

Klimawandel und Gesundheit 23.04.2025

Die Apotheke der Fische

Arzneimittel in der Umwelt und mögliche Reduzierungen des
Umwelteintrages

Dr. Gerd Maack

Fachgebiet IV 2.2 - Arzneimittel

Inhalt

- **Das Umweltbundesamt – Wer wir sind, was wir machen**
- **Eintragspfade und Vorkommen von Arzneistoffen in der Umwelt**
- **Wirkungen von Arzneistoffen in der Umwelt**
- **Umgang mit Arzneimitteln - Verbraucherverhalten**
- **Umgang mit Arzneimitteln - Risikomanagement**



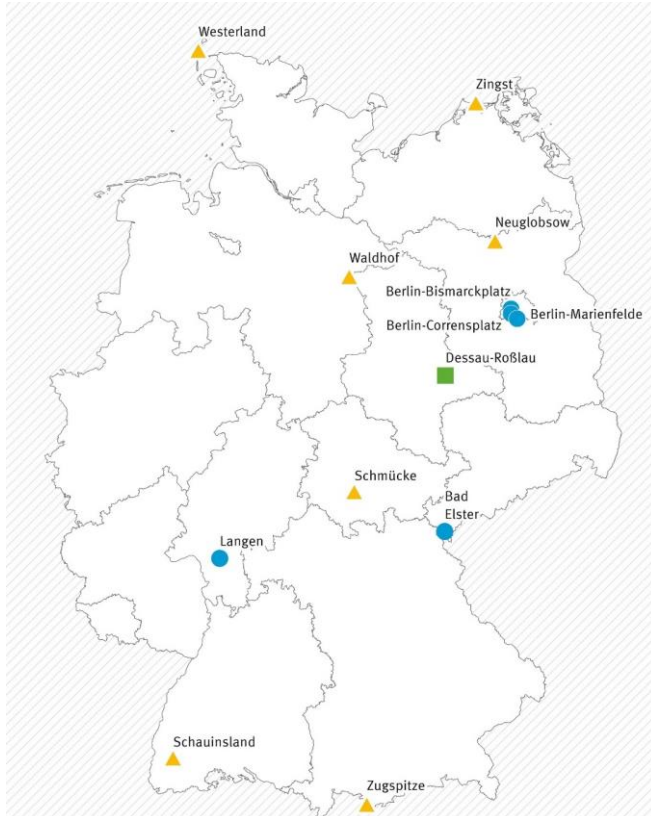
© Torian Fotolia_9615656_L

Das Umweltbundesamt – Wer wir sind - Was wir machen.



Was ist das Umweltbundesamt (UBA)?

- ❖ Größte wissenschaftliche Umweltbehörde auf Bundesebene
- ❖ Bundesweit ca. 1600 Mitarbeitende, ca. 950 in Dessau



Zentrale Aufgaben

- **Vollzug** von Umweltgesetzen und vollzugsähnliche Tätigkeiten auf wissenschaftlicher Grundlage
- **Politikberatung** *national und international*: wissenschaftlich fundierte Vorschläge zum Umweltschutz sowie Weiterentwicklung der Regelwerke
- **Information der Öffentlichkeit** über Umweltprobleme, deren Ursachen und Lösungsmöglichkeiten
- **Forschung** und Umweltdaten

Was macht das UBA?

ChemInfo -Gefahrenabwehr durch Stoffinformation Informationssystem Chemikalien des Bundes und der Länder

- ca. 50.000 Einzelinhaltsstoffe (Reinstoffe) und ca. 24.000 Komponentenstoffe (Gemische und Zubereitungen)
 - *Für diese Stoffe sind neben physikalisch-chemischen, ökotoxikologischen, toxikologischen Parametern auch ihre Vorkommen in der Umwelt enthalten*
- aktuelle Gefahrgutinformationen
- die Wassergefährdungsklassen
- Einsatzinformationen aus dem Rufbereitschafts- und Ersteinsatzinformationssystem

Inhalte für die Belange des Umwelt-, Verbraucher-, Katastrophen- und Arbeitsschutzes

Angaben zu Gefahren, zu Schutz- und Einsatzmaßnahmen sowie die Wiedergabe der stoffrelevanten Inhalte aus rechtlichen Regelungen.



www.chemikalieninfo.de/

Eintragspfade und Vorkommen von Arzneistoffen in der Umwelt

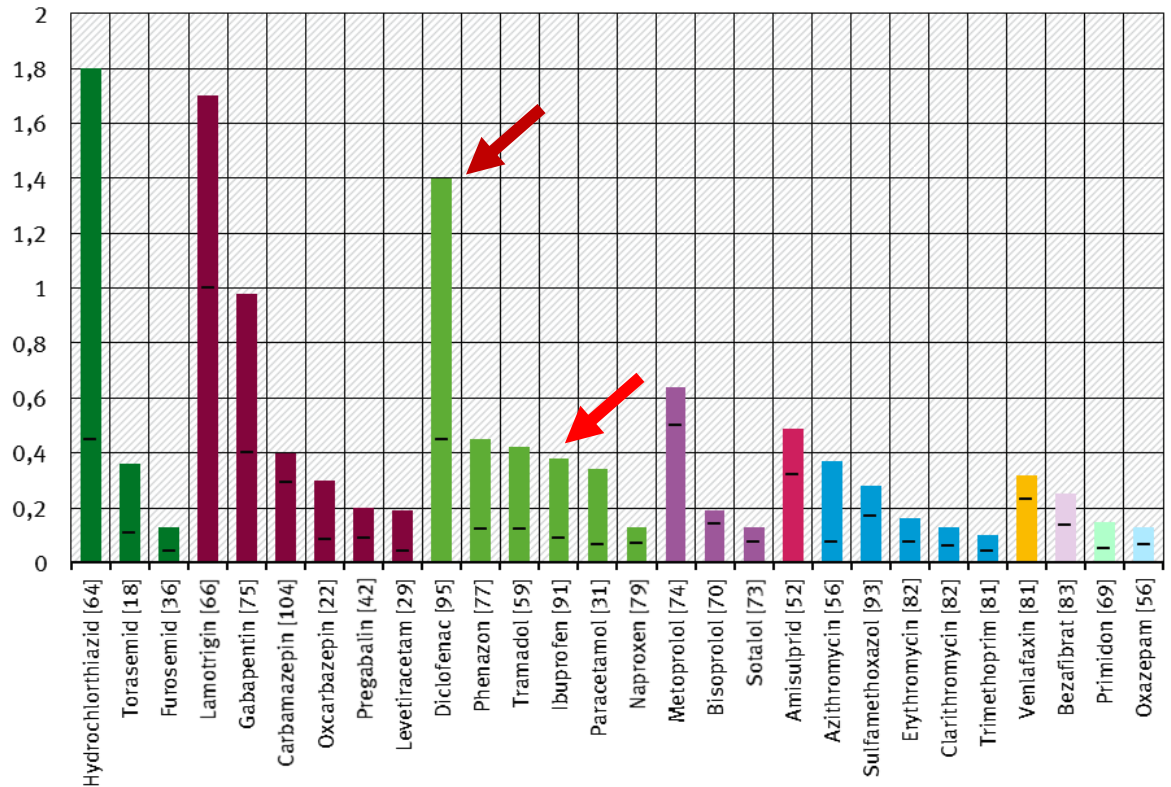
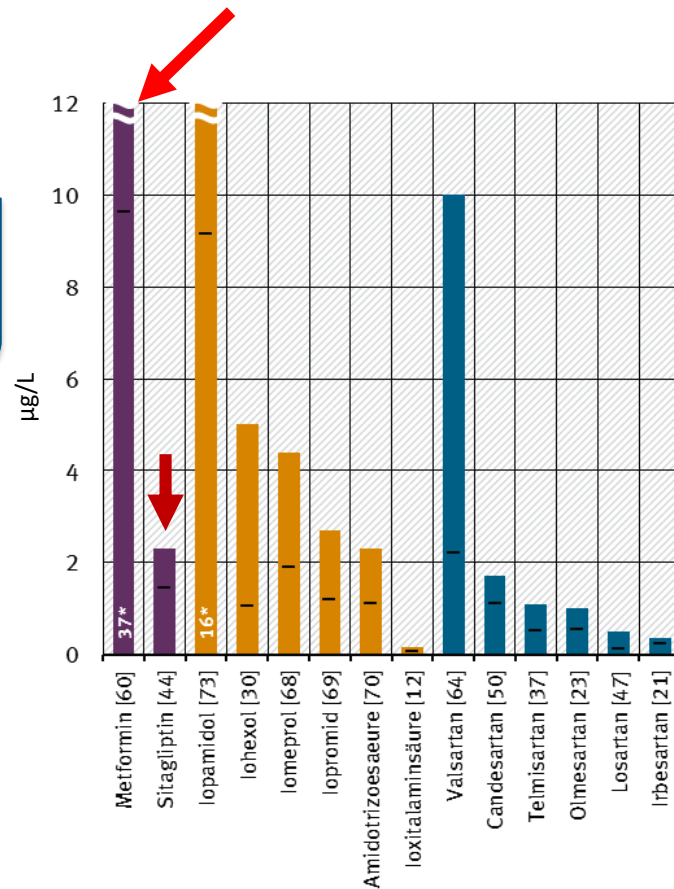


Foto: www.trinkwasserschule.at



Nachweis in der Umwelt – Oberflächenwasser ($> 0,1 \mu\text{g/L}$)

2019 wurden > 400
Arzneimittelwirkstoffe
gefunden



- Säulen stellen die maximal gemessene Konzentration dar Striche = höchster Jahresmittelwert aller Messstellen
- Anzahl der Messstellen Stoffnamen in Klammern.
- * Wert der maximal gemessenen Konzentration.

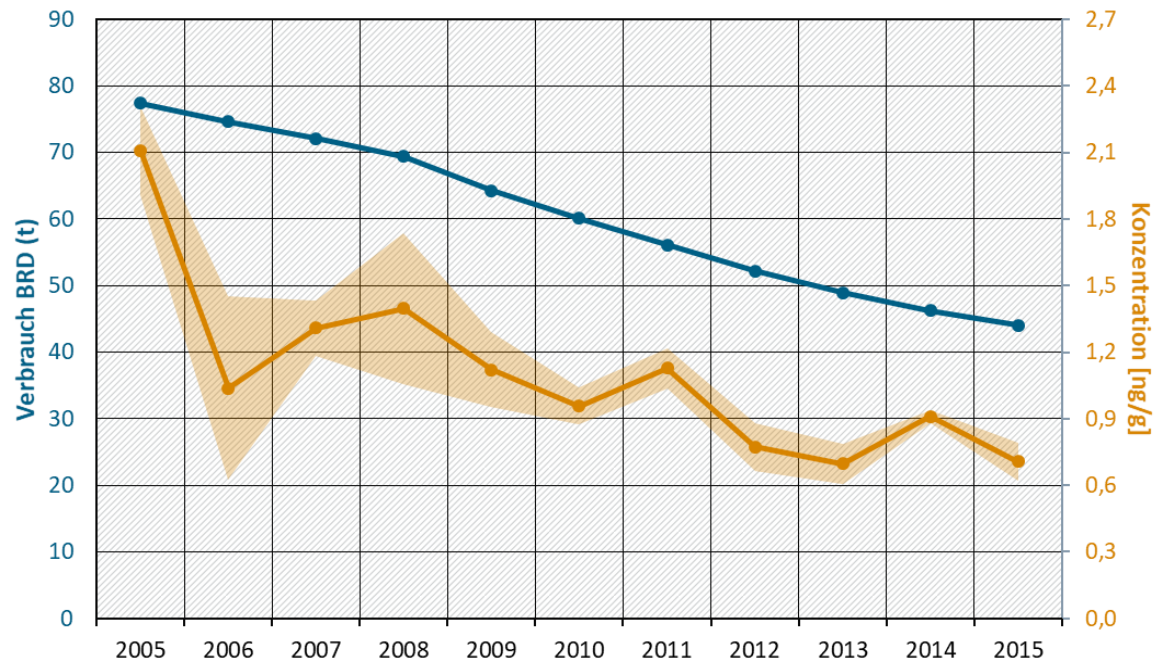
Antidiabetikum	Jodiertes Kontrastmittel	Blutdrucksenker	Diuretikum	Antiepileptikum
Analgetikum	Betablocker	Neuroleptikum	Antibiotikum	Antidepressivum
Lipidsenker	Krampflöser	Psychopharmaka		

