

Der Zustand der Fließgewässer in Hessen, Darstellung des Maßnahmenbedarfs sowie ein Seitenblick auf die Interaktion mit dem Grundwasser

– Teil 2: Chemischer Zustand

Dr. Mechthild Banning & Rolf Leonhardt

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Dezernat Gewässerökologie & Gewässergüte



Agenda

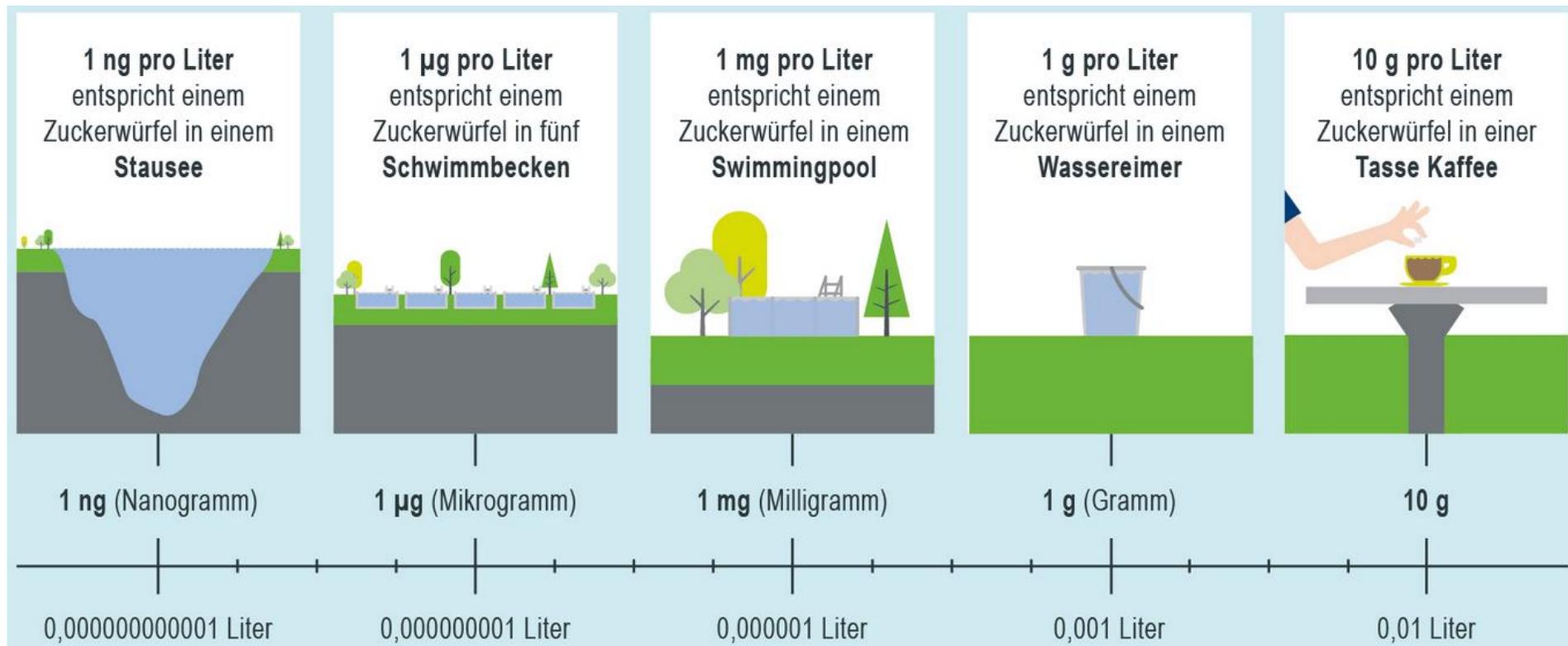
- Hintergrund
 - Eintragspfade Spurenstoffe
 - Spurenstoffe und Effekte auf aquatische Umwelt
 - Oberflächengewässerverordnung
- Chemischer Zustand & Befunde in Hessen
- Gewässersituation im Hessischen Ried
 - Interaktion Oberflächenwasser – Grundwasser
- Maßnahmen
 - Spurenstoffstrategie des Bundes
 - Spurenstoffstrategie Hessisches Ried
 - Dialogforum „Spurenstoffe im Hessischen Ried“
 - Kampagnen & Verbrauchertipps
 - 4. Reinigungsstufe in kommunalen Kläranlagen
 - Verfahren
 - Eliminationsleistungen
 - Aktueller Stand in Hessen
- Fazit & Ausblick



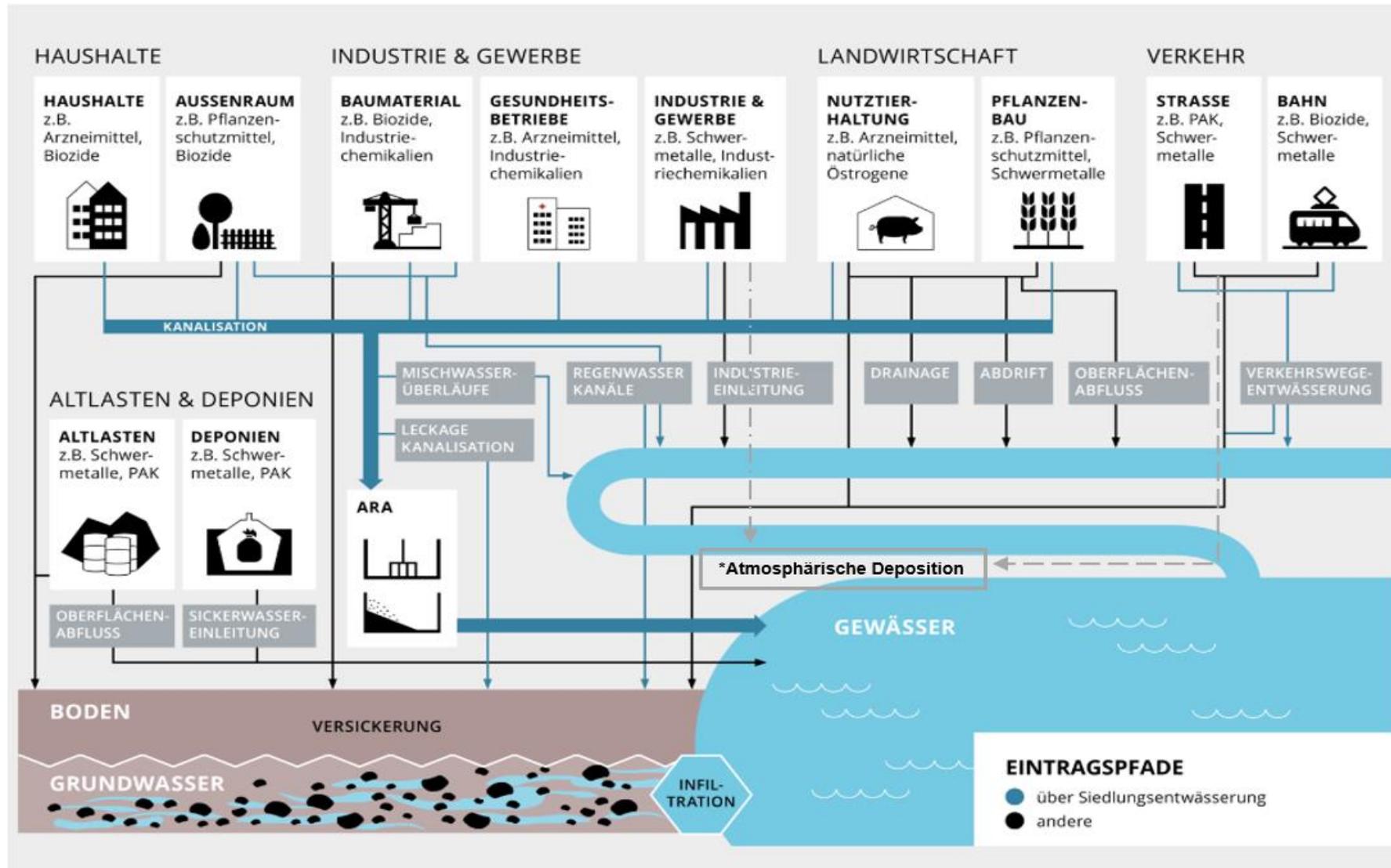
<https://engineer.decorexpro.com/de/santeh/unitaz/chem-ochistit-unitaz-ot-izvestkovogo-naleta.html>

