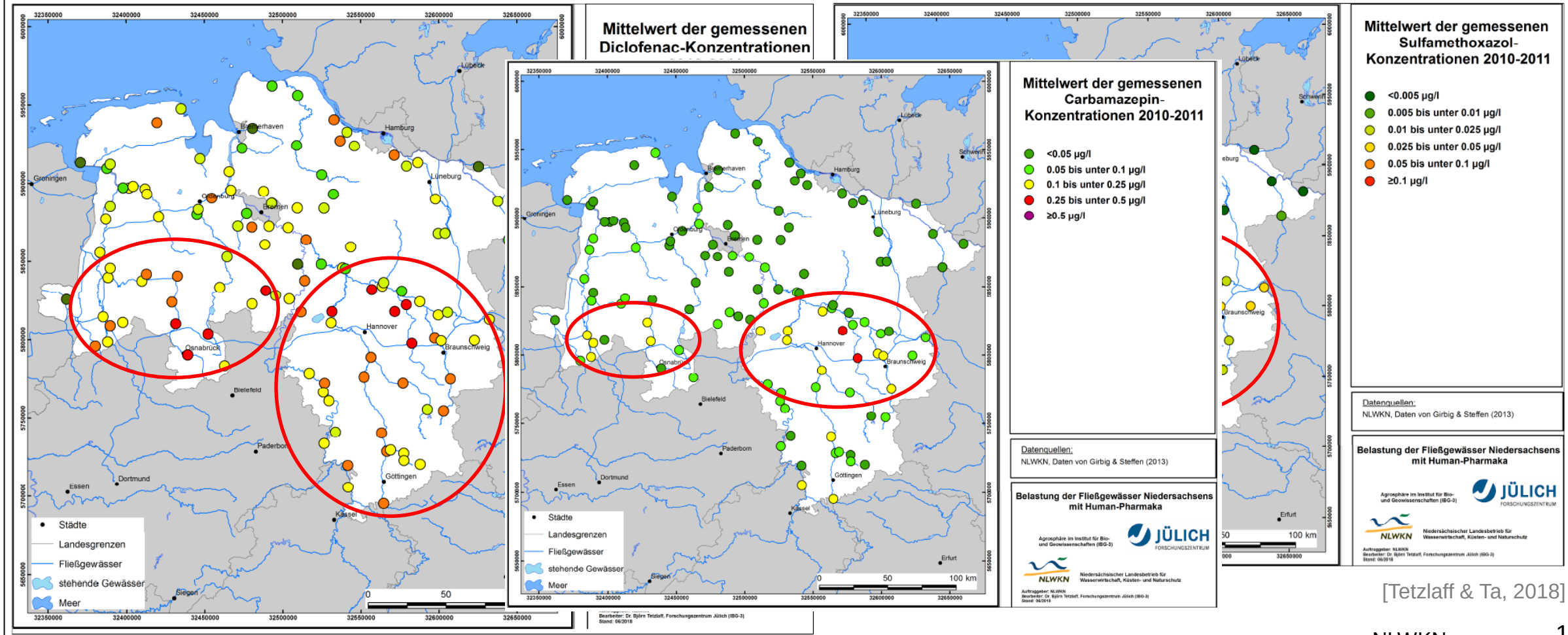


1.) Landesweite Sondermessprogramme (Monitoring)

- 2006: Orientierende Untersuchungen von 17 (häufig verschriebenen) Arzneimittelwirkstoffen an 59 MST
 - Priorisierung: Carbamazepin, Diclofenac, Sulfamethoxazol und Erythromycin
- 2010/2011: Ergänzende Untersuchungen für drei (der vier) priorisierten Wirkstoffe und zweier Hormone an 140 Messstellen
 - Diclofenac (84%, MW = 85 ng/L), Sulfamethoxazol (78%, MW = 30 ng/L), Carbamazepin (45%, MW = 59 ng/L), keine Befunde für Hormone
- Positive Arzneimittelbefunde im Oberflächenwasser (flächendeckend) in allen Flussgebieten Niedersachsens