Nachweis in der Umwelt – Oberflächenwasser

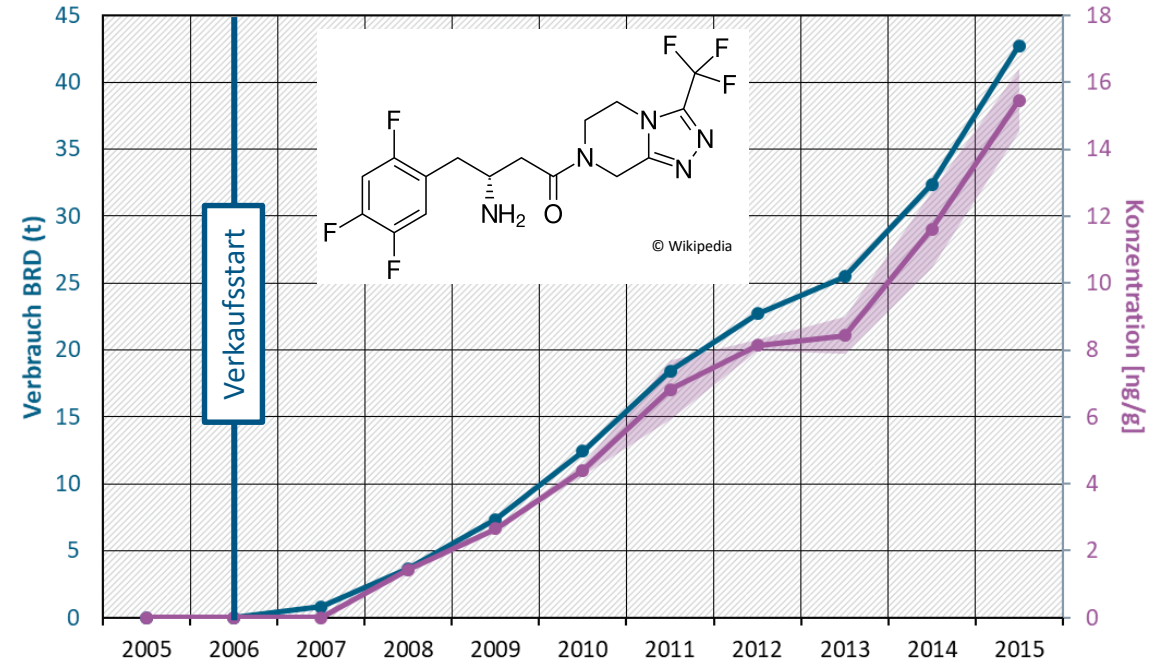
Retrospektive Trenduntersuchungen in Schwebstoffen des Rheins (Weil am Rhein)



Antiepileptikum **Carbamazepin**



Antidiabetikum **Sitagliptin**

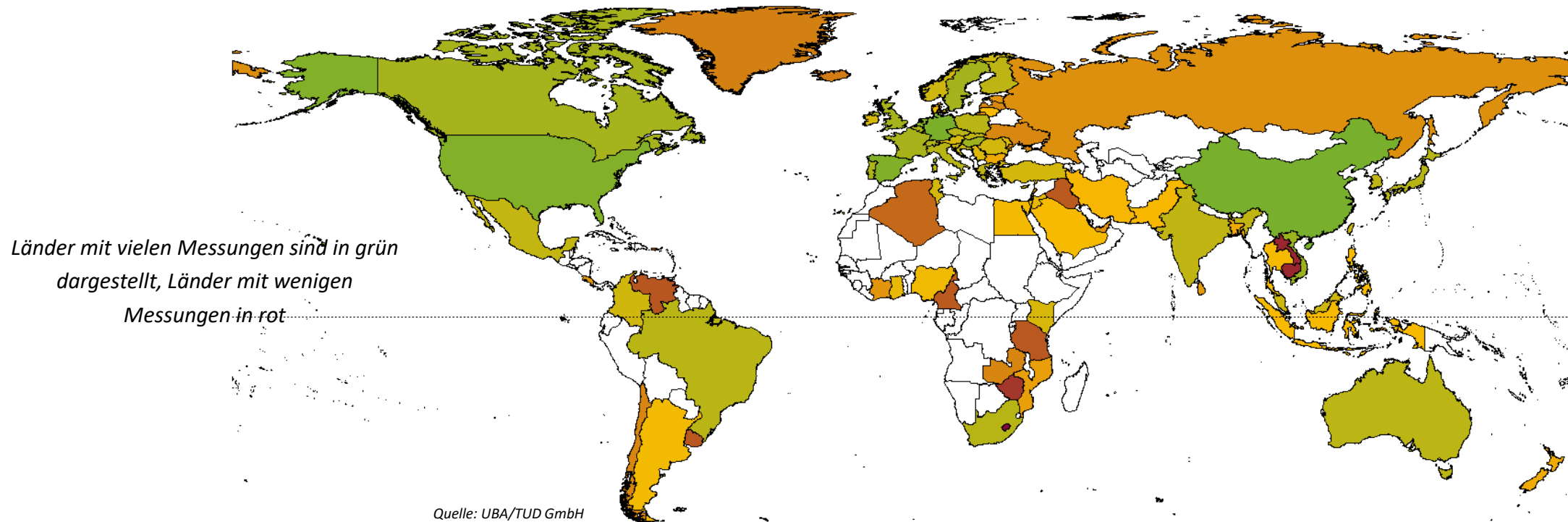


Boulard et al., 2019 (<https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115366>)
Refoplan 2015 & 2017 (FKZ 3715 67 413 0 & 3717 64 413 0)

Nachweis in der Umwelt - Oberflächenwasser

Weltkarte zur Verteilung von nachgewiesenen Arzneimittelrückständen

992 Arzneimittelwirkstoffe bzw. Transformationsprodukte wurden in 89 Ländern weltweit nachgewiesen.

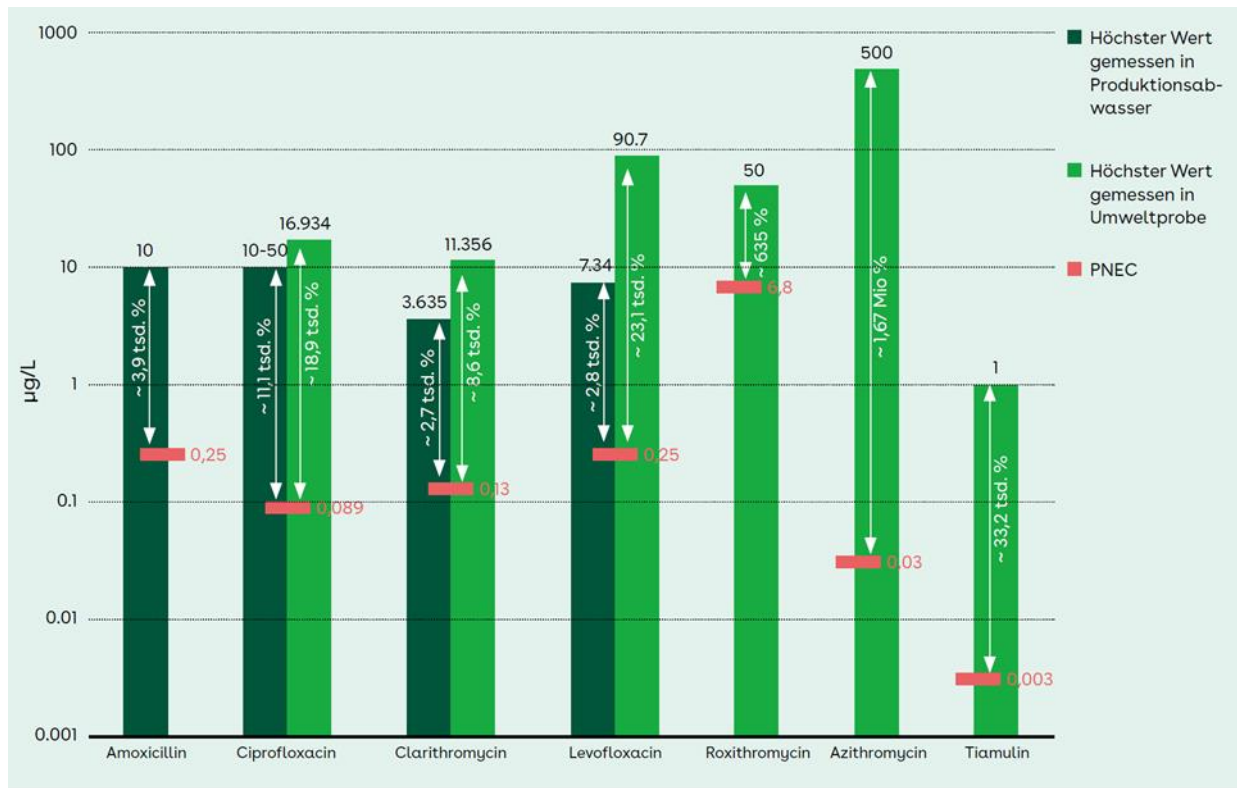


Datenbank enthält 280.000 Einträge aus > 2.000 Publikationen

www.uba.de/db-pharm



Antibiotikaproduktion: Schwellenwertüberschreitungen im Abwasser



Gemessenen maximalen Konzentrationen und Schwellenwertüberschreitungen (als prozentuale Überschreitung des PNEC) der untersuchten Antibiotika in Produktionsabwasser- und Umweltproben an zehn Standorten in Indien und Europa, sowie auffällige Antibiotikakonzentrationen in Umweltproben.



Quelle: AOK Baden-Württemberg, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung (IWW), Umweltbundesamt (UBA): www.aok.de/pp/bw/pm/nachhaltige-arzneimittelversorgung

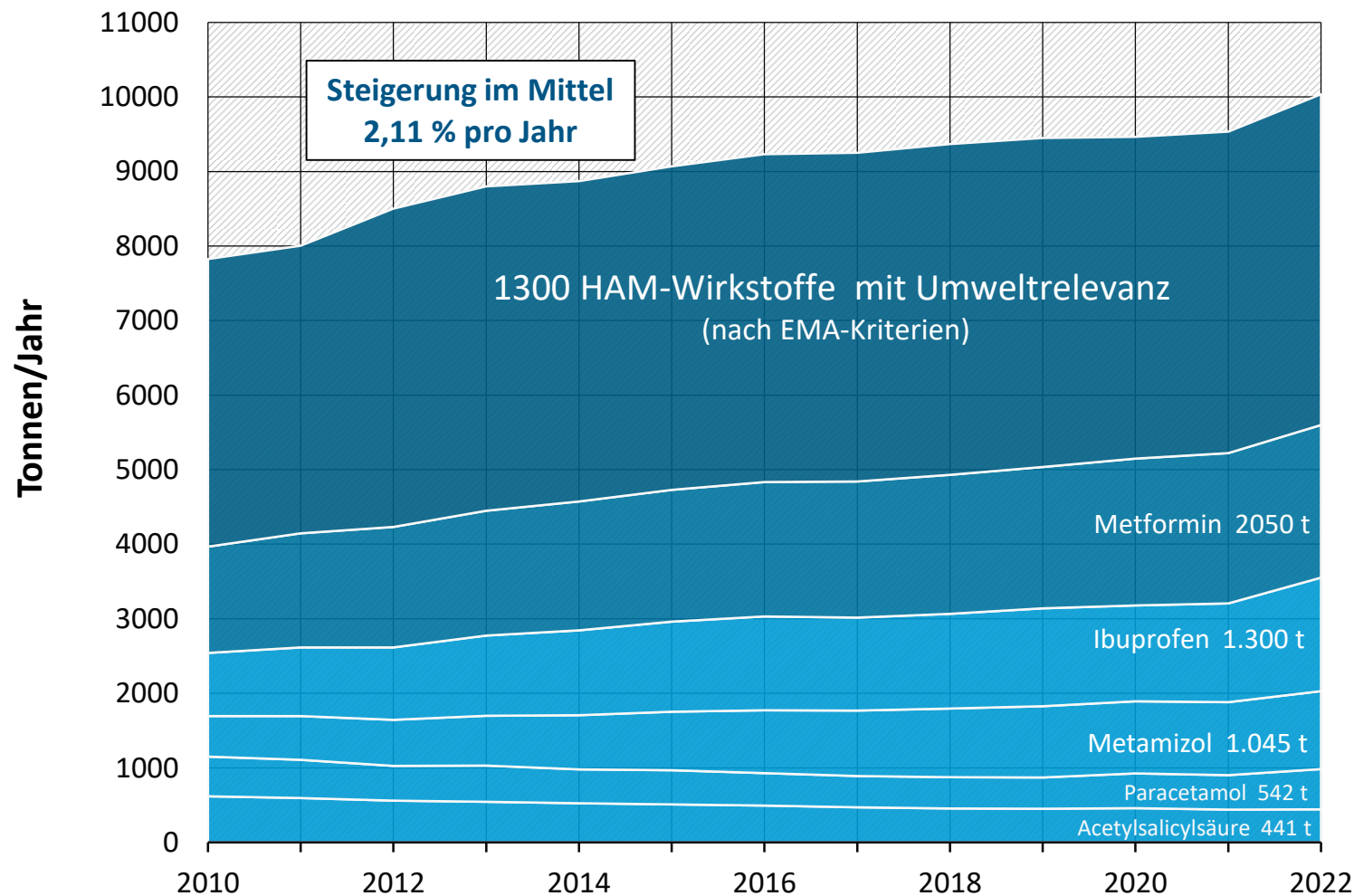
Gefahr für lokale Bevölkerung und Risiko für globale Ausbreitung antimikrobieller Resistenzen



Einwohner stehen in einem durch eine Wirkstoffproduktionsanlage beeinflussten Gewässer und fischen.

© IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung

Humanarzneimittel: Verbrauch in Deutschland – Ist-Zustand



Gesamtverbrauch 2022
10.036 Tonnen

UBA-Auswertung zu Verkaufszahlen auf Basis von
IQVIA-Daten (2023)

Hersteller sind in Deutschland nicht verpflichtet Produktionsmengen offen zu legen

Wachstumsprognose für den rezeptpflichtigen Humanarzneimittelverbrauch

Zahlen beruhen auf DDDs und berücksichtigen nur die Daten der gesetzlichen Krankenversicherungen und keine OTCs

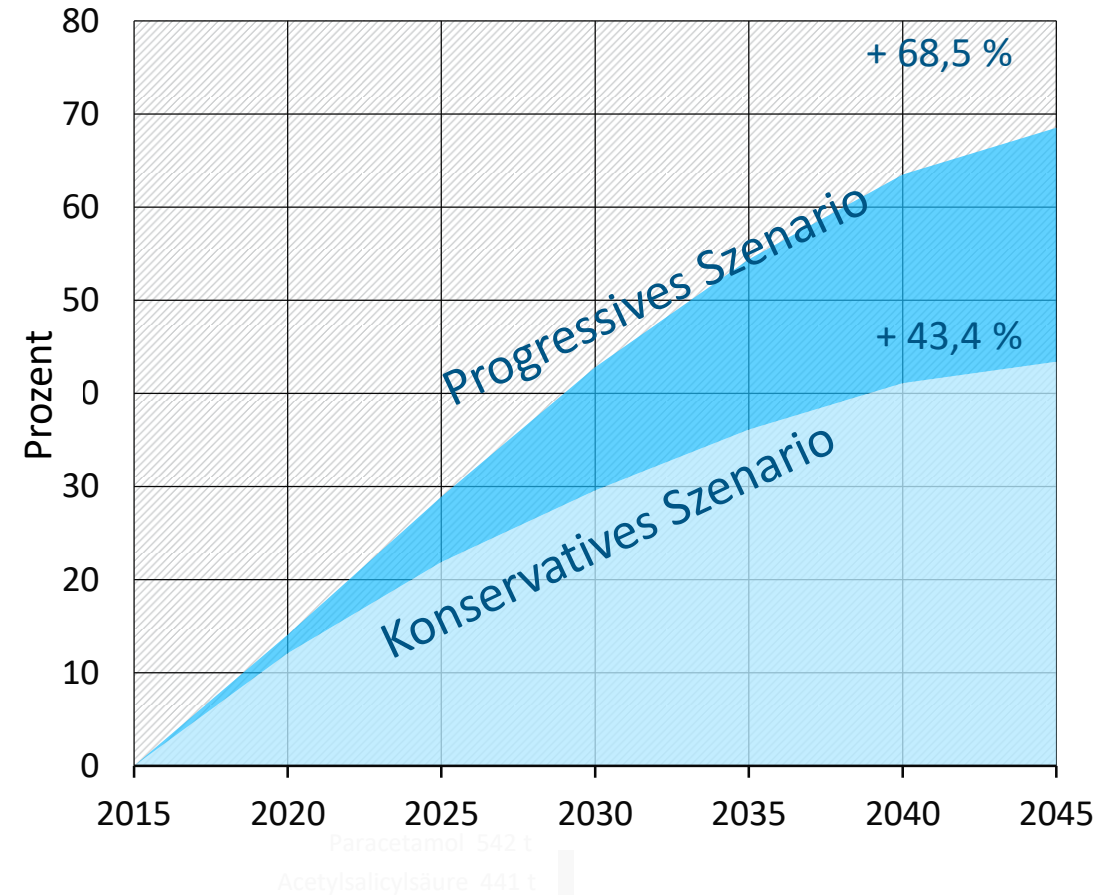


„Die demographische Entwicklung und der altersbedingte Mehrverbrauch sind wesentliche Treiber für den enorm wachsenden Arzneimittelkonsum.“

Aus: civity-Analyse (2017)

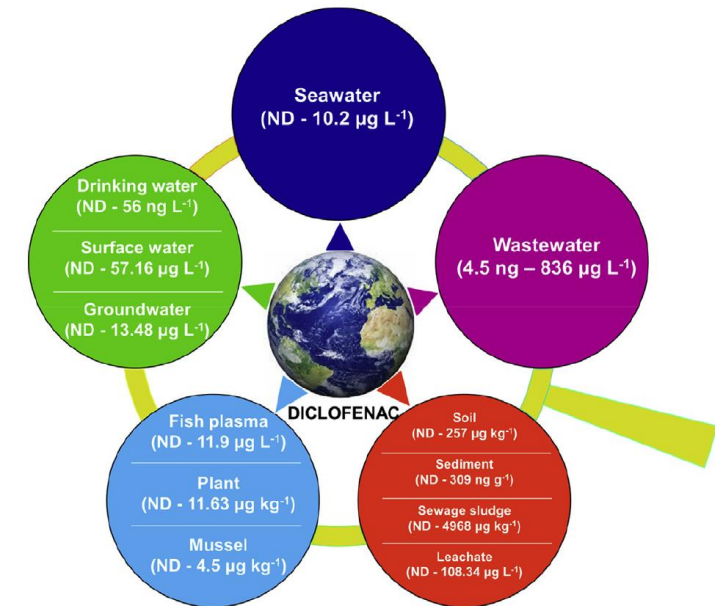
Weiterer Faktor: Klimawandel
Höhere Temperaturen begünstigen bspw. das Bakterienwachstum.

Quelle: Meinen et al., 2023 Journal of Health Monitoring



Quelle: verändert nach Civity (2017) Arzneimittelverbrauch im Spannungsfeld des demografischen Wandels – Studie der Civity Management Consultants im Auftrag des BDEW; URL: www.bdew.de/documents/1840/civity_Arzneimittelstudie_Langfassung_ErQPNEn.pdf, abgerufen am 14.11.2023..

Effekte auf Umweltorganismen



Sathishkumar et al.
Science of the Total Environment 698 (2020) 134057.

Arzneimittel – hochwirksam auch außerhalb des Körpers

AM	Indikation beim Menschen
Antibiotika	Gegen pathogene Bakterien
endokrin wirksame Substanzen	Verhütung, Hormonersatztherapie
Antiparasitika	Mittel gegen Läuse
Schmerzmittel	Schmerzlinderung
Antidepressiva	Verhaltensänderungen

Arzneimittel – hochwirksam auch außerhalb des Körpers

Erwünschte Effekte beim Menschen finden sich auch bei Umweltorganismen,

AM	Indikation beim Menschen	Wirkungen bei Nichtzielorganismen
Antibiotika	Gegen pathogene Bakterien	Bakterien in Boden, Wasser, Kläranlage, AMR
endokrin wirksame Substanzen	Verhütung, Hormonersatztherapie	Eingriff in Hormonsystem von Wirbeltieren, Häutungshemmer bei Invertebraten
Antiparasitika	Mittel gegen Läuse	töten Würmer, Protozoen und Insekten
Schmerzmittel	Schmerzlinderung	Schmerzlinderung aber auch Nebenwirkungen
Antidepressiva	Verhaltensänderungen	Verhaltensänderungen

Arzneimittel – hochwirksam auch außerhalb des Körpers

.... aber auch nicht erwartbare Effekte



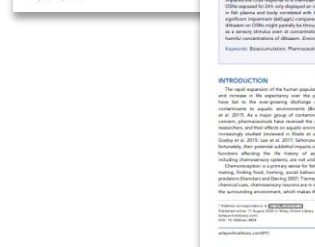
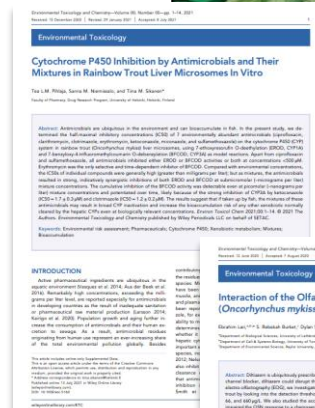
Antibiotika inhibieren Cytochrome P450 in Fischen



Benzothiazepine (Kalziumkanalblocker) beeinträchtigen das sensorischen und das zentralen Nervensystems bei der Forelle



„Carry-Over“ Effekte bei Springschwänzen nach Mehrgenerationsbelastungen von Serotonin-Wiederaufnahmehemmer und Dibenzazepine



Environmental Toxicology and Chemistry 41 (3) 2022

<https://doi.org/10.1002/etc.5256>

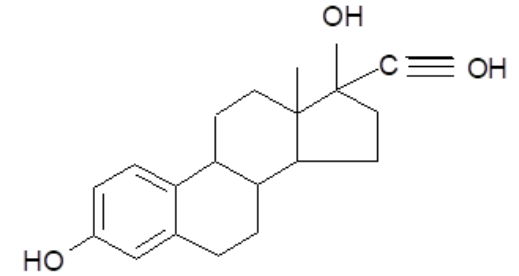
Hormone in der Umwelt - Ethinylestradiol (EE2)

Verbrauch in Deutschland 2022: ca. **32 kg**

Gemessene Mittelwerte in der EU: 0,3 ng/L

Grenzwerte für Effekte: 0,0032 ng/L

komplette Verweiblichung nach Exposition von 3 ng/L
Ethinylestradiol

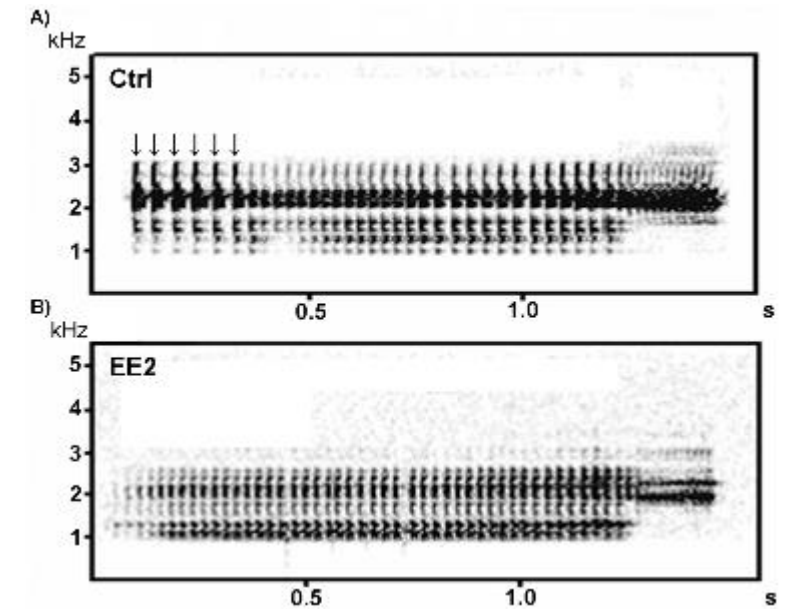


Hormone in der Umwelt - Ethinylestradiol (EE2)

Veränderte Balzrufe beim Krallenfrosch nach Exposition von 0,3 ng/L Ethinylestradiol



Glatter Krallenfrosch
(*Xenopus laevis*) Bild: Wikipedia



Hoffmann, Kloas (2012) *PLOS ONE*

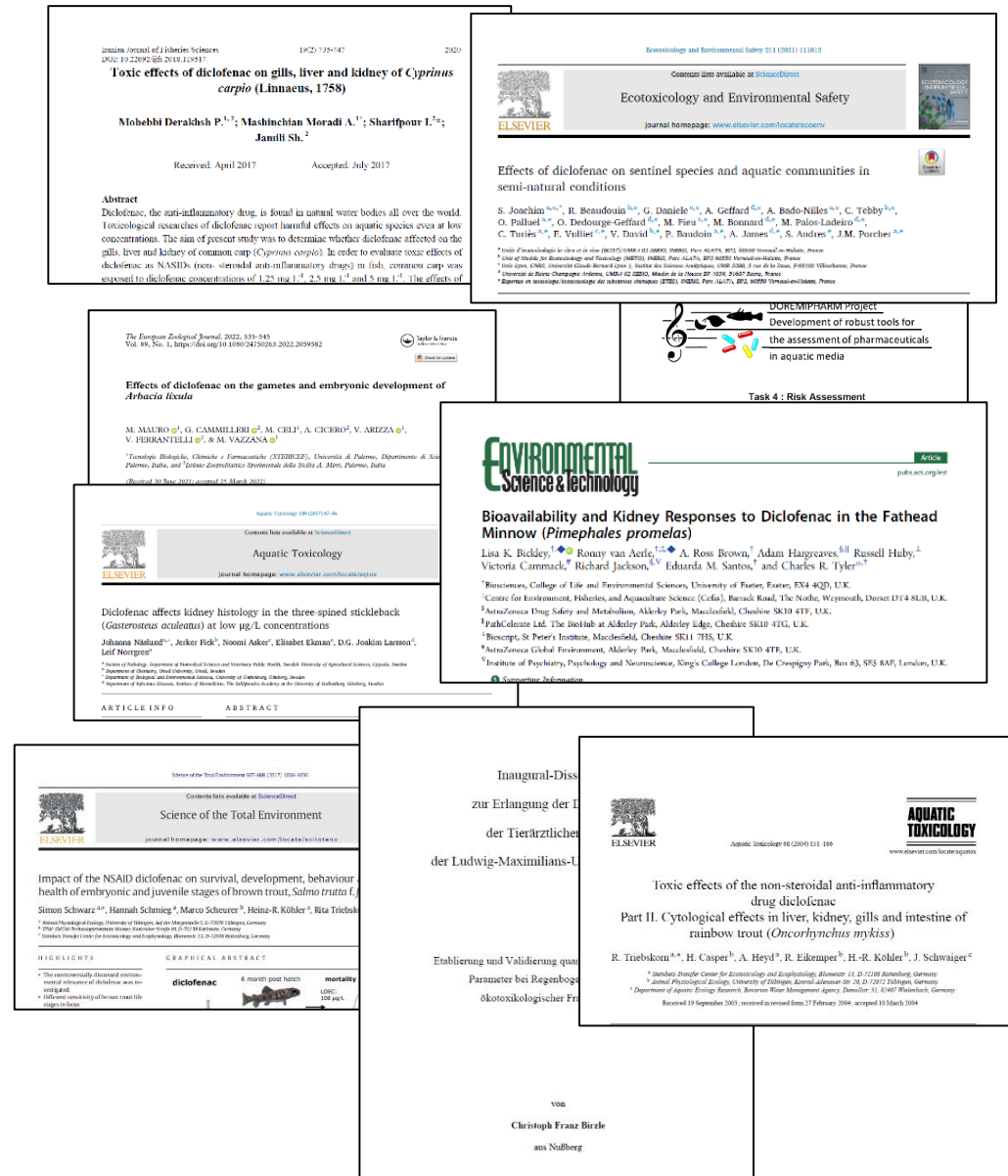
Schmerzmittel in der Umwelt - Diclofenac