Spurenstoffe

- Spurenstoffe = Mikroverunreinigungen = Mikroschadstoffe \neq Spurenelemente
- Chemische Verbindungen, die in der Umwelt in sehr niedrigen Konzentrationen ($\mu\text{g/L}$ - ng/L) auftreten
- Können bereits in niedrigen Konzentrationen adverse Effekte auf aquatische Umwelt haben
- Immer bessere chemische Analytik und Nachweisverfahren



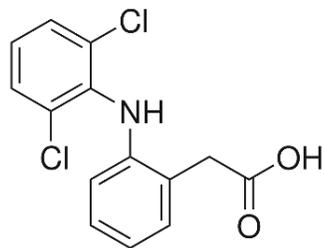
Eintragungspfade von Spurenstoffen in die aquatische Umwelt



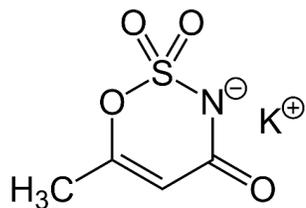
Wunderlin, P. 2016: Einführung in die Mikroschadstoff-Problematik und der Umgang damit in der Schweiz; verändert vom HLNUG 2021

Einzelstoffe & Stoffgruppen

In der EU sind derzeit über 100.000 Chemikalien zugelassen (REACH):
Unterschiedliche Stoffgruppen und chemische Eigenschaften



Diclofenac



Acesulfam

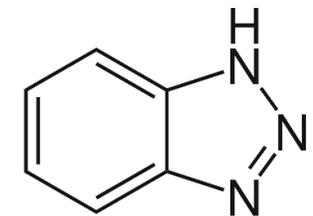
Bergmann, A. 2011: Organische
Spurenstoffe im Wasserkreislauf

Pharmazeutika

- Human- und Veterinärarzneistoffe
- Röntgenkontrastmittel
- Antibiotika
- Zytostatika
- Hormone
- ...

Industriechemikalien

- Komplexbildner
- Kohlenwasserstoffe
- Flammschutzmittel
- Perfluortenside
- Phenole
- Phthalate
- Sulfonate



1H-Benzotriazol

gewässerrelevante organische Spurenstoffe

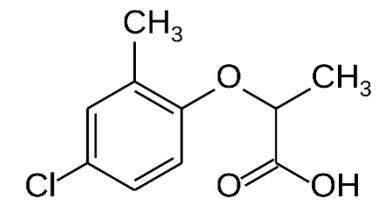
Duftstoffe, Desinfektions- mittel, Körperpflegemittel

- Galaxolide
- Tonalide
- Triclosan
- UV-Filter
- ...

Pflanzenschutzmittel und deren Abbauprodukte

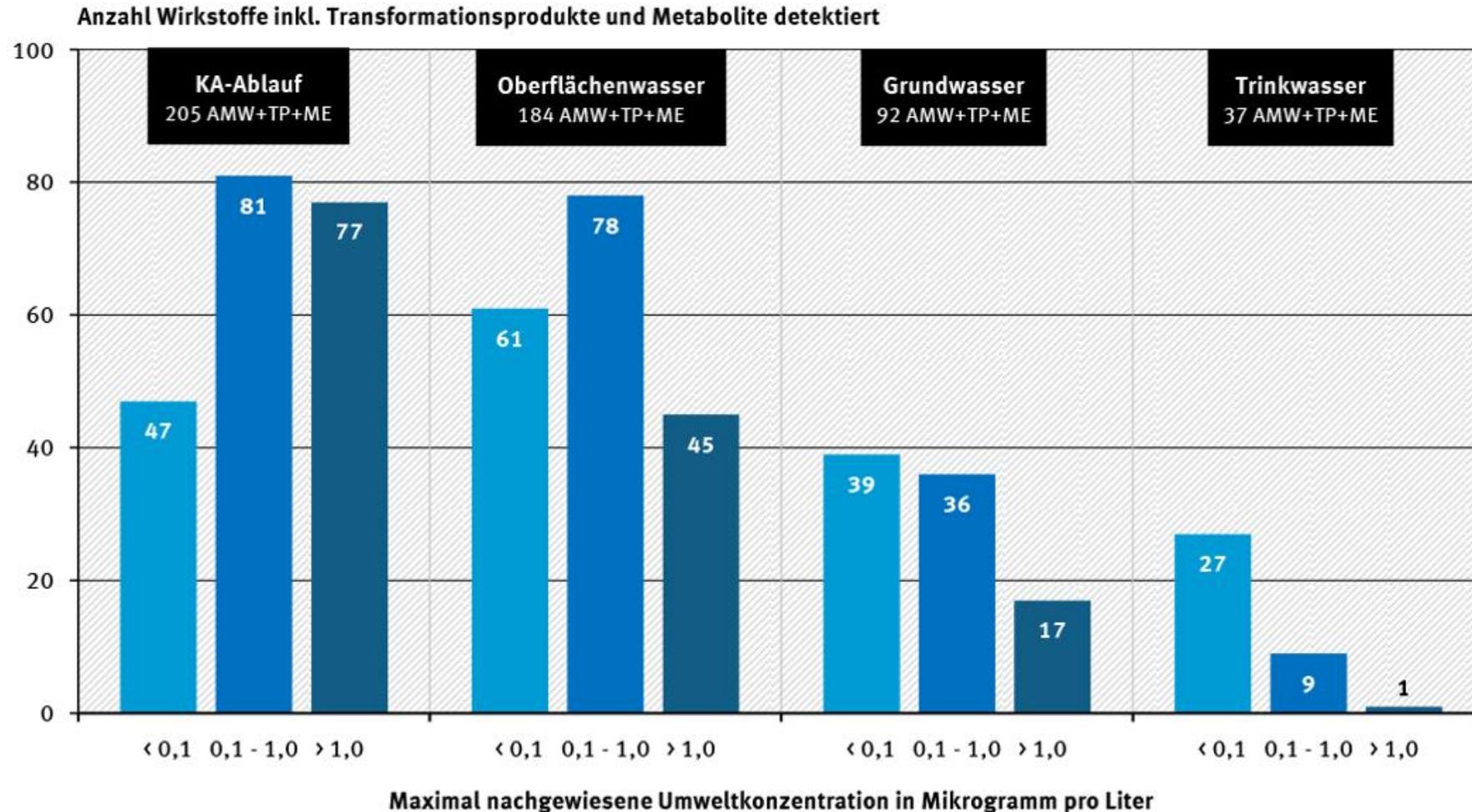
Sonstige

- Algentoxine
- Nitrosamine
- ...



Mecoprop

Anzahl der gemessenen Arzneimittelwirkstoffe (AMW) inkl. Transformationsprodukte (TP) und Metabolite (ME) mit Positivbefund in Kläranlagenabläufen (KA), Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser (2019)



Effekte von Arzneimitteln auf Organismen

Beispiele aus Labor- und Freilandstudien sowie der realen Umwelt

Viele Effekte von Substanzen noch unbekannt, insbesondere in Kombination!