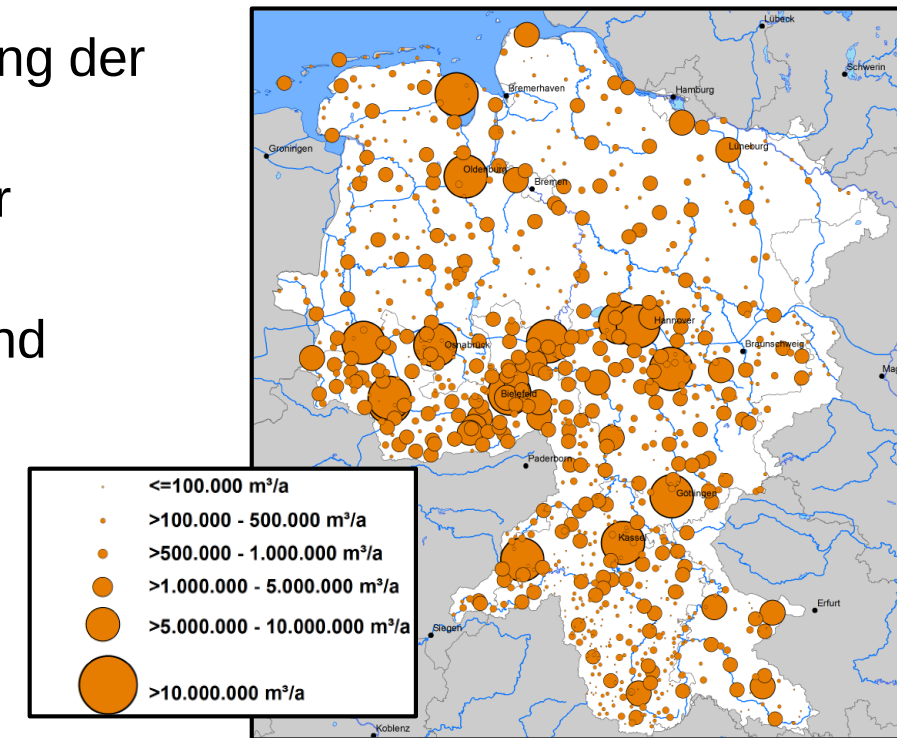
1.) Gemessene Wirkstoffkonzentrationen



2.) Landesweites Modell (Belastungsanalyse)