Verbrauch in Deutschland 2021: ca. 78 Tonnen

Gemessene Mittelwerte in der EU: 0,4 µg/L

Grenzwerte für Effekte: 0,04 µg/L

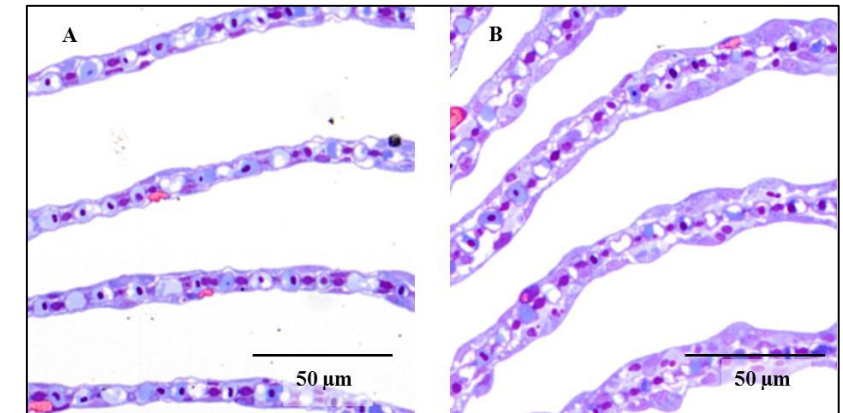
- Nebenwirkungen beschrieben im Beipackzettel sind auch in der Umwelt zu finden
- Embryo- und Zelltoxizität sowohl bei Vertebraten als auch Invertebraten
- Effekte bei Pflanzen und Algen



Schmerzmittel in der Umwelt - Diclofenac



Bild 1: Kontrolle; **Bild 2 und 3:** Augen nach 28 tägiger Exposition mit 100 µg Diclofenac/l



Sekundärlamellen der Kiemen;
Bild A: Kontrolle; **Bild B:** 100 µg Diclofenac/l;

Birzle, C. 2015: Etablierung und Validierung quantitativ-morphologischer Parameter bei Regenbogenforellen im Rahmen ökotoxikologischer Fragestellungen
Promotion, Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Birzle et al. 2023: Detection of Diclofenac-Induced Alterations in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Using Quantitative Stereological Methods
Environ Toxicol Chem 42, 4 859-872 <https://doi.org/10.1002/etc.5573>

Maßnahmen zur Reduktion des Umwelteintrages



Umgang mit Arzneimitteln - Verbraucherverhalten



Foto: Marion Junghans

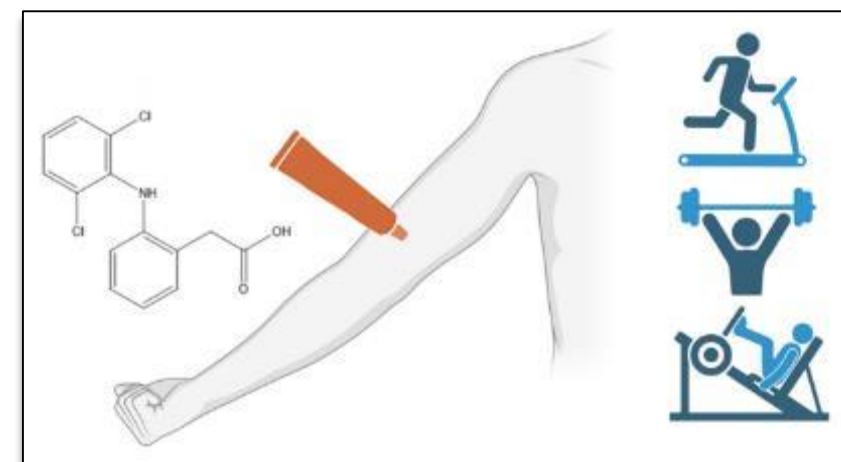
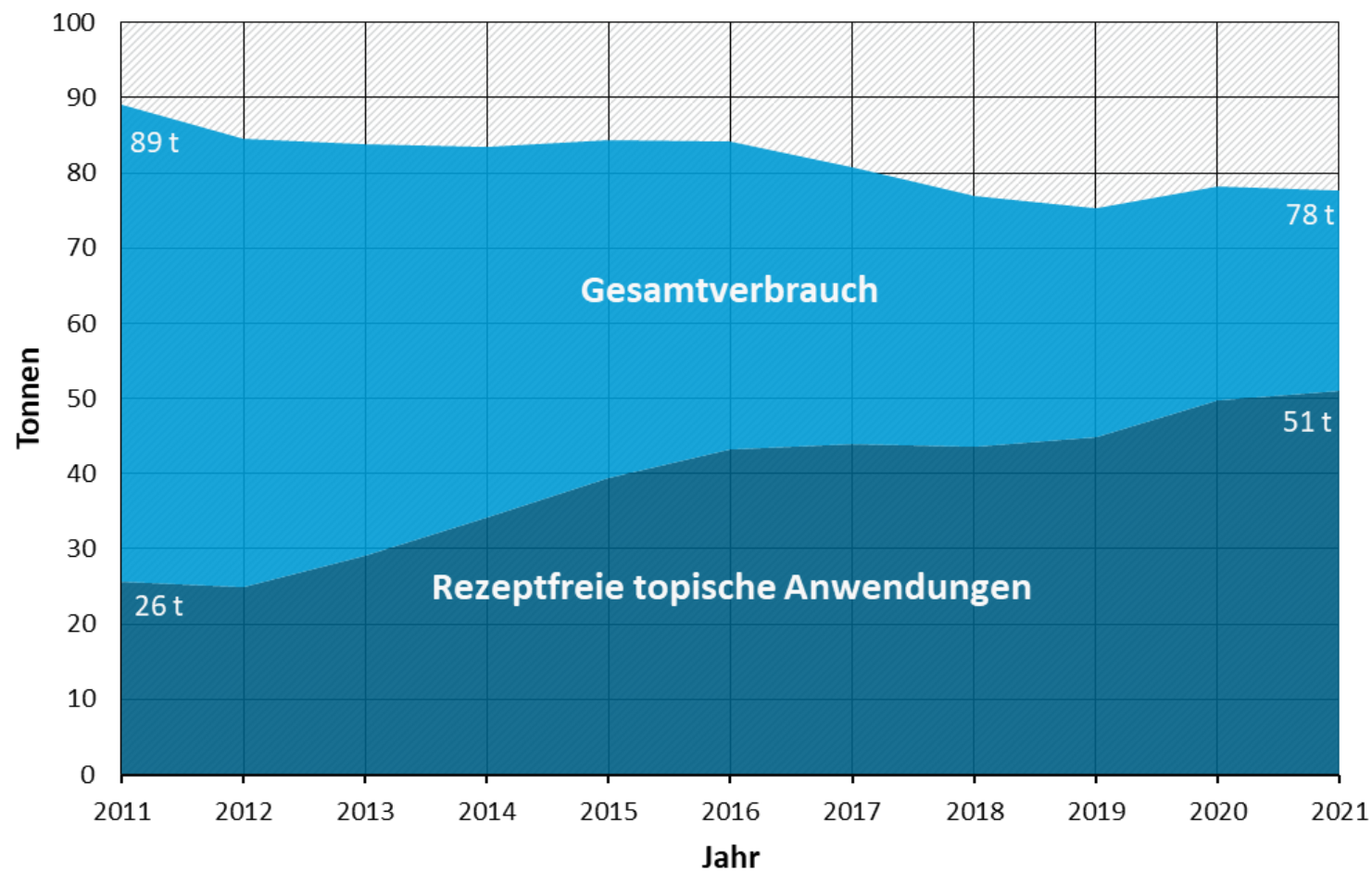
Apotheke in Zürich, März 2022

Es ist mehr als Bewegung

Es ist ein Stück Freiheit

Umgang mit Arzneimitteln - Verbraucherverhalten

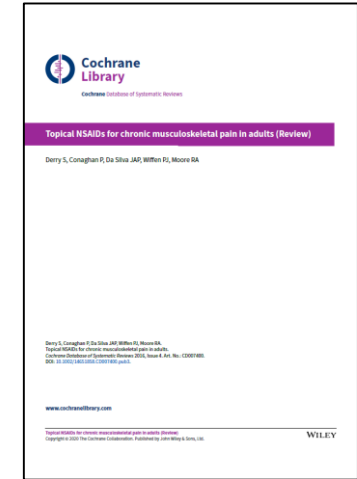
Diclofenac Verbrauch in Deutschland



UBA-Auswertung zu Verkaufszahlen auf Basis von
(IQVIA-Daten (2023))

Umgang mit Arzneimitteln - Verbraucherverhalten

- Nur ca. 6 Prozent des Wirkstoffes wird über die Haut aufgenommen, der Rest wird abgewaschen [Fachinformation Voltaren Schmerzgel 11_6_mgg_Gel](#)
- Eine Auswertung von 39 Studien mit insgesamt über 10.000 Teilnehmenden kam zu dem eindeutigen Ergebnis, dass außer bei chronischer Arthritis topisches Diclofenac und Ketoprofen weder einen therapeutischen Nutzen, noch Vorteile gegenüber einem Placebo hatten



Cochrane Database of Systematic Reviews 2016, 4.
DOI: [10.1002/14651858.CD007400.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.CD007400.pub3).

Aus diesem Grunde rät auch die Bundesärztekammer seit 2017 bei nicht-spezifischer Kreuzschmerzen von der Diclofenac Salbe ab:

Topisch applizierbare NSAR* sollen nicht zur Behandlung nicht-spezifischer Kreuzschmerzen angewendet werden

*NSAR =NichtSteroidale AntiRheumatika

Umgang mit Arzneimitteln - Verbraucherverhalten

Der Arzneimittelmisbrauch gehört bei vielen ambitionierten Breitensportlern zur Trainingsroutine

Beim Freizeitsport haben 60 % der Sportler keine Bedenken, Analgetika beim Sport einzunehmen. Etwa jeder Fünfte hat bereits Analgetika eingenommen, um einen sportlichen Einsatz nicht durch Schmerzen zu gefährden. Generell sind Gründe für die Schmerzmitteleinnahme die Unterdrückung bestehender Schmerzen, um weiter trainieren oder am Wettkampf teilnehmen zu können sowie die Annahme, später auftretenden Schmerzen in Muskeln oder Gelenken bereits im Vorfeld abwenden zu können.