Wirkstoff	Verwendung	Nichtzielorganismus	Effekt	Studie
Deltamethrin	Tierarzneimittel Antiparasitikum	Zuckmücke	Abtöten der Larven im Sediment	Laborstudie
Diclofenac	Humanarzneimittel Schmerzmittel	Regenbogenforelle	Schädigung innerer Organe	Laborstudie
Diclofenac	Humanarzneimittel Schmerzmittel	Geler	Populationszusammenbruch	Umwelteffekt
Enrofloxacin, Ciprofloxacin	Tierarzneimittel Humanarzneimittel Antibiotikum	Grünalgen, Wasserlinsen, Cyanobakterien	Hemmung des Wachstums	Laborstudie
Ethinylestradiol	Humanarzneimittel Hormon	Dickkopfelritze	Populationszusammenbruch	Freilandversuch
Ethinylestradiol	Humanarzneimittel Hormon	Dickkopfelritze	Hemmung der Reproduktion	Laborstudie
Ethinylestradiol	Humanarzneimittel Hormon	Karpfen	Weibliche Merkmale bei Männchen	Umwelteffekt
Ethinylestradiol	Humanarzneimittel Hormon	Zebrabärbling	Veränderung der männlichen Geschlechtsorgane	Laborstudie
Fluoxetin	Humanarzneimittel Antidepressivum	Leopardfrosch	Störung der Kaulquappenentwicklung	Laborstudie
Ivermectin	Tierarzneimittel Antiparasitikum	Dungkäfer und Dungfliege	Abtöten der Eier und Larven im Dung	Labor- und Freilandversuch
Ivermectin	Tierarzneimittel Antiparasitikum	Benthische Meiofauna	Verschiebung der Artenzusammensetzung	Mesokosmosstudie
Oxazepam	Humanarzneimittel Antidepressivum	Zackenbarsch	Gesteigerte Aktivität und verändertes Fraßverhalten	Laborstudie
Propranolol	Humanarzneimittel Betablocker	Japanischer Reisfisch	Hemmung des Wachstums	Laborstudie
Propranolol	Humanarzneimittel Betablocker	Mexikanischer Flohkrebs	Störung der Vermehrung	Laborstudie
Sulfamethoxazol	Humanarzneimittel Tierarzneimittel Antibiotikum	Reispflanze Haferpflanze	Hemmung der Keimung	Laborstudie
Sulfadiazin	Humanarzneimittel Antibiotikum	Maispflanze	Abtöten der Pflanze	Gewächshausversuch
Sulfadiazin	Humanarzneimittel Antibiotikum	Bodenbakterien	Änderung der Bakteriengemeinschaft	Mesokosmosstudie

Effekte von Arzneimitteln auf Organismen

Beispiel der realen Umwelt

Geiersterben in Indien

taz, 30.01.2004

Schmerzmittel tötet Geier

Hamburger Abendblatt, 05.04.2004

Rheumamittel tötet Geier

natur + kosmos, 5/2004

Diclofenac tötet Geier in Indien und Pakistan

wissenschaft.de, 29.01.2004



- mehrere 10 Millionen Geier in Südasien (Indien, Pakistan) verendet, 3 Arten von der Ausrottung bedroht
- Ursache:
 - Nutztvieh (Rinder) wird mit Diclofenac behandelt
 - Geier fressen belastete Tierkadaver
 - Diclofenac führt zu akutem Nierenversagen

■ TZW

Tödliche Gefahr für Europas Geier

Diclofenac in Italien und Spanien für Nutztiere zugelassen

Geier nehmen das für sie tödliche Diclofenac durch den Verzehr verendeter Tiere auf, die damit behandelt wurden. Diclofenac führte so zur Ausrottung fast aller Geier in Indien und Pakistan – dennoch wurde das Mittel nun in Italien und Spanien zugelassen.



Gänsegeier - Foto: Frank Derer

Quelle: NABU 2014

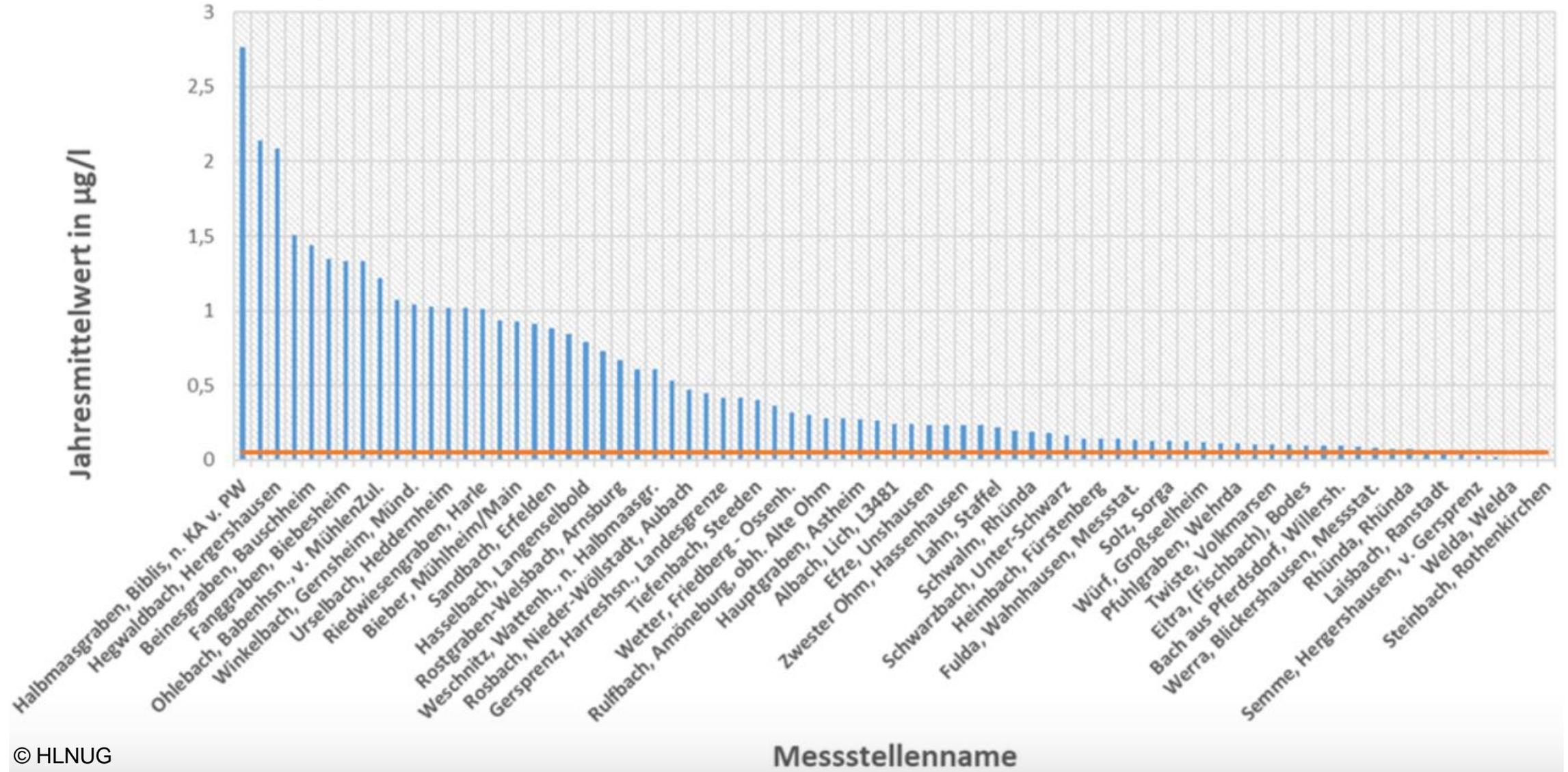
27. April 2021, 17:48 Uhr Artenschutz

"Es droht ein europaweites Geiersterben"

Der erstmalige Nachweis eines durch das Medikament Diclofenac getöteten Geiers in Europa alarmiert Umweltschützer. Sie fordern ein Verbot des Mittels, das die Tiere in Südasien in Massen getötet hat.

Quelle: Süddeutsche Zeitung 2021

Jahresmittelwerte Diclofenac in $\mu\text{g/l}$ an den 2016 – 2019 beprobten Messstellen in Hessen



Spurenstoffe – Effekte auf die aquatische Umwelt

Wirkungen sind nur von der Spitze des Eisbergs bekannt!