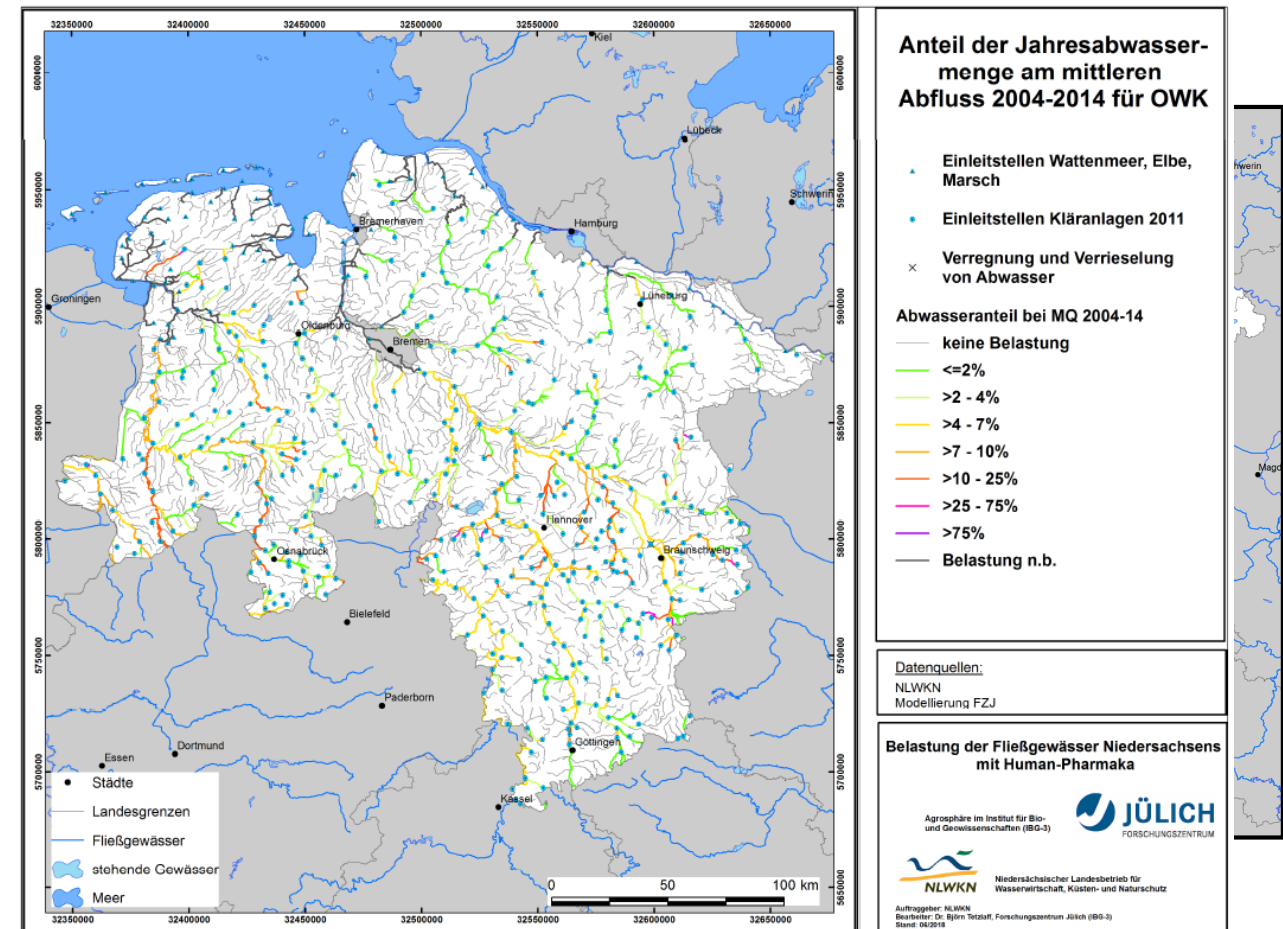
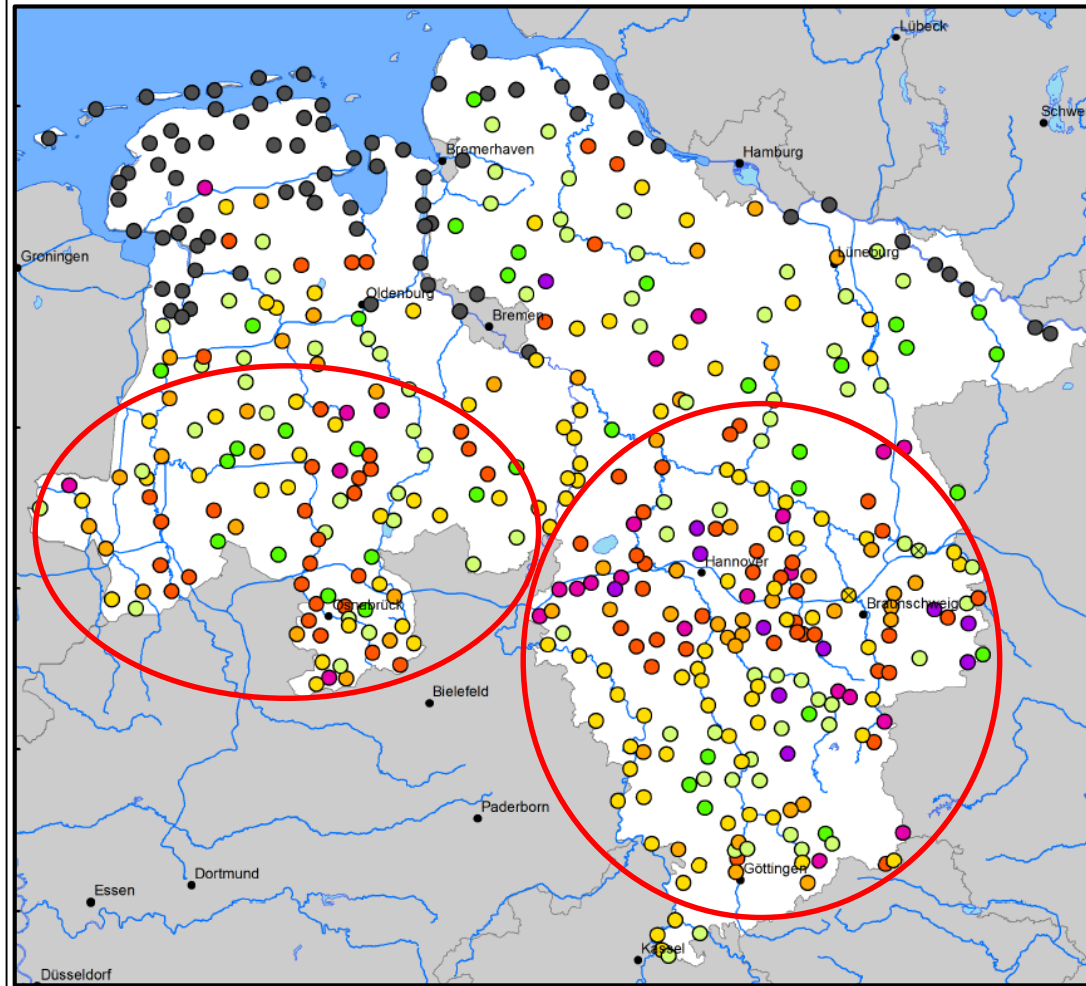
- Darstellung der Belastungssituation in Folge kommunaler Kläranlageneinleitungen
 - Landesweite Wasserhaushaltsmodellierung zur Ermittlung der Abwasserbelastung in hoher räumlicher Auflösung
 - Bestimmung der Abwasseranteile am Gesamtabfluss für >400 Einleitstellen
 - Priorisierung kommunaler Kläranlagen >2000 EW anhand ihrer Belastungswirkung auf die Gewässer (*Hot-Spots*)