[Tkmedienservice \(2012\) Bewegung und Gesundheit - Der große TK-Sport report](#)



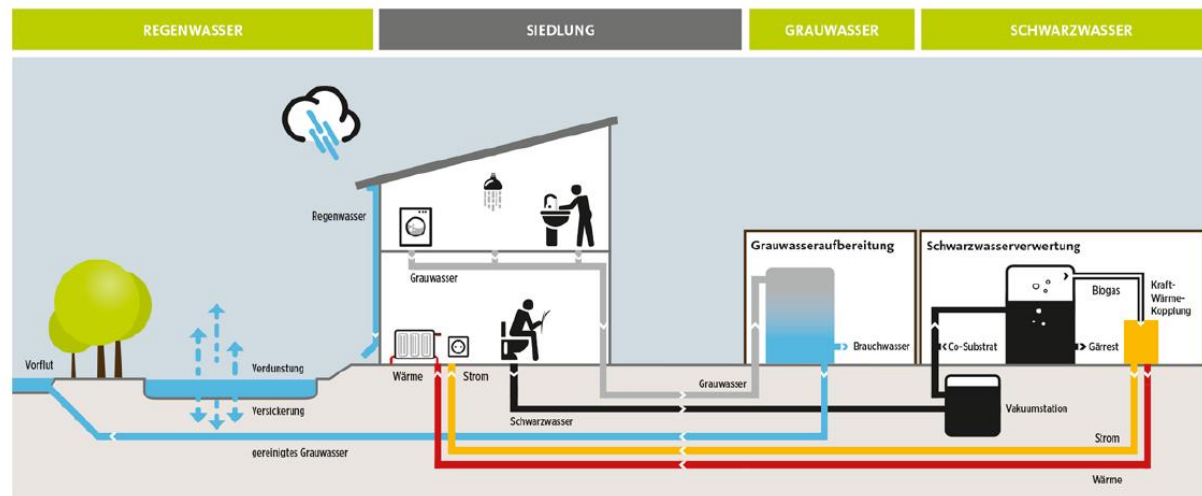
Hamburg Marathon 2024

Quartier Jenfelder Au HAMBURG WATER Cycle®

Stoffstromtrennung (Nur Haushalte)

- Schwarzwasser (Unterdrucktoiletten)
- Grauwasser (restl. Schmutzwasser)
- Regenwasser

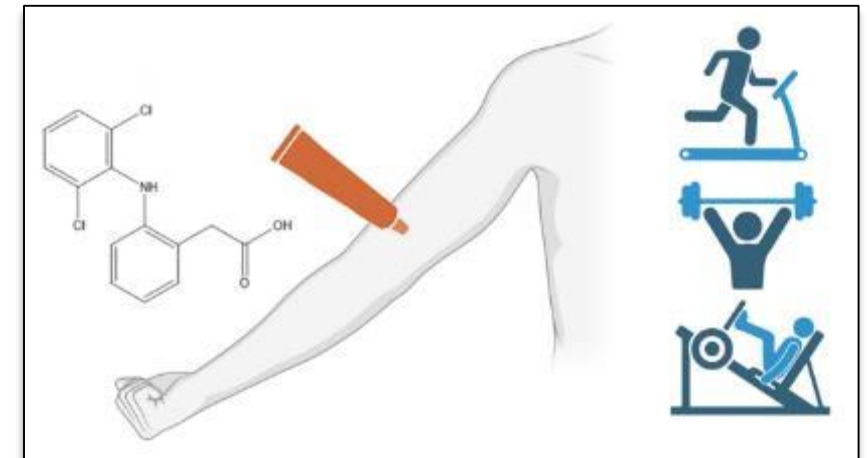
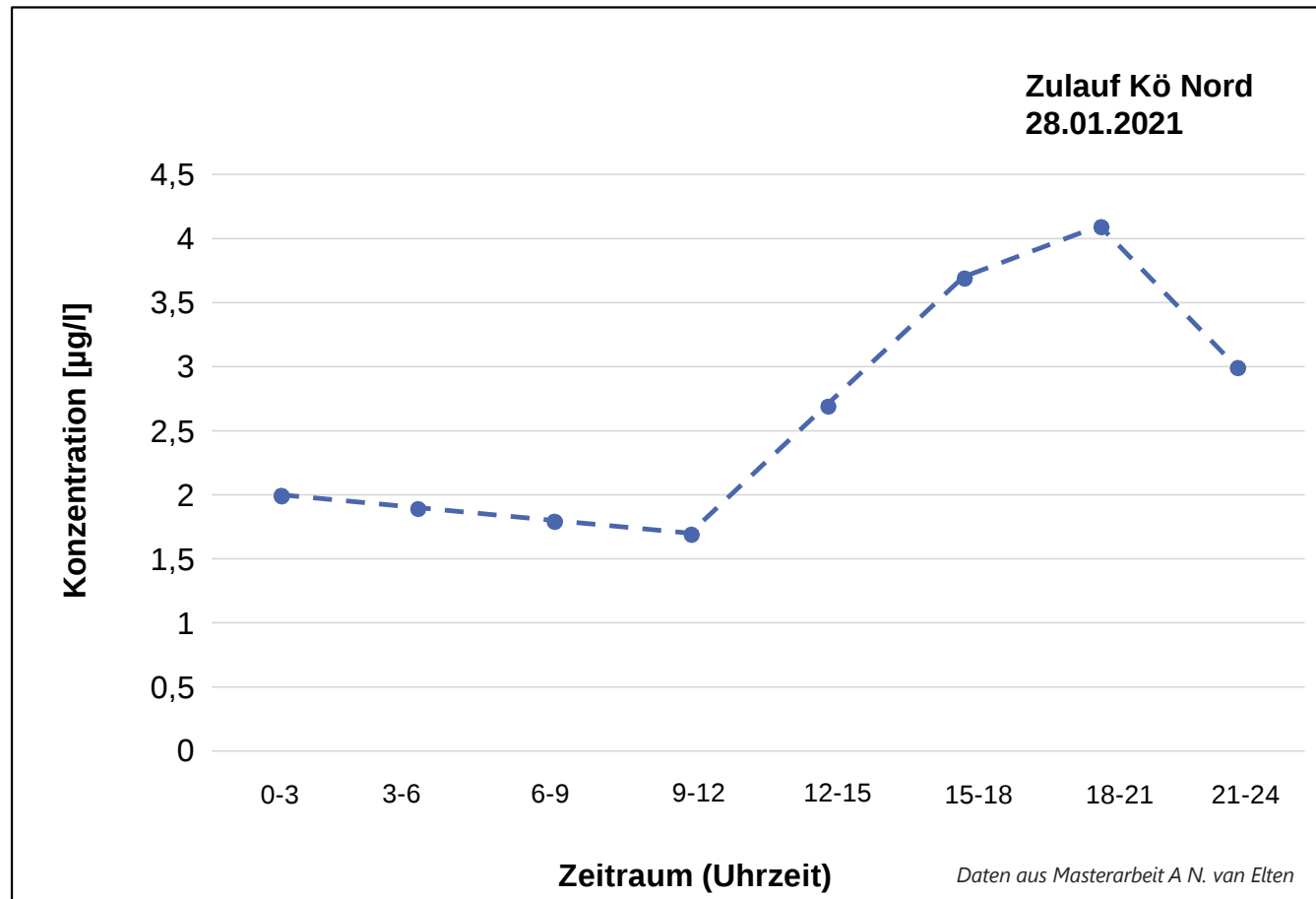
HAMBURG WATER CYCLE® Jenfelder Au



Fracht Diclofenac [%]

GW	SW
90	10

Tagesganglinie Zulauf Klärwerk - Diclofenac



Umgang mit Arzneimitteln - Risikomanagement

Pharmazeutischer Lebenszyklus – Interventionspunkte



Umwelttoxikologische Bewertung der Arzneimittelhausliste

Diplomprojekt am Universitätsklinikum Dresden,

In Kooperation mit dem Institut für Pharmazie / MLU Halle- Wittenberg und dem Umweltbundesamt

Kontakt:

Georg Richter, Georg.Richter@ukdd.de

Anna-Sophie Herklotz ; Anna-Sophie.Herklotz@ukdd.de

Ziele:

- Identifizierung von potentiell umwelttoxikologisch kritischen Arzneistoffen
- Methoden für einen verringerten Umwelteintrag entwickeln
 - alternative Empfehlungen für kritische Arzneistoffe
 - Schulungen (Entsorgung, bewusster Umgang)

Methoden:

- Datenbankrecherche



Narkosegasfilter¹



Reinigung nach Creme-
anwendung²



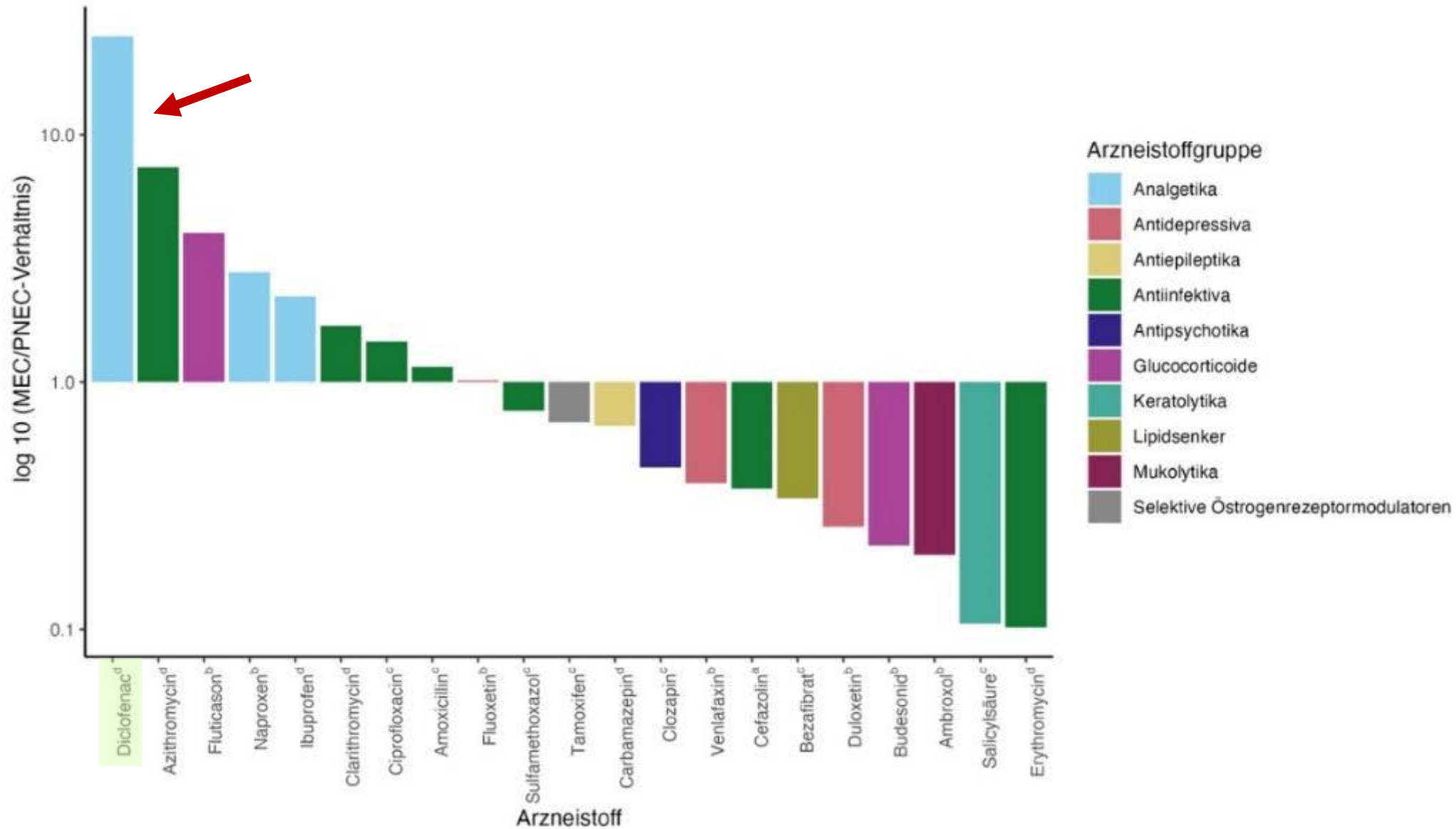
Korrekte Entsorgung³

¹https://zeosys-medical.de/wp-content/uploads/2021/08/CONTRAfluran-Gebrauchsanweisung_DE_082021.pdf (aufgerufen am 05.06.2024)

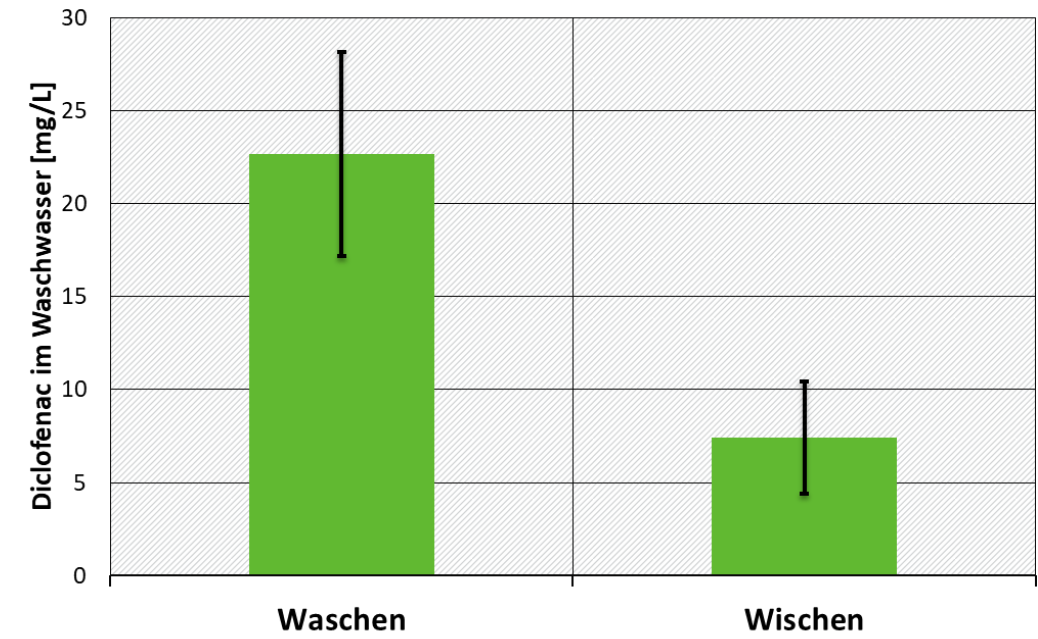
²<https://www.abda.de/aktuelles-und-presse/pressemitteilungen/detail/umweltbelastung-durch-schmerzmittel-mit-diclofenac-laesst-sich-verringern/> (aufgerufen am 05.06.2024)