Substanzen mit Grenzwerten

The diagram features an iceberg floating in the ocean. The tip of the iceberg, which is above the water line, is labeled 'Substanzen mit Grenzwerten' (Substances with limit values). The much larger part of the iceberg, which is submerged below the water line, is filled with a grid of small, multi-colored squares (red, yellow, blue, green, pink, grey). A white arrow points from the text 'Wirkungen sind nur von der Spitze des Eisbergs bekannt!' to the tip of the iceberg. A red question mark is placed in the water between the tip and the submerged part. Three red arrows originate from the submerged part of the iceberg and point to three illustrations of fish: a healthy-looking fish, a fish with a distorted, circular eye, and a fish with a mechanical, metallic body.

http://www.tdwi-lab_ronalibre.org/archives/iceberg.jpg

Oberflächengewässerverordnung (2016)

- Umsetzung der EG-WRRL (2000)
 - Ziel: „Guter chemischer und ökologischer Zustand“

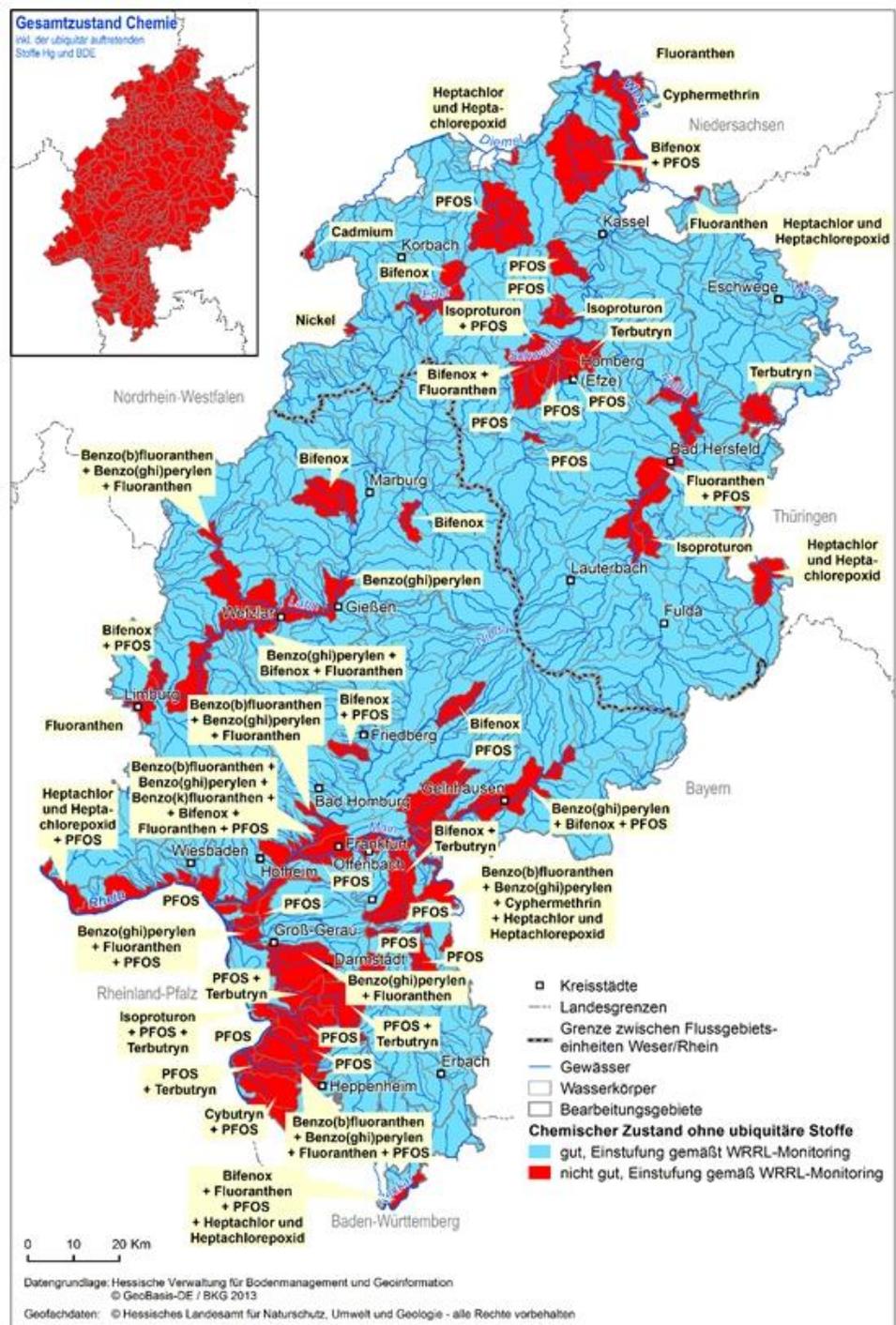
Anlage 6: Flussgebietsspezifische Schadstoffe

n=67

Relevant für
ökologischen
Zustand

Anlage 8: Prioritäre, prioritär gefährliche und andere Schadstoffe n=46

Relevant für
chemischen
Zustand



Chemischer Zustand 2021 (Anlage 8 OGeWV)

- Überwachung des **chemischen** Gewässerzustandes (7 Messstationen, ca. 400 zusätzliche Messstellen)

Umweltqualitätsnorm-Überschreitungen:

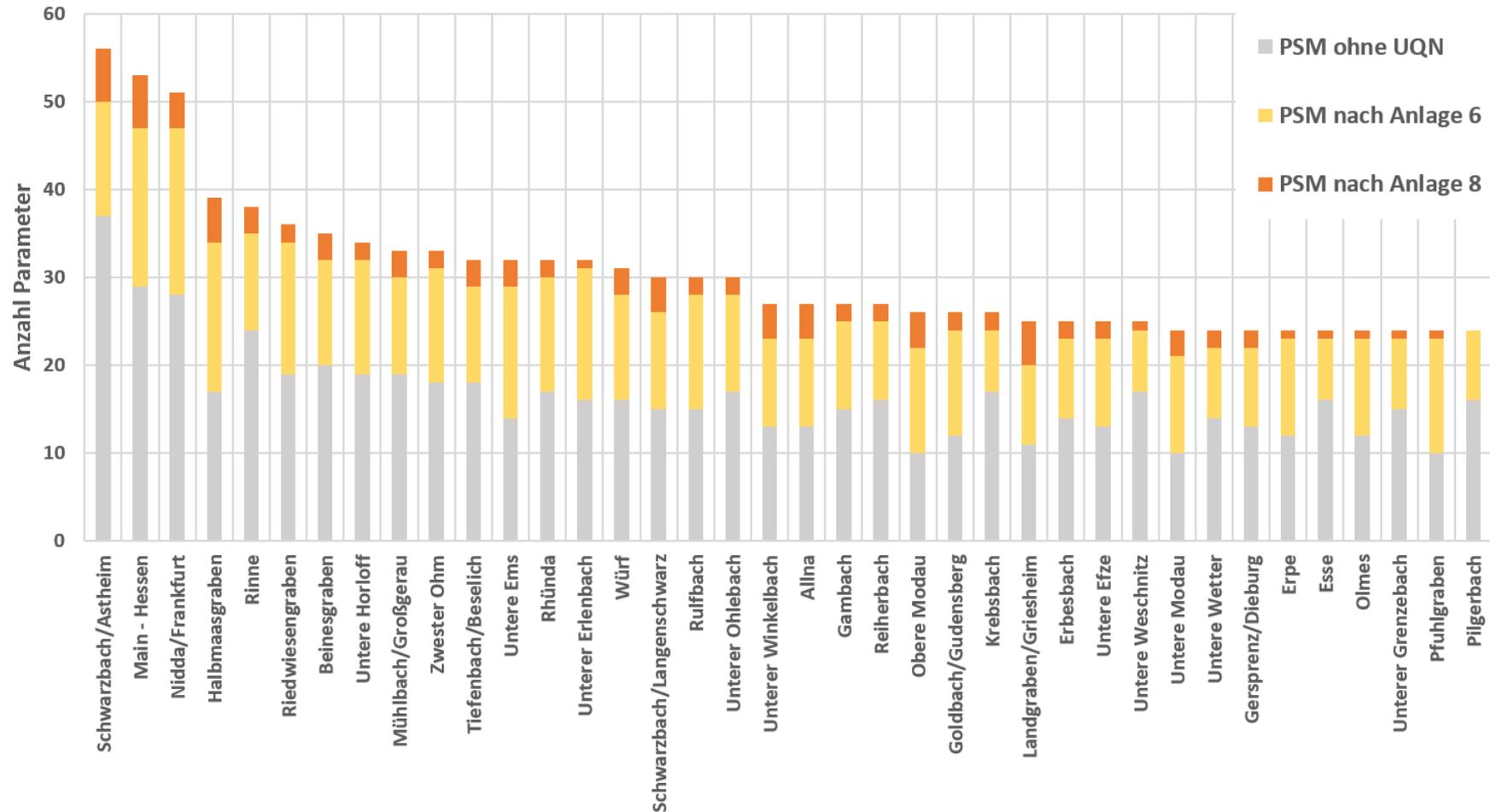
1. Sonstige Stoffe, z. B.