➤ 30% der Fließgewässerabschnitte in Niedersachsen in unterschiedlichem Ausmaß mit Abwässern belastet



[Tetzlaff & Ta, 2018]

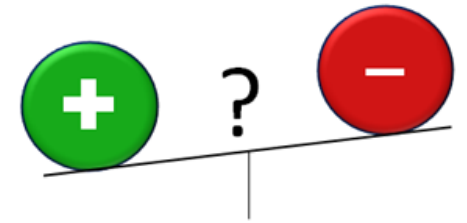
2.) Simulierte Abwasseranteile



[Tetzlaff & Ta, 2018]

3.) Plausibilisierung (Ergebnisvergleich)

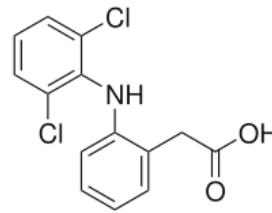
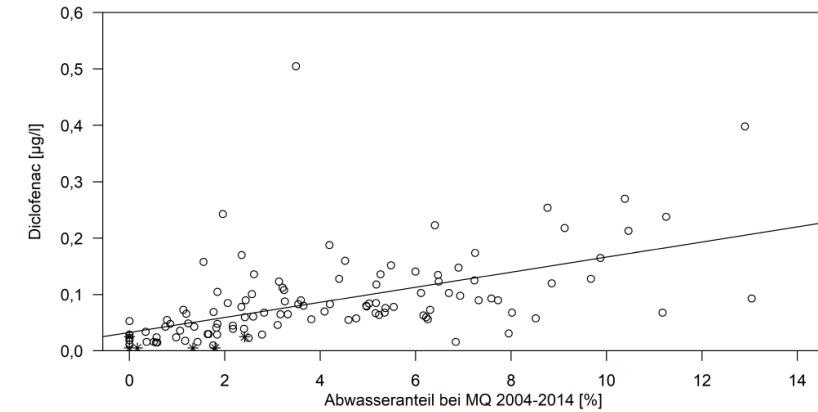
- Hauptbelastungsräume weitestgehend identisch
 - v.a. Einzugsgebiete von Ems, Hase, Leine, Wietze, Fuhse, Oker
- Zusammenhang zwischen Wirkstoffkonzentration und simuliertem Abwasseranteil im Gewässer (**nächste Folie**)
 - Weitere Einflussfaktoren, z.B. unterschiedliche Abbau/Elimination in Gewässern und Kläranlagen, Abwasserbeschaffenheit (Alterszusammensetzung der Bevölkerung, medizinische Einrichtungen, etc.)
- **Generelle Rückschlüsse/Übertragbarkeit auf nicht untersuchte Humanarzneimittel und weitere abwasserbürtige Stoffe (Indikatorfunktion)**
 - Hinweise zur Optimierung des Monitorings
 - Anhaltspunkte für unbeobachtete Gebiete (und nicht untersuchte Stoffe)