³https://www.riedgruppe-ost.de/de-w/Assets/img/arzneimittel/NO-KLO-Button_cmyk_300dpi.jpg (aufgerufen am 05.06.2024)

Kritische Arzneistoffe in europäischen Gewässern



Topische Anwendungen „Erst Wischen dann Waschen“

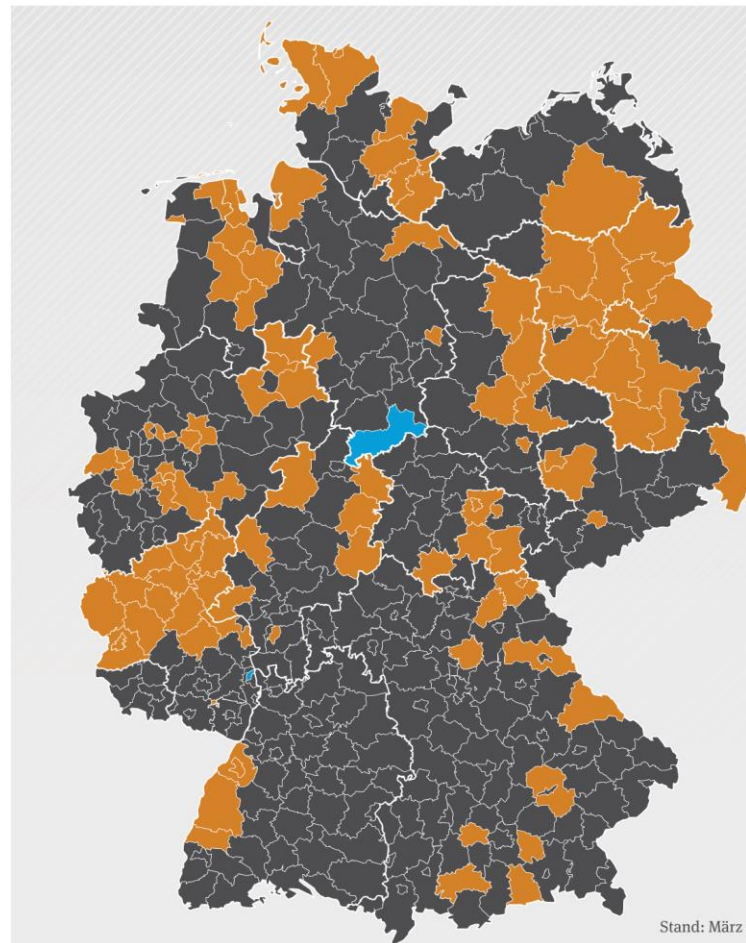


Eintrag von Diclofenac ins Waschwasser, ohne und mit vorherigem Abwischen:

- Waschen: $22,65 \pm 5,48$ mg/L Eintrag
- Wischen: $7,43 \pm 3,02$ mg/L Eintrag

Quelle: S. Bielfeldt et al. (2022), Chemosphere, doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133350.

Empfohlene Entsorgungswege für Arzneimittelreste – Übersicht



Arzneimittel-Entsorgung richtig gemacht!

Die Karte zeigt einen in Ihrem Landkreis oder Ihrer kreisfreien Stadt empfohlenen Entsorgungsweg, nicht mehr benötigte oder abgelaufene Arzneimittelreste richtig zu entsorgen. In Ihrer Region können mehrere Entsorgungsoptionen angeboten werden.

Nähere Infos zu Ihrer Region finden Sie unter:

www.arzneimittelentsorgung.de

So können Sie in diesen Landkreisen und kreisfreien Städten Arzneimittel entsorgen:



Hausmüll

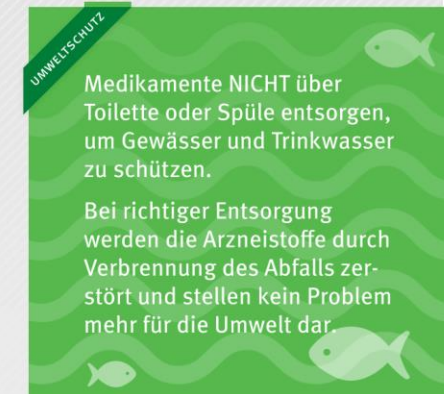


Schadstoffmobil
oder Recyclinghof



Apotheke

Im Landkreis Göttingen und in Frankenthal (Pfalz) können Altmedikamente ausschließlich über Apotheken entsorgt werden.



Stand: März 2023 | Datenquelle: arzneimittelentsorgung.de, erarbeitet im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme RiSKWa | CC-BY 4.0 Umweltbundesamt, DECHEMA, Ecologic Institut 2023



Empfohlene Entsorgungswege für Arzneimittelreste – Region



	Bremen	Bremerhaven	Delmenhorst	Oldenburg	Diepholz	Osterholz	Verden
Hausmüll	Ja	----	----	----	----	Ja	Ja
Schadstoffmobil	----	Ja	Ja	Ja	Ja	----	Ja
Recyclinghof	----	----	Ja	Ja	Ja	----	----
Apotheke (freiwillig)	----	Ja	Ja	Ja	----	Ja	Ja

Stand: März 2025



Acetylsalicylsäure 441 t

Quellen: Arzneimittelentsorgung.de (2024), URL: <https://arzneimittelentsorgung.de/home>



Zielgruppenspezifische Kommunikation

❖ Medizinisches Fachpersonal
in Ausbildung und Praxis

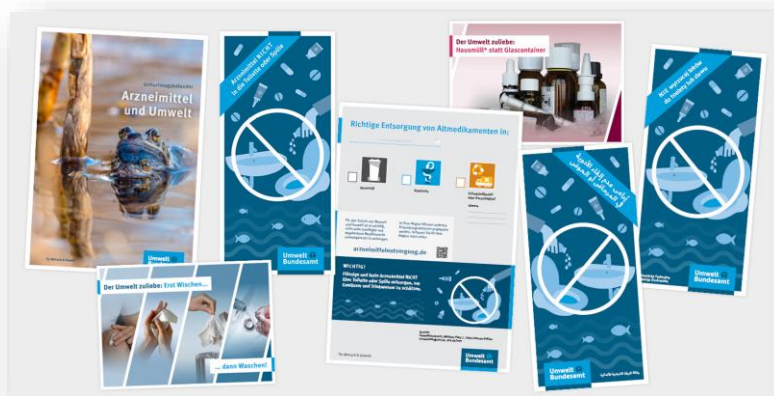


❖ Patienten*innen

❖ Pharmazeutisches Fachpersonal
in Ausbildung und Praxis

UBA aktuell 1: Info- und Lehrmaterialien für Medizin und Pharmazie

Infomaterialien zum Verteilen in Praxen/Apotheken



kostenfreie Bestellung:
www.uba.de/ham/infomaterial



Mehr Informationen
finden Sie hier:
www.uba.de/ham

Frei editierbare Lehrmaterialien



kostenfreie Bestellung:
www.uba.de/ham/lehrmaterial

Zu Fragen und Anregungen: arzneimittel@uba.de

UBA aktuell 2: Machbarkeitsstudie für ein Informations- und Klassifikationssystem in Deutschland „ArzneimittelIndex Umwelt“

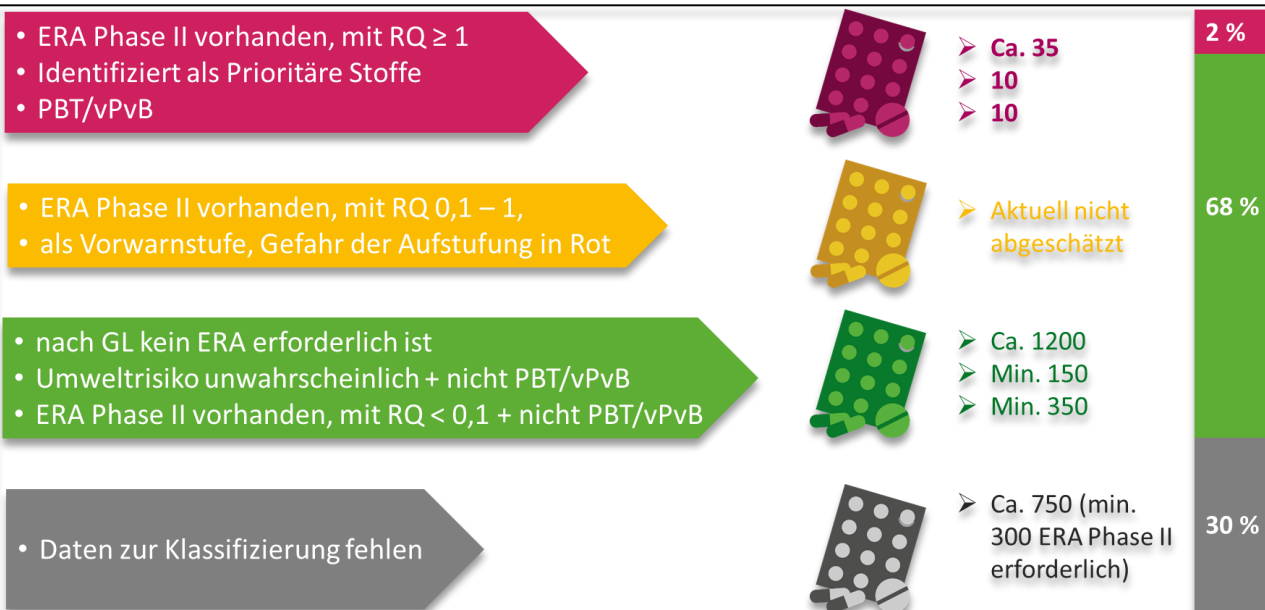


Informationssystem: <https://www.chemikalieninfo.de>



Klassifikationssystem

Nasensprays gegen Allergien (Heuschnupfen)



Wirkstoff	Klassifikation	Begründung
Salzlösungen etc.		kein ERA erforderlich
Ätherische Öle		kein ERA erforderlich
Azelastin		Umweltrisiko unwahrscheinlich
Fluticasonfuroat		$RQ < 0,1$, nicht PBT
Levocabastin		$RQ < 0,1$, nicht PBT
Beclometason		$0,1 < RQ < 1$
Cromoglicinsäure		kein ERA vorhanden
Fluticasonpropionat		$RQ \geq 1$
Mometason		$RQ \geq 1$

UBA aktuell 2: Machbarkeitsstudie für ein Informations- und Klassifikationssystem in Deutschland „ArzneimittelIndex Umwelt“



Informationssystem: <https://www.chemikalieninfo.de>



Klassifikationssystem



Vermittlungssysteme



Apotheken- und
Praxisverwaltungs-
software



OTC-Listen
/Allgemeine
Empfehlungslisten



Aufnahme in
gesundheitspolitische
und med. Richt- und
Leitlinien



Arzneimittel-
kommission im
Krankenhaus



Rabattverträge der
Krankenkassen



Marktzulassungs-
und Erstattungs-
entscheidungen



Kennzeichnung /
Label



Warnhinweis
Heilmittel-
werbe-gesetz

Nicht allein durch UBA umsetzbar, sondern auf Mitwirkung weiterer Interessengruppen angewiesen

UBA aktuell 2: Machbarkeitsstudie für ein Informations- und Klassifikationssystem in Deutschland „ArzneimittelIndex Umwelt“



Informationssystem: <https://www.chemikalieninfo.de>



Klassifikationssystem



- ✓ Technische Machbarkeit
- ✓ Organisatorische Machbarkeit
- ✓ Finanzielle Machbarkeit
- ✓ Rechtliche Machbarkeit
- ✓ Politische Machbarkeit



Apotheken- und
Praxisverwaltungs-
software



Entscheidung in
Arzneimittel-
sicherheitspolitische
med. Richt- und
Leitlinien



Arzneimittel-
kommission im
Krankenhaus



Rabattverträge der
Krankenkassen



Marktzulassungs-
und Erstattungs-
entscheidungen



Kennzeichnung /
Label



Warnhinweis
Heilmittel-
werbe-gesetz

Nicht allein durch UBA umsetzbar, sondern auf Mitwirkung weiterer Interessengruppen angewiesen



"The most environmentally friendly medicine is the one that is not required and not prescribed"

Royal Pharmaceutical Society's Sustainability Policy 2021



„Umweltschutz ist eigentlich Artenschutz für den Menschen“

Klaus Töpfer Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1987–1994)
Direktor der UNEP (UN Environment Programme) (1997 - 2006)