- Isoproturon
- Bifenox
- Terbutryn
- Heptachlor und Heptachlorepoxyd
- PFOS
- PAK

2. Ubiquitäre, persistente, bioakkumulierbare und toxische Stoffe (PBT), z. B.

- Quecksilber
(nat. und anthropogene Quellen, z. B. Energiesektor)
- bromierte Diphenylether (BDE)
(Einsatz als Flammschutzmittel in Kunststoffen u. Textilien)

Nachweise von Pestiziden in hessischen Oberflächengewässern 2016-2018



Maßnahmen Pestizide

Maßnahmen zur Beschränkung der Einträge können unterschiedliche Ansatzpunkte verfolgen:

- Nutzungsbeschränkungen
- Gewässerrandstreifen
- Schulungen / Informationen
→ Korrekter Umgang und Entsorgung
- Verbote
 - Beispiel Isoproturon: Herbizid, das in der BRD von 1975 bis zum 30.9.2017 (Aufbrauchfrist) zugelassen war.

Frachtentwicklung ausgewählter Pflanzenschutzmittelwirkstoffe an der Messstation Nidda, Nied seit 1991

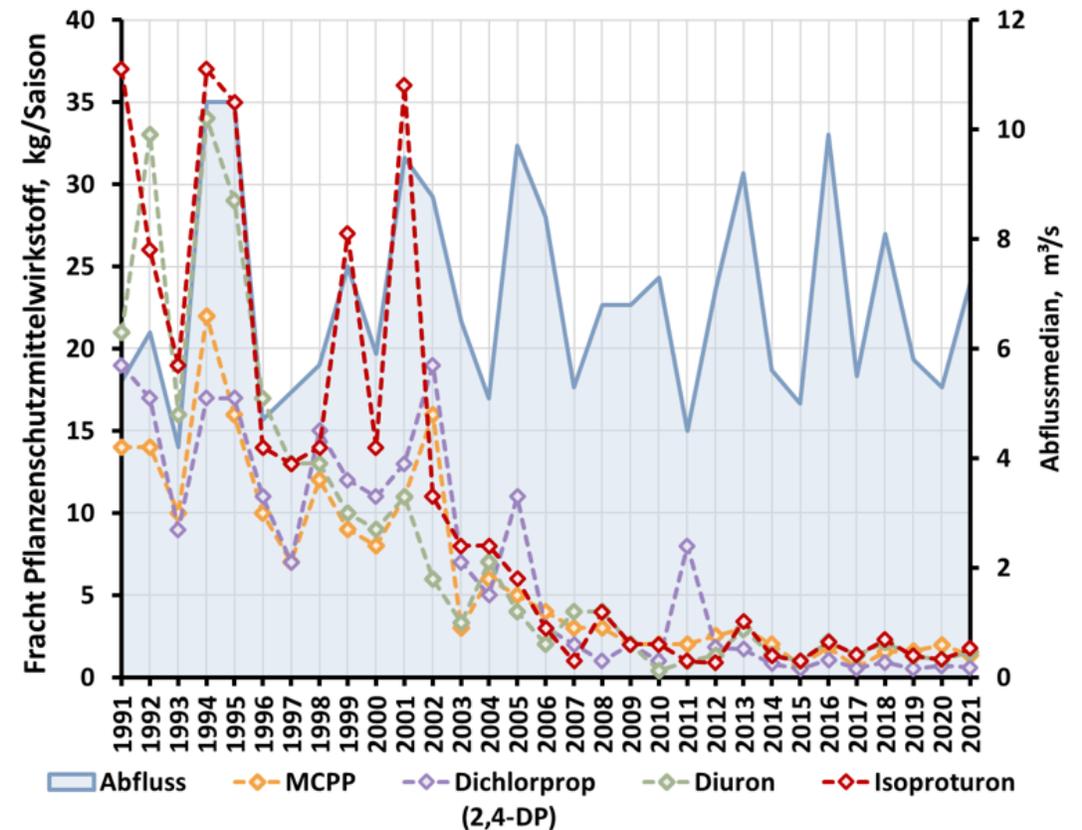
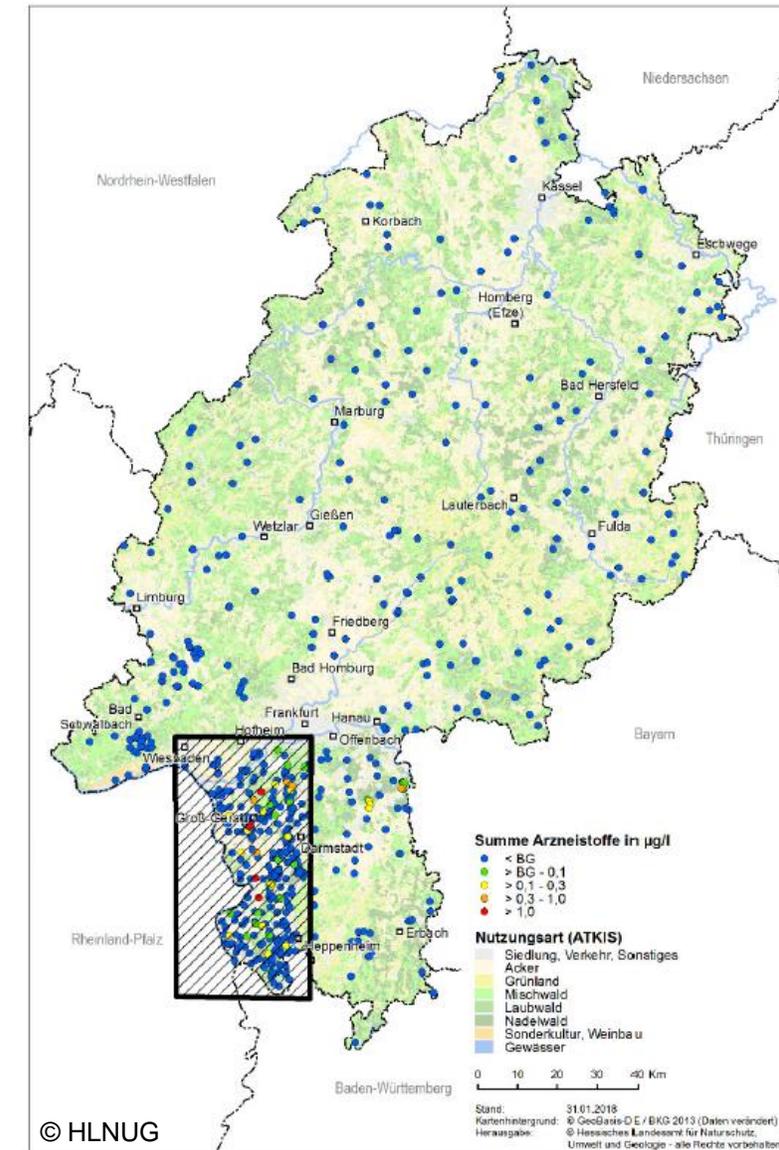


Abbildung: Zeitreihe der Frachten ausgewählter Pflanzenschutzmittelwirkstoffe an der Messstation Nidda, Nied von 1991 – 2021

Gewässersituation im Hessischen Ried

- Hohe Bevölkerungsdichte
- Intensive Landwirtschaft
- Starke Abwasserbelastung in abflussarmen Fließgewässern
- Vielzahl an Spurenstoffen in Gewässern nachweisbar, auch oberhalb der Grenzwerte → Auswirkungen auf aquatische Umwelt
- Geringmächtige, sandige Deckschichten
 - Grundwasser unzureichend geschützt
 - Vereinzelte Nachweise bereits im Trinkwasser
 - Ein Viertel des hessischen Trinkwassers wird aus dem Ried gewonnen
- Akuter **Handlungsbedarf** im Sinne des **Gewässerschutzes** und aus Vorsorgegründen zum **Schutz des Trinkwassers** gegeben