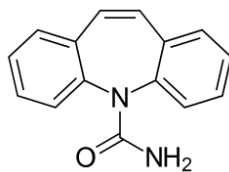
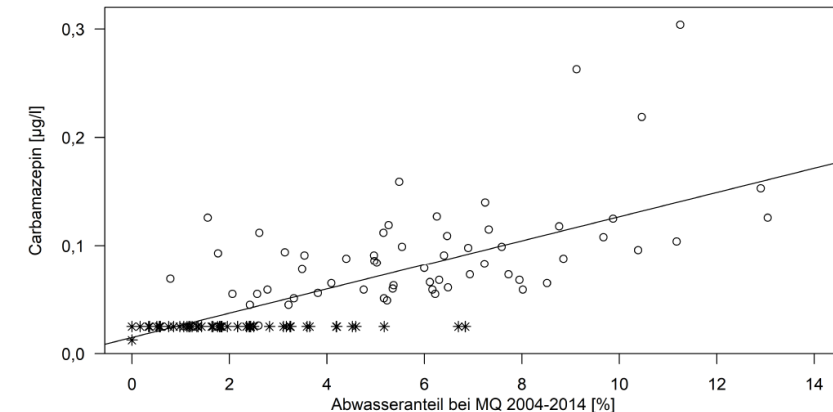
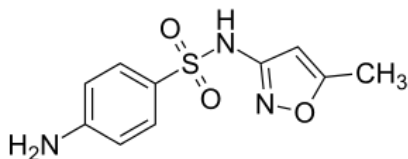
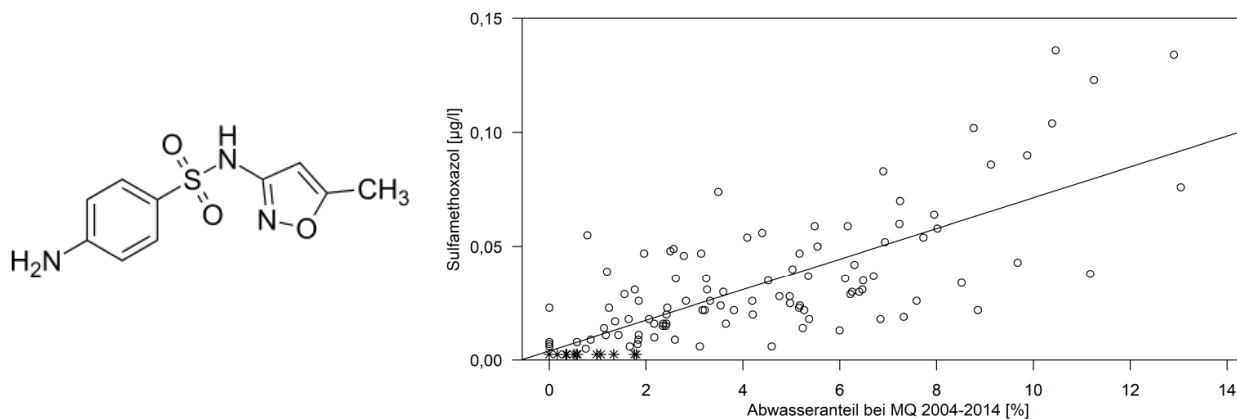
3.) Korrelation Abwasseranteil/Wirkstoffkonzentration

- Korrelationskoeffizienten:
 - Diclofenac $R^2 = 0,30$
 - Sulfamethoxazol $R^2 = 0,57$
 - Carbamazepin $R^2 = 0,51$
- Relativ hohe Varianz
 - Hinweis auf weitere Einflussfaktoren