**Vielen Dank
für die Aufmerksamkeit !**

arzneimittel@uba.de



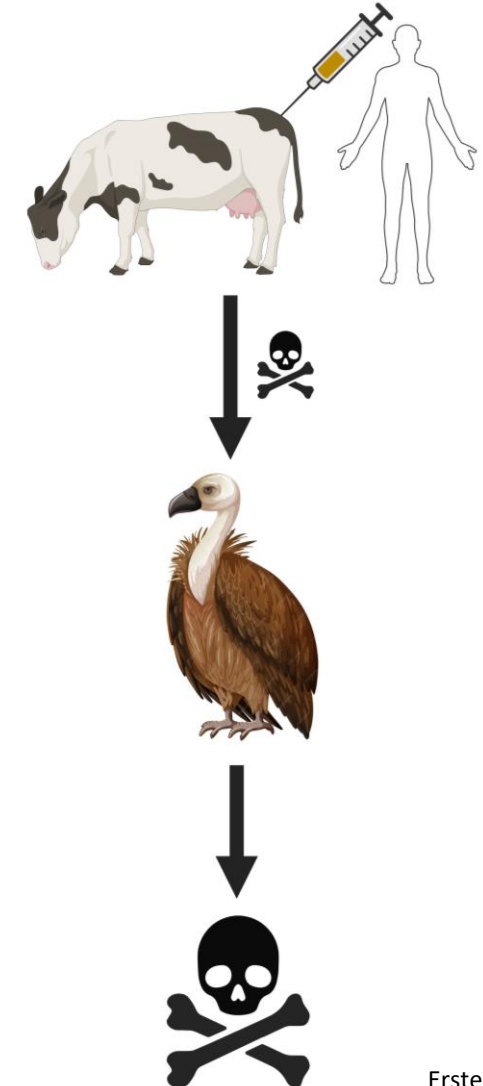
Schmerzmittel in der Umwelt - Diclofenac

Nierenversagen bei Geiern durch Fressen Diclofenac behandelten Kadavern

Effekt auf Populationsebene

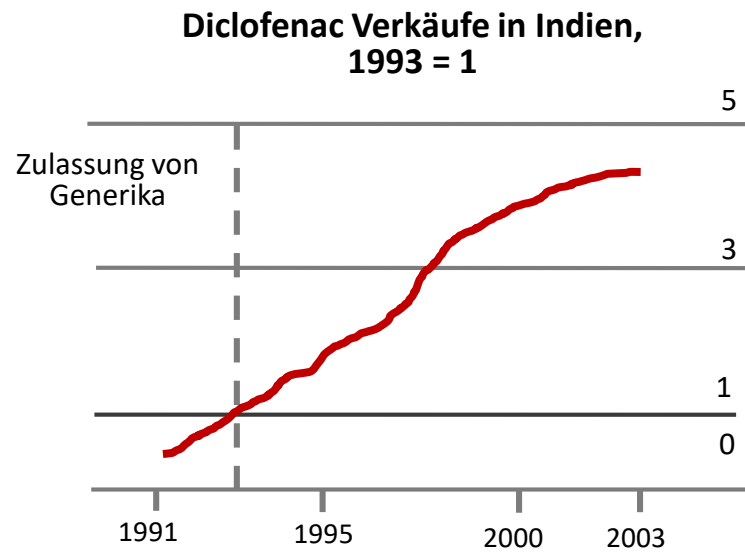
- Populationsrückgang von 3 einheimischen Geierarten um bis zu 97 %
- Ursache: *Sekundär-Vergiftung* durch Tierkadaver, die mit Diclofenac behandelt wurden
- Den einheimischen Geier fehlt das Enzym Diclofenac abzubauen

- Kühe sind heilige Tiere im Hinduismus
- Einsatz von Diclofenac in der Palliativmedizin bei Kühen innerhalb der Hindu Gemeinschaften
- Kühe sind die primäre Nahrung von Geiern in Süd-Asien.

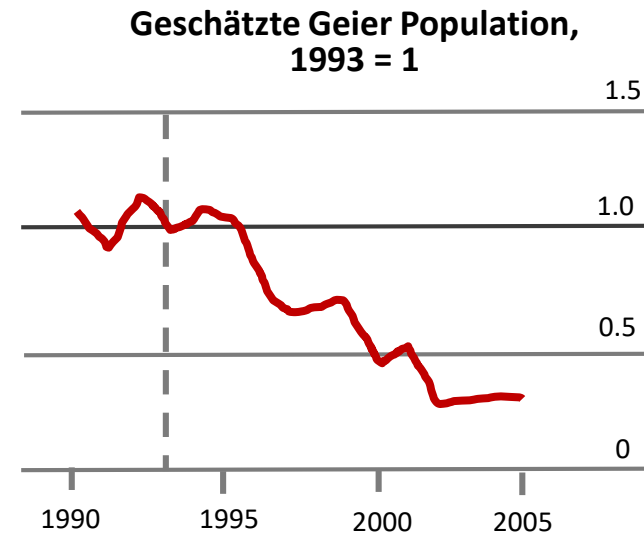


Erstellt mit
BioRender.com

Schmerzmittel in der Umwelt - Diclofenac



© The Economist
26.08.23



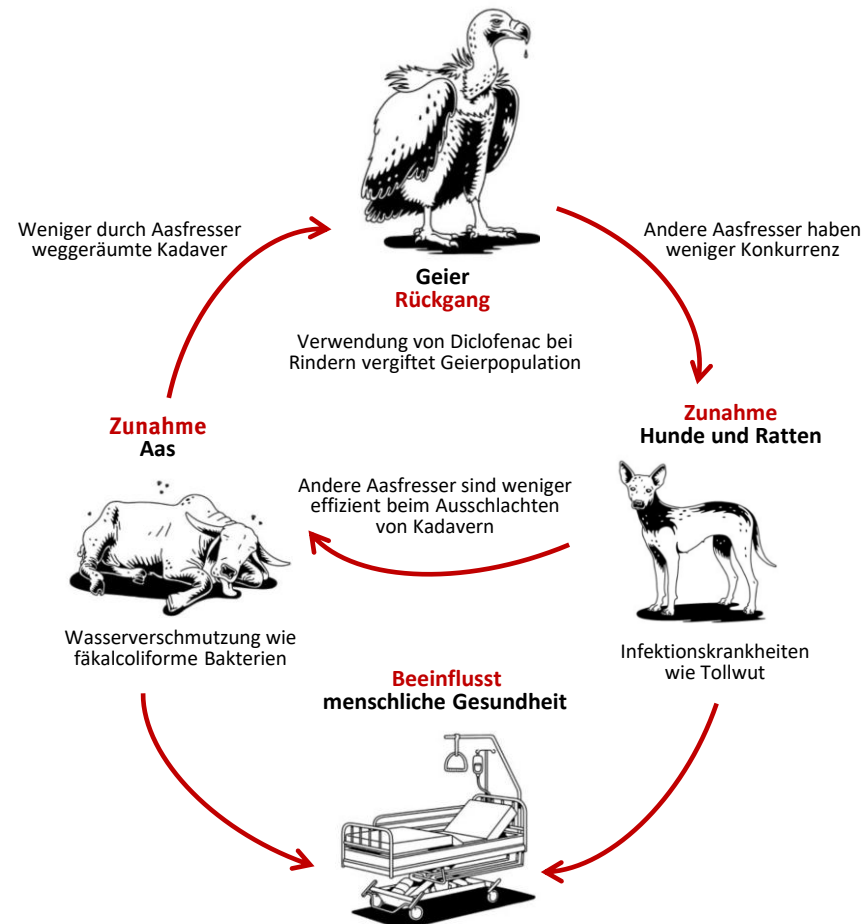
© Dieter Haas
Deutsches Tierärzteblatt (3) 65; 2017



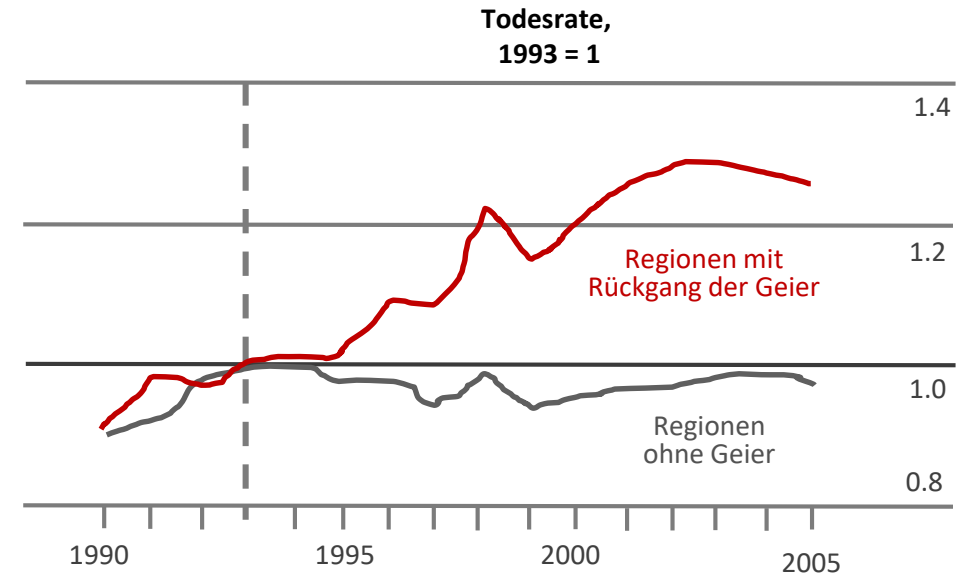
Source: "The social costs of keystone species collapse", by Eyal G. Frank & Anant Sudarshan BPI working paper, No.2022-165
<https://bfi.uchicago.edu/podcast/scavenging-for-answers-the-human-toll-of-vulture-population-collapse/>

Schmerzmittel in der Umwelt - Diclofenac

Die sozialen und humanitären Kosten des Kollapses einer Schlüsselart in einem Ökosystem



© The Economist – 26.08.23 verändert



- Todesrate ca. 100.000 pro Jahr
- Kosten ca. 70 Milliarden Dollar/ Jahr



Source: "The social costs of keystone species collapse", by Eyal G. Frank & Anant Sudarshan BPI working paper, No.2022-165
<https://bfi.uchicago.edu/podcast/scavenging-for-answers-the-human-toll-of-vulture-population-collapse/>



EGLV

Emschergenossenschaft
Lippeverband

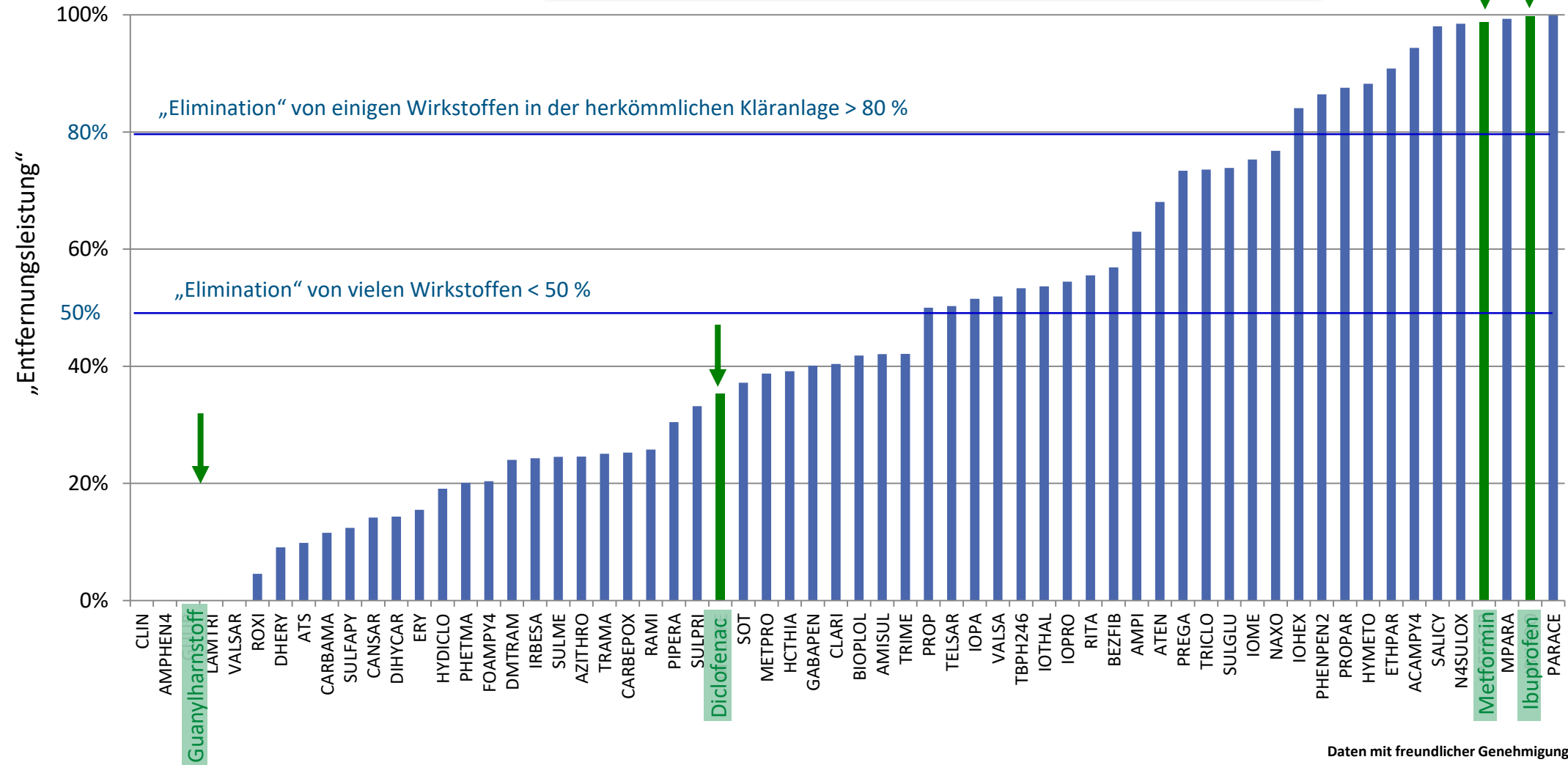
Was ist die Vierte Reinigungsstufe, was bewirkt sie?