Interaktion Oberflächenwasser – Grundwasser

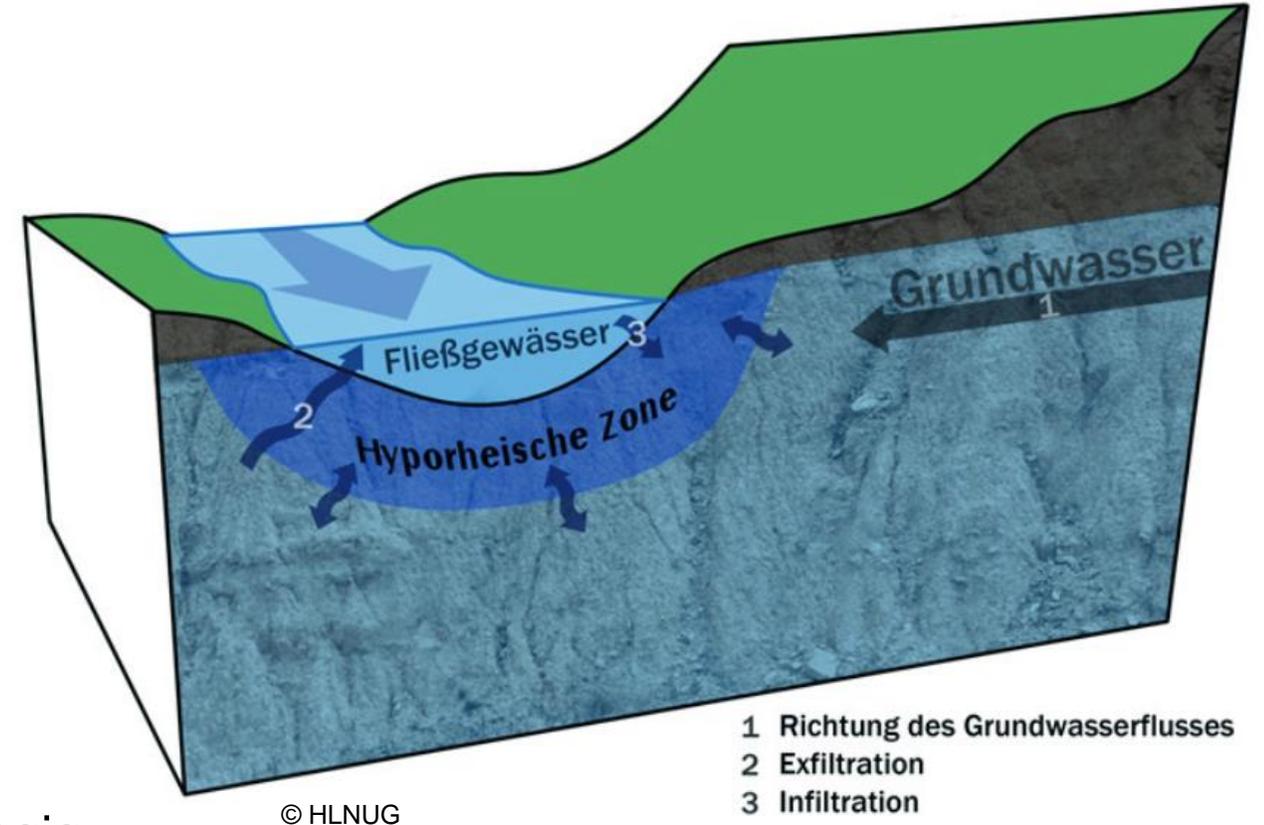
- Reinigungsprozesse bei der Infiltration und Bodenpassage:

- Sedimentation
- Mechanische Filtration
- Sorption
- Mikrobiologischer Abbau

→ Rückhalt und Entfernung von Schadstoffen

- Reinigungsleistung

- Nimmt mit der Tiefe ab
- Ist von verschiedenen Faktoren abhängig



Interaktion Oberflächenwasser – Grundwasser



Spurenstoffstrategie des Bundes (2019)

Ziele:

- Eintrag von Spurenstoffen in die aquatische Umwelt vermeiden bzw. vermindern
- Praktikable und umsetzbare Lösungsansätze im Dialog mit Stakeholdern entwickeln
- Zu einem gemeinsamen, fachlichen Verständnis beitragen
- Geeignete Strategien und Maßnahmen zum Umgang mit Spurenstoffen auf Bundesebene vorschlagen

quellenorientiert

anwendungsorientiert

nachgeschaltet

ERGEBNISPAPIER

ERGEBNISSE DER PHASE 2 DES
STAKEHOLDER-DIALOGS

»SPURENSTOFFSTRATEGIE DES BUNDES«

ZUR UMSETZUNG VON MAßNAHMEN FÜR DIE REDUKTION VON
SPURENSTOFFEINTRÄGEN IN DIE GEWÄSSER



MÄRZ 2019

Spurenstoffstrategie Hessisches Ried (2018)

• 6 Kernmaßnahmen

- K1: Erfassung und soweit erforderlich Reduzierung der Einleitung von Spurenstoffen durch gewerbliche Direkt- und Indirekteinleiter
- K2: Ausbau ausgewählter kommunaler Kläranlagen zur Spurenstoffelimination
- K3: Ordnungsgemäße Entsorgung von Rest- und Abfallmengen
- K4: Sanierung undichter Kanäle
- K5: Öffentliche Beschaffung umweltfreundlicher Materialien
- K6: Informations- und Kommunikationsmaßnahmen und Bildungsangebote zum Thema „Spurenstoffe“

• 4 Begleitmaßnahmen

- B1: Dialogforum „Relevante Spurenstoffe im Hessischen Ried“
- B2: Auszeichnung umweltfreundlicher Unternehmen/Kommunen
- B3: Fortsetzung des Monitorings von Spurenstoffen
- B4: Einbindung in die Nachhaltigkeitsstrategie des Landes



Quelle: Ivan Josifovic; Fotolia.com



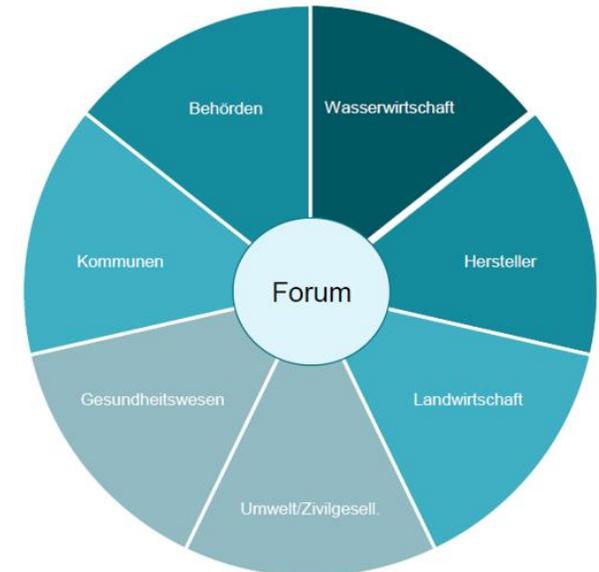
Spurenstoffstrategie Hessisches Ried (2018)

- **Begleitmaßnahme B1: Dialogforum „Spurenstoffe im Hessischen Ried“:**
 - Diverse Stakeholder
 - 5 Arbeitsgruppen zur Reduzierung von Spurenstoffeinträgen in hessische Gewässer
 - AG 1: Umweltgerechter Umgang mit **Arzneimitteln** (Human- und Tierarzneimittel)
 - AG 2: Umweltgerechte Entsorgung von **Röntgenkontrastmitteln** (RKM)
 - AG 3: Pestizide (**Pflanzenschutzmittel und Biozide**) in landwirtschaftlicher, kommunaler und privater Anwendung
 - AG4: Umweltgerechter Umgang mit **sonstigen Spurenstoffen** (Haushalts- u. Industriechemikalien, Reinigungsmittel etc.)
 - AG 5: Modellkommunen

→ **Insbesondere anwendungsorientierte Maßnahmen**

- **Zeitraum: Dialogforum bis Ende September 2022**
 - Maßnahmen sollen künftig fortgeführt und wiederholt werden