➤ Bestätigung der allgemeinen Modellvalidität



[Tetzlaff & Ta, 2018]



Ausgewählte Sonderprojekte mit Arzneimittelbezug

Signifikanz von Kläranlageneinleitungen

- 2017-2019: Prüfung der Signifikanz von Belastungen durch Kläranlagen hinsichtlich Gewässerbiologie und -chemie
 - Untersuchung von 54 Kläranlagenabläufen
 - Standorte mit Abwasseranteil >4% (*Hot Spots*)
 - 17 Humanpharmaka
- Zwischenergebnisse
 - Alle Wirkstoffe (fast) immer bestimmbar (>BG)
 - MW > 1µg/L: **Diclofenac**, Metoprolol, Röntgenkontrastmittel
 - MW = 0,1-1 µg/L: **Carbamazepin**, Ibuprofen, **Sulfamethoxazol**, Sotalol, Clarithromycin, Phenazon, Bezafibrat, Naproxen, Trimethoprim
 - MW < 0,1 µg/L: Estron, Ery- und Roxithromycin
 - Keine Befunde: 17-alpha-Ethinylestradiol



Wirkstoffe
Carbamazepin
Östron (E1)
Clarithromycin
Diclofenac
Erythromycin
Sulfamethoxazol
Bezafibrat
Ibuprofen
Metoprolol
Roxythromycin
Sotalol
Iopamidol
Iomeprol
Phenazon
Naproxen
Trimethoprim
17-alpha-Ethinylöstradiol

Antibiotikarückstände

- 2018: Landesweiter Überblick über mögliche Belastungen durch antibiotikaresistente Bakterien und Antibiotikarückständen
 - u.a. orientierende Untersuchung von 41 Überblicks-MST
 - 48 Verbindungen (Human- und Veterinärantibiotika, zwei Metabolite)
- Ergebnisse:
 - Antibiotikabefunde an 66% der beprobten Fließgewässer-MST
 - Sulfamethoxazol immer (25) und oftmals als einziger Rückstand
 - Clindamycin (14), Clarithromycin (3), vier weitere Stoffe (1)
 - Zwei Messwerte $>0,1 \mu\text{g/L}$ (Sulfadimidin, Amoxicillin), sonst $<0,1 \mu\text{g/L}$
 - Keine Befunde im Steinhuder Meer und den zwei Nordsee-Messstellen
- Größere Fließgewässer fast immer abwasser- und/oder landwirtschaftlich beeinflusst



Spurenstoffe in der Wietze

- 2015/2016: Untersuchung von N-Heterocyclen in Oberflächengewässern und Kläranlagen v.a. im Einzugsgebiet der Wietze
 - Fokus auf vasodilatierenden Substanzen (Sildenafil, Vardenafil, Tadalafil) und Carbamazepin
 - Meist nur Sildenafil (u.a. Viagra®) bestimmbar, Carbamazepin etwa 100-fache Konzentrationen (Größenordnung 10 ng/L vs. 1 µg/L)
 - 2017/2018: Untersuchung ausgewählter Spurenstoffe im Einzugsgebiet der Wietze (inkl. dreier Kläranlagen)
 - Fünf Arzneimittel mit hohen Verbrauchsmengen und Coffein
 - Diclofenac > Carbamazepin > Sulfamethoxazol > Trimethoprim ≈ Phenazon
- Ähnliche Verteilungsmuster/Rangfolgen (relative Konzentrationen) und somit Übertragbarkeit auf andere Standorte möglich



[praxisvita.de]



LEUPHANA
UNIVERSITÄT LÜNEBURG

Arzneimittel in Biota (Fisch)

- 2006-2009: Untersuchung von Humanarzneimitteln in Fischen
 - Aale und Weißfische (Muskulator/Leber), 4 MST, 53 Wirkstoffe
 - Positivbefunde nur für Hormone (Ethinylestradiol, Estriol und Estradiol) in Fischen (Leber) aus der Ems
- 2013/2014: Untersuchung von Tierarzneimitteln in Fischen
 - Aale, teilw. Weißfische (Muskulator/Leber), 8 MST, > 80 Wirkstoffe
 - Befunde nur für Anthelminthika (Fenbendazol, Oxfendazol) und einen Nitrofurantol-Metaboliten in Aallebern aus Vechte und Elbe
- **Bisher keine nennenswerte Bioakkumulation feststellbar**
 - Akkumulation in Biota: eher fettlösliche Stoffe
 - Kläranlagenablauf: eher wasserlösliche Stoffe (viele Arzneimittel)



Wirkstoffklasse	Verwendung als/gegen
Anthelminthika	Wurminfektionen
Benzimidazole	Wurmerkrankungen
Chinolone	Antibiotika
Kokzidiostatika	Parasiten (Magen/Darm)
Makrolid-Antibiotika	neue Klasse Antibiotika
Nitrofurantol Metabolite	Antibiotika (Harnwegsinfektionen)
Nitroimidazole	Antibiotika
Penicilline	Antibiotika
Pleuromutilin	Antibiotika
Sulfonamide	Antibiotika
Tetracycline	Breitbandantibiotikum
Tranquilizer	Psychopharmaka

Zusammenfassung / Fazit

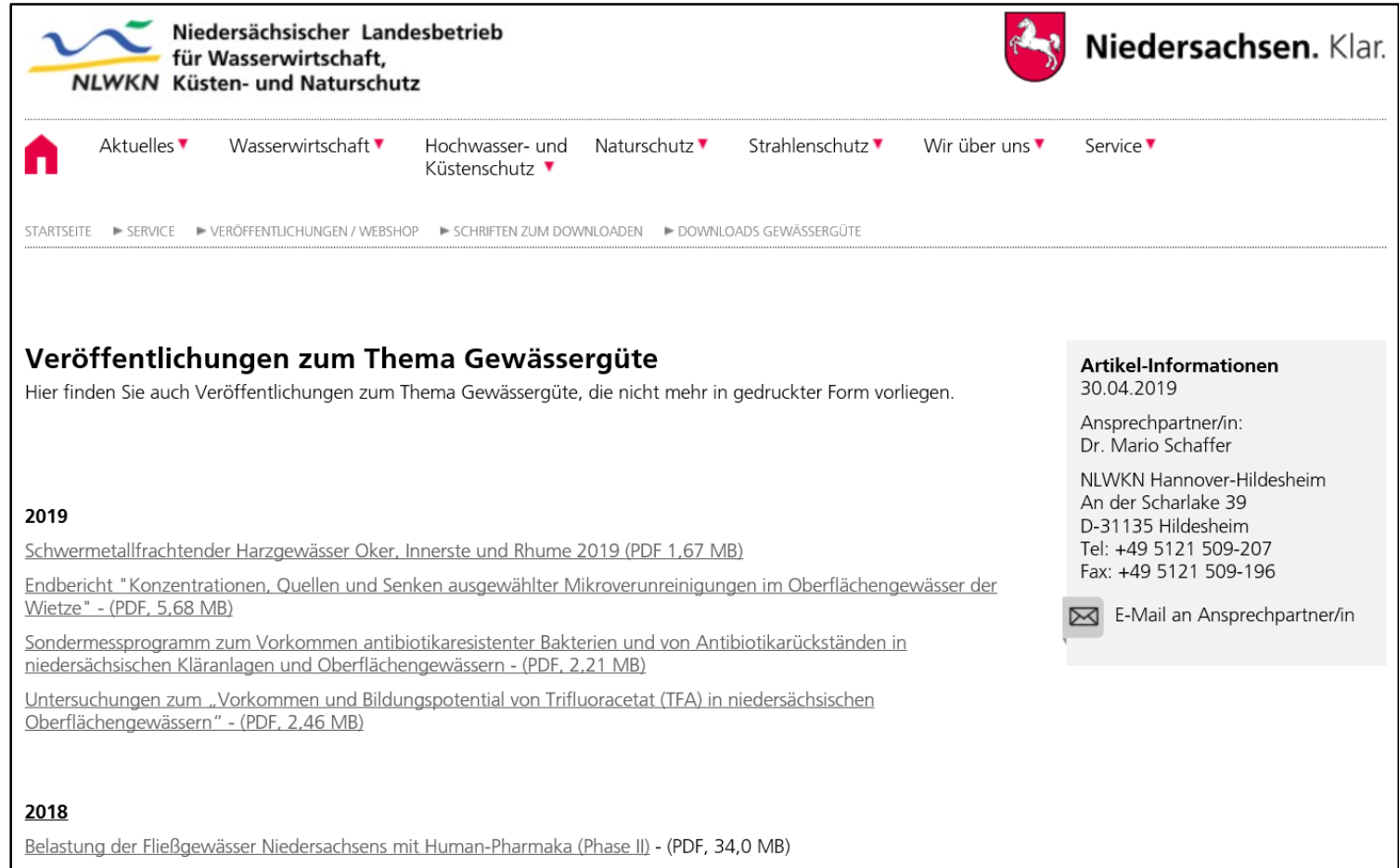
- Arzneimittelwirkstoffe (bisher) „ungeregelte Stoffe“ im Sinne der WRRL
 - Untersuchungen vor allem im Rahmen von Sonderprojekten
- Flächendeckend positive Arzneimittelbefunde im Oberflächenwasser aller niedersächsischen Flussgebiete
 - Größere Fließgewässer fast immer abwasser- (bzw. landwirtschaftlich) beeinflusst
 - Nachweise insbesondere für mobile und schlecht abbaubare Stoffe
- Direkter Zusammenhang zwischen der Gewässerbelastung mit Humanarzneimitteln und punktförmigen Kläranlageneinleitungen (Abwasseranteil)
 - Wiederkehrende Verteilungsmuster und Konzentrationsniveaus in Kläranlagen
 - Übertragbarkeit auf andere Humanarzneimittel und weitere abwasserbürtige Stoffe
- Bisher keine nennenswerte Bioakkumulation von Human- und Tierarzneimitteln