<https://www.spurenstoff-dialog-hessen.de/hessisches-ried/index.php>



- Wasserwirtschaft: DVGW, DWA, LDEW, BWK, WHR, Hessenwasser, ENTEGA
- Hersteller: VCI, Merck, Robert-Murjahn-Inst./DAW
- Landwirtschaft: Bauernverband, Landesbetrieb Landwirtschaft, VÖL
- Umweltverbände/Verbraucher: BUND, NABU, Hess. Fischer, Verbraucherzentrale Hessen
- Gesundheitswesen: Krankenhausgesellschaft, Hess. Apothekerverband, Umweltmediziner, Landestierärztekammer, Landesärztekammer, Barmer, R+V, BKK
- Kommunen: Hess. Städte- und Gemeindebund, Hess. Städtetag, VKU
- Behörden: Ministerien, HLNUG, RP Darmstadt, untere Wasserbehörden

Kampagnen von BMU / UBA

Gib der Natur nicht den Rest

Arzneimittel
richtig entsorgen

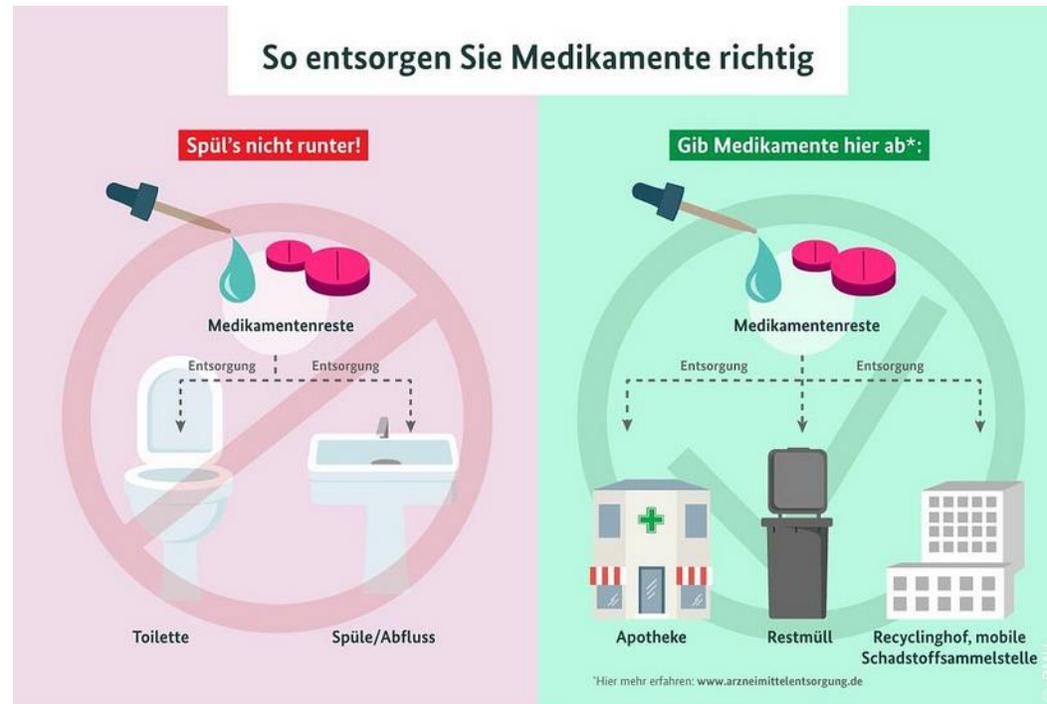


Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



wasser.leben.zukunft
WASSERDEKADE

<https://www.bmu.de/publikation/gib-der-natur-nicht-den-rest>



<https://www.bmu.de/richtig-entsorgen-wirkt/wie-werden-arzneimittel-richtig-entsorgt>



**Arzneimittel
NICHT in die Toilette
und Spüle**

Spül's nicht runter!



Foto: Tablettenblister - iStock.com/AnjaP

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/arzneimittel_nicht_in_die_toilette_und_spuele.pdf

<https://www.bmu.de/richtig-entsorgen-wirkt>

Korrekte Arzneimittel-Entsorgung

- In Deutschland gibt es keine einheitliche Regelung zur Entsorgung von Medikamenten und Arzneimitteln
 - Sachgemäße Entsorgung von Arzneimitteln jedoch von großer Bedeutung
- Entsorgungsmöglichkeiten Ihrer Kommune:
<https://arzneimittelentsorgung.de/home/#map/Hessen>



Arzneimittel-Entsorgung richtig gemacht!

Auf dieser Webseite erfahren Sie, wie Sie Arzneimittel umweltbewusst entsorgen können. In Deutschland gibt es keine einheitliche Regelung zur Entsorgung von Medikamenten und Arzneimitteln. Um unsere Umwelt und Gewässer nachhaltig zu schützen und die Wirksamkeit von Medikamenten zu erhalten, ist die sachgemäße Entsorgung von Arzneimitteln jedoch sehr wichtig.



Der Umwelt und uns zuliebe:
Arzneimittel niemals über Toilette oder Spüle entsorgen.

Entsorgungswege finden

Suche: PLZ, Ort, Bezirk oder Land

Optional können sie Ihren Landkreis oder Ihre kreisfreie Stadt über die Deutschlandkarte oder das untenstehende Menü auswählen, um herauszufinden, welche Entsorgungsmöglichkeiten für Sie empfohlen werden.

Hessen x | v

Bezirk v

Kreis v



Natürliche Hausmittel



<https://www.thalia.at/shop/home/artikeldetails/A1039944771>

ToxFox-App des BUND

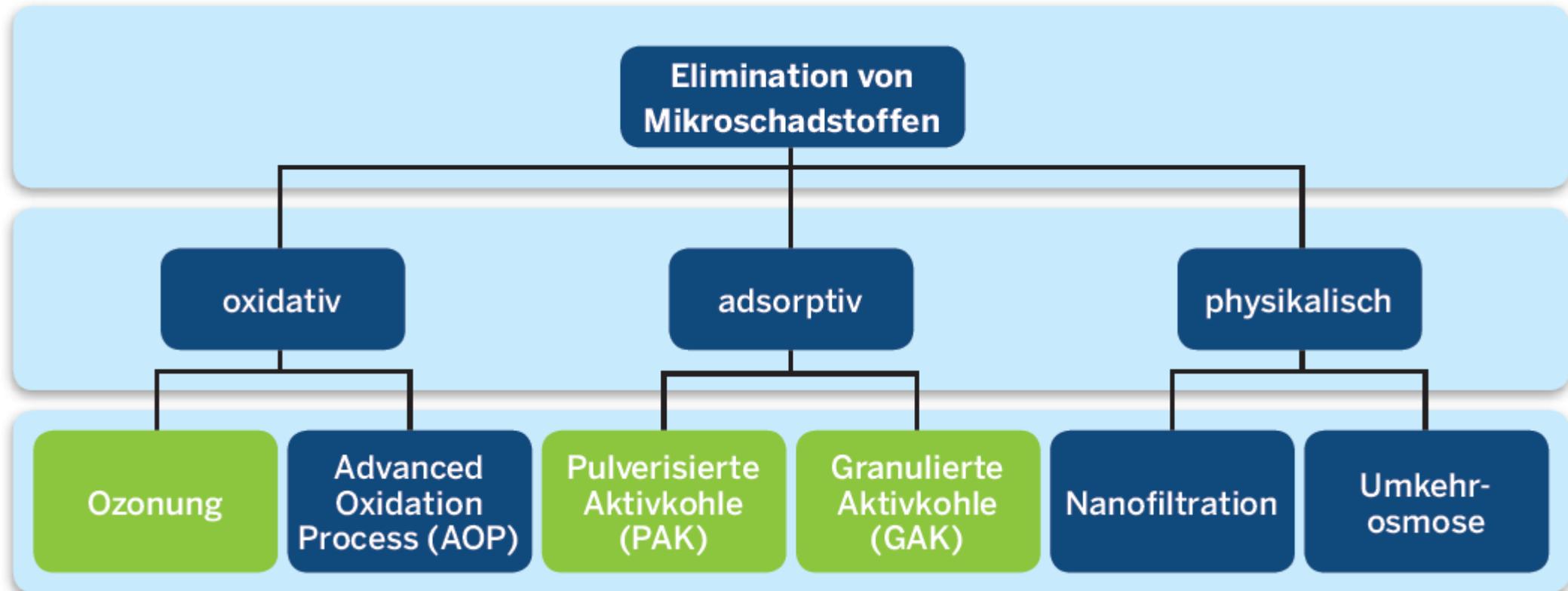
Startseite » Mensch & Umwelt » Chemie » ToxFox

Giftfrei einkaufen mit der ToxFox-App

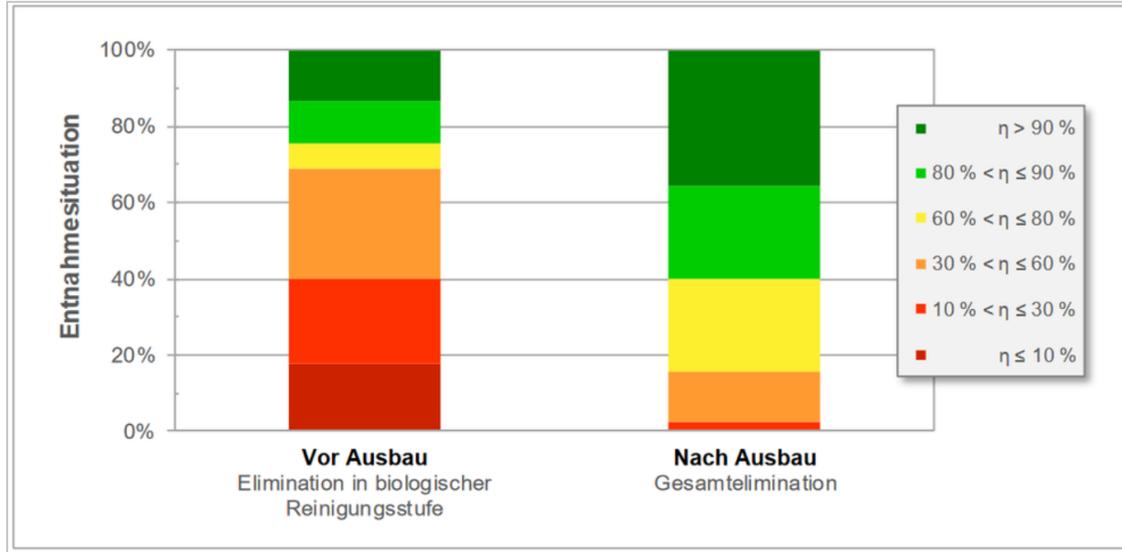
Unsichtbar, aber gefährlich: Viele Alltagsprodukte enthalten Schadstoffe, die mit Erkrankungen wie Krebs oder Unfruchtbarkeit in Verbindung gebracht werden. Der BUND hat mit dem ToxFox eine App entwickelt, die Verbraucher*innen hilft, Kosmetik- und Alltagsprodukte auf Schadstoffe zu prüfen.

<https://www.bund.net/themen/chemie/toxfox/>

4. Reinigungsstufe – Verfahren



Eliminationsleistungen



A. Rößler und M. Launay 2019: Durchführung von Vergleichsmessungen zur Spurenstoffelimination beim Ausbau von Kläranlagen um eine 4. Reinigungsstufe – Abschlussbericht

5 Kläranlagen mit PAK; 47 untersuchte Spurenstoffe

Weitergehende Abwasserreinigung 3./4. November 2020

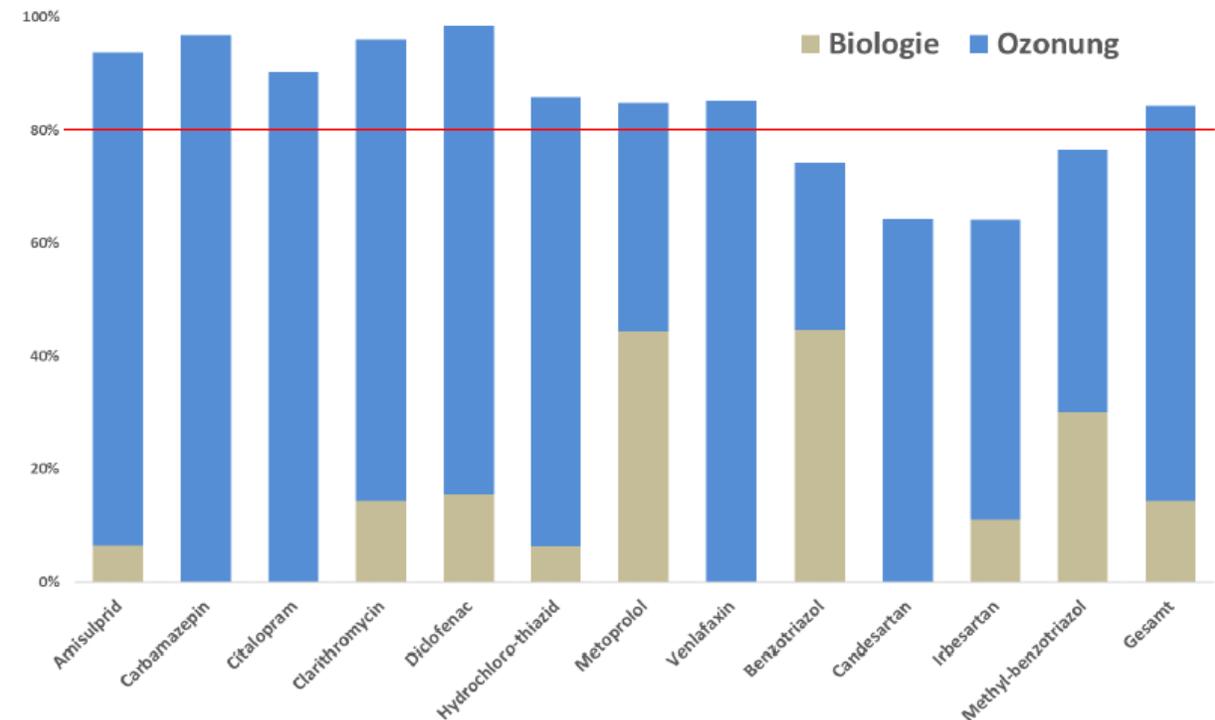


Bild 3: Jahresmittelwert der Spurenstoffentfernung auf der ARA Neugut (CH) bei einer durchschnittlichen Ozondosis von 0,45 g O₃/g DOC (24h-Mischproben)

Stand 4. Reinigungsstufe in Hessen (09/2022)

- Auswahl erfolgt anhand diverser Kriterien (Orientierungsrahmen)
 - (Z. B. Größe der KA, Einleitung in sensibles Gewässer, Trinkwassergewinnung, besondere Spurenstoffe im Einzugsgebiet etc.)
- Von 703 kommunalen hessischen Kläranlagen haben mind. 33 KA Vorüberlegungen/ Voruntersuchungen/ Pilotprojekte oder Machbarkeitsstudien durchgeführt oder befinden sich bereits im Bau
- (Geplante) Verfahren: PAK, GAK, Ozonung, Membranfiltration und Kombinationen



Luftbild KA Bickenbach; entnommen aus HAA 2022

Fazit & Ausblick

- Große Substanzvielfalt aus diversen Quellen
- Oft negative oder unbekannte Effekte auf aquatische Umwelt
- **Vorsorgeprinzip** zum Schutz der aquatischen Umwelt und der menschlichen Gesundheit
- Klimawandel beeinträchtigt zunehmend auch Grundwasserqualität

- **Spureneinträge in Gewässer müssen reduziert werden!**
 - Problematik an vielen Stellen zu bekämpfen
 - Diverse Maßnahmen werden ergriffen
 - Ausbau der 4. RS ist bei ausgewählten Kläranlagen im Sinne eines **nachhaltigen Gewässerschutzes** sowie aus **Vorsorgegründen** zum Schutz des Trinkwassers notwendig
 - Jeder kann einen Beitrag leisten



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