Berichte und Ergebnisse zum Download

Alle Berichte auf der
NLWKN-Internetseite unter:

www.nlwkn.niedersachsen.de

► Veröffentlichungen zum Thema Gewässergüte



The screenshot shows the NLWKN website header with the logo and navigation menu. The main content area is titled 'Veröffentlichungen zum Thema Gewässergüte' and includes a list of publications for 2019 and 2018. A sidebar on the right contains 'Artikel-Informationen' and an email contact option.

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Niedersachsen. Klar.

Aktuelles ▼ Wasserwirtschaft ▼ Hochwasser- und Küstenschutz ▼ Naturschutz ▼ Strahlenschutz ▼ Wir über uns ▼ Service ▼

STARTSEITE ► SERVICE ► VERÖFFENTLICHUNGEN / WEBSHOP ► SCHRIFTEN ZUM DOWNLOADEN ► DOWNLOADS GEWÄSSERGÜTE

Veröffentlichungen zum Thema Gewässergüte

Hier finden Sie auch Veröffentlichungen zum Thema Gewässergüte, die nicht mehr in gedruckter Form vorliegen.

2019

- [Schwermetallfrachtender Harzgewässer Oker, Innerste und Rhume 2019 \(PDF, 1,67 MB\)](#)
- [Endbericht "Konzentrationen, Quellen und Senken ausgewählter Mikroverunreinigungen im Oberflächengewässer der Wietze" - \(PDF, 5,68 MB\)](#)
- [Sondermessprogramm zum Vorkommen antibiotikaresistenter Bakterien und von Antibiotikarückständen in niedersächsischen Kläranlagen und Oberflächengewässern - \(PDF, 2,21 MB\)](#)
- [Untersuchungen zum „Vorkommen und Bildungspotential von Trifluoracetat \(TFA\) in niedersächsischen Oberflächengewässern“ - \(PDF, 2,46 MB\)](#)

2018

- [Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka \(Phase II\) - \(PDF, 34,0 MB\)](#)

Artikel-Informationen
30.04.2019

Ansprechpartner/in:
Dr. Mario Schaffer

NLWKN Hannover-Hildesheim
An der Scharlake 39
D-31135 Hildesheim
Tel: +49 5121 509-207
Fax: +49 5121 509-196

 E-Mail an Ansprechpartner/in

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!