Dr.-Ing. Issa Nafo, Abteilungsleiter Mitglieder- und Fördermanagement
Ärztammer Nordrhein, Fortbildungsveranstaltung „Vom Patienten in den
Fluss - Arzneimittelrückstände in der Umwelt und deren Vermeidung“
23. November 2022, online



Wirkung einer herkömmlichen Kläranlage auf Arzneiwirkstoffe

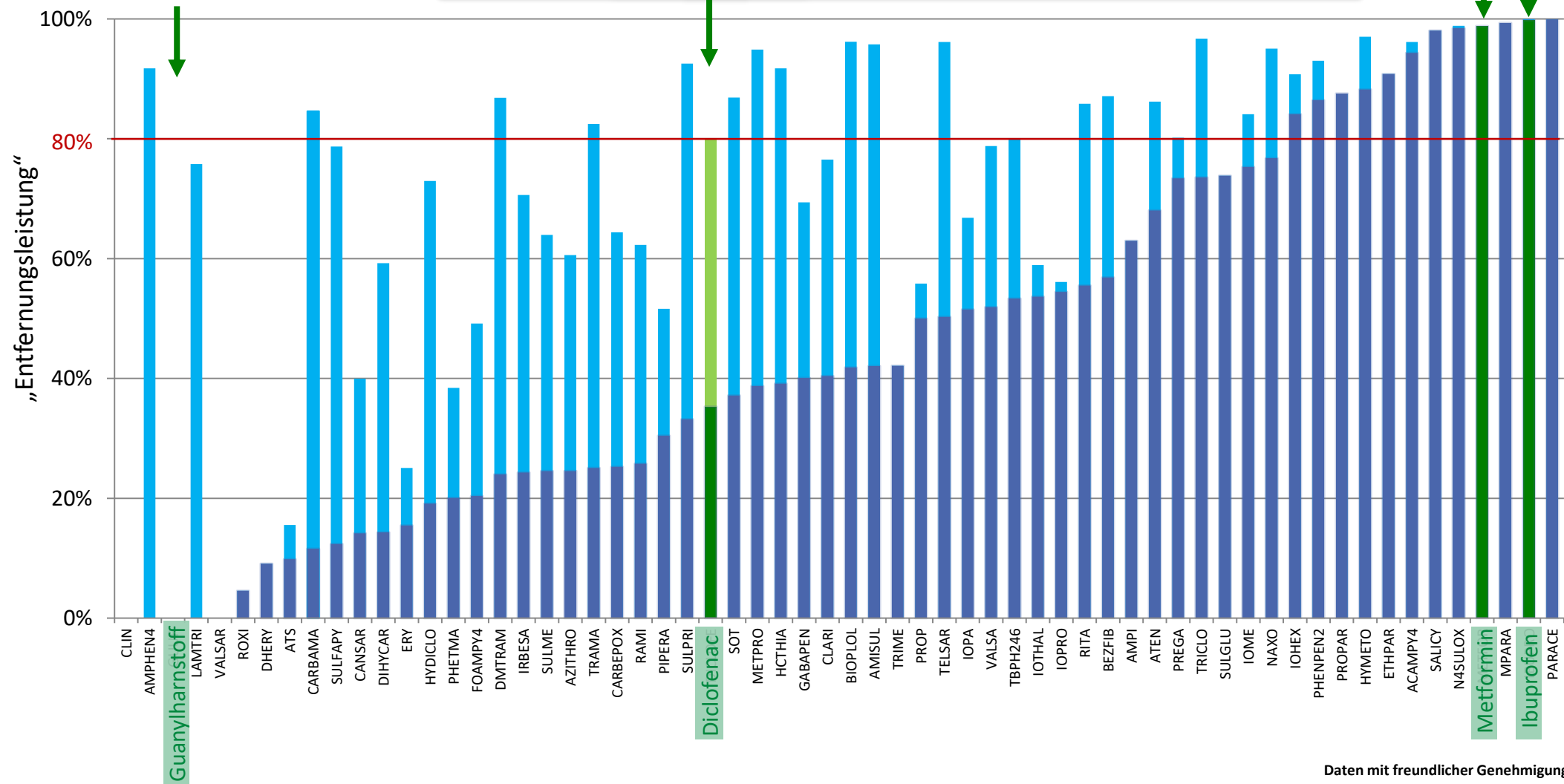
Entfernung von Arzneiwirkstoffen in der herkömmlichen Kläranlage mit „drei Reinigungsstufen“





Wirkung einer Kläranlage mit 4. Reinigungsstufe auf Arzneiwirkstoffe

hier als Pulveraktivkohlestufe am Beispiel der Kläranlage Dülmen
(bei 10 mg PAK/L; 18.11. bis 02.12.2015)



Klimabewusste Verordnung von Inhalativa

- Das Gesundheitswesen ist in Deutschland für 5,2 % der CO₂-Emissionen verantwortlich (GB: 4 %, EU: 4,7 %, USA: 7,6 %)
- Dosieraerosole (DA) nutzen Treibmittel, um den Wirkstoff in tiefe Lungenabschnitte zu transportieren. ↔ Pulverinhalatoren (DPI)
- Norfluran (HFA 134a) hat ein GWP* von 1.430, (Apafluran (HFA-227ea): 3.220)
- *Dosieraerosole* verantwortlich für 3.5 % der Treibhausgasemissionen des gesamten britischen Gesundheitssystems¹

*GWP: Global Warming Potential, CO₂ = 1



¹UK Progress on reducing F-gas Emissions - Environmental Audit Committee - House of Commons https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmenvaud/469/46905.htm#_idTextAnchor01

Klinische Aspekte der Therapie mit inhalativen Arzneimitteln

Die individuelle Auswahl des inhalativen Arzneimittels orientiert sich neben der verfügbaren Evidenz vor allem an motorischen und kognitiven Fähigkeiten der Patienten.

Generell gilt, dass DPI wegen des notwendigen forcierten Inspirationsmanövers für Kinder < 5 Jahre, für geriatrische Patienten sowie für Patienten mit akuter Exazerbation im Allgemeinen nicht empfohlen werden.

- Davon abgesehen ist eine Umstellung auf klimafreundlichere DPI für viele Betroffene gut möglich. Eine Umstellung ... führte ... zu einer substantiellen Verringerung des Treibhausgasausstoßes ohne Nachteile in Bezug auf die Asthmakontrolle^{2,3}
- (Es) bestehen keine klinisch relevanten Unterschiede zwischen DA und anderen inhalativen Arzneimitteln^{4,5}

Leitlinie S2k: Klimabewusste Verordnung von Inhalativa (2024)

Paracetamol S42 t



²Woodcock A, Rees J, Leather D, Frith L, Lofdahl M, Moore A, u. a. Eur Respir J 2021];58(suppl 65).

³Woodcock A, Janson C, Rees J, Frith L, Löfdahl M, Moore A, u. a.. Thorax.2022;77(12):1187–92.

⁴Ram FSF, Wright J, Brocklebank D, White JES. BMJ.2001;323(7318):901.

⁵Montoro J, Antolín-Amérigo D, Izquierdo-Domínguez A, Zapata JJ, González G, Valero A. J Investig Allergol Clin Immunol. 2023;0

Fortpflanzungsstrategien, Teil 1



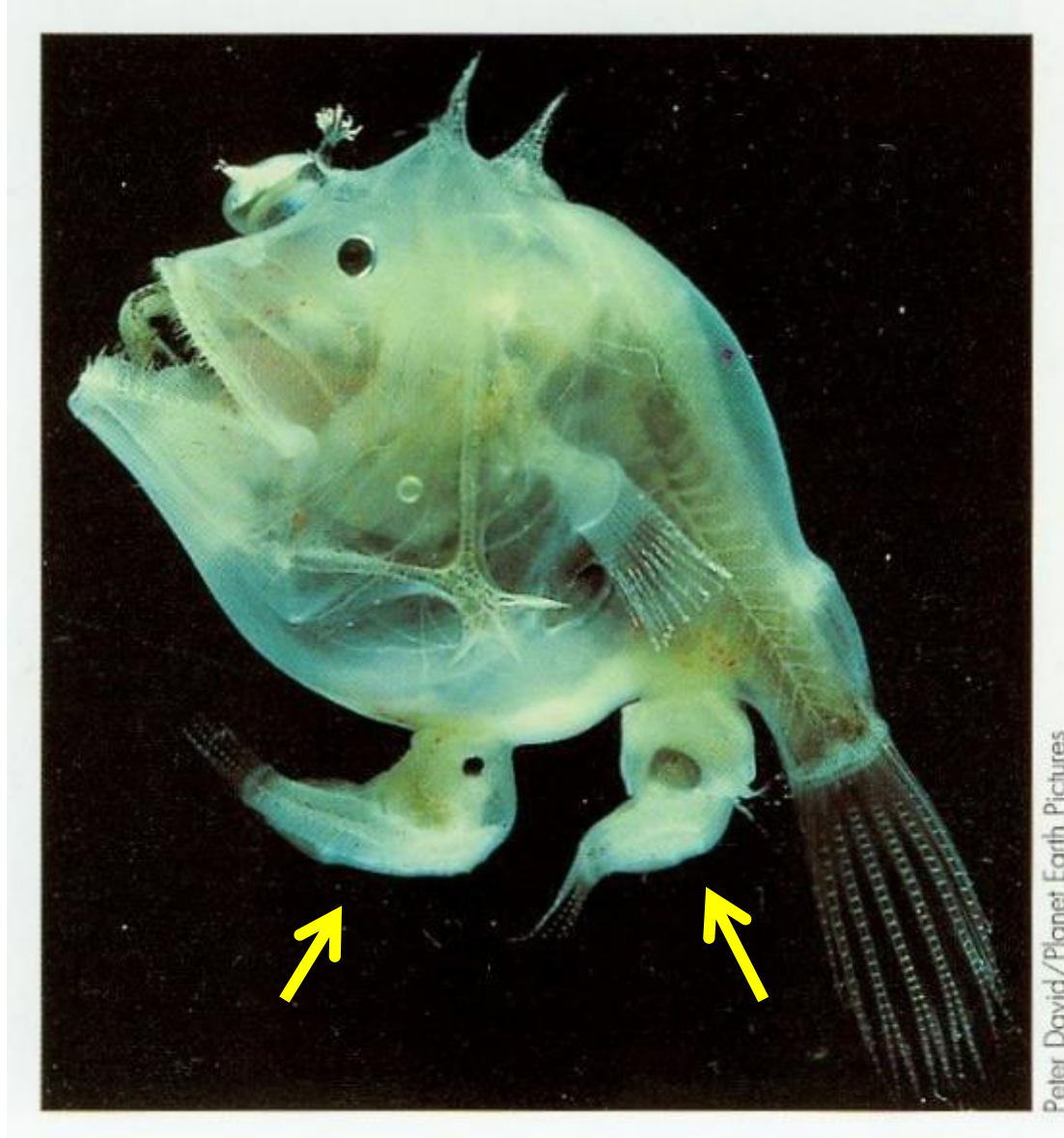
R. Wilson, University of Exeter, UK

Fortpflanzungsstrategien, Teil 2



R. Nagel, Uni Dresden

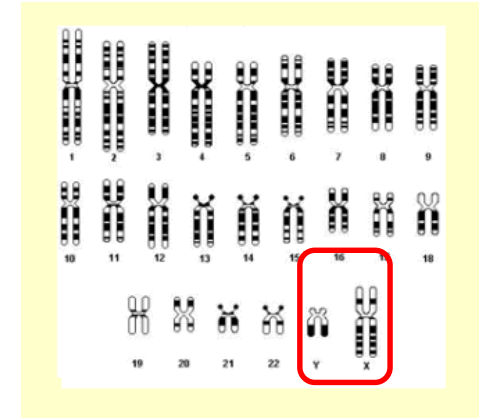
Fortpflanzungsstrategien, Teil 3



Geschlechtsdetermination bei Fischen



	♀	♂
Säuger	XX	XY
Vögel	ZW	ZZ



www.meine-moleküle.de

Die wenigsten Fischarten dagegen besitzen geschlechtsspezifische Chromosomen

Geschlechtsdetermination bei Fischen

abhängig von verschiedenen Faktoren:

- Genetische Prädisposition
- Soziale Struktur
- Alter
- Umweltbedingungen
(z.B. Temperatur, Dichte, pH, Wachstumsgeschwindigkeit)



**Viele Fischarten wechseln im Laufe ihres Lebens
mindestens 1x das Geschlecht**

Hormone in der Umwelt - Veränderung des Laichverhaltens

komplette Verweiblichung nach Exposition von 3 ng/L Ethinylestradiol



Zebrafisch
(*Danio rerio*)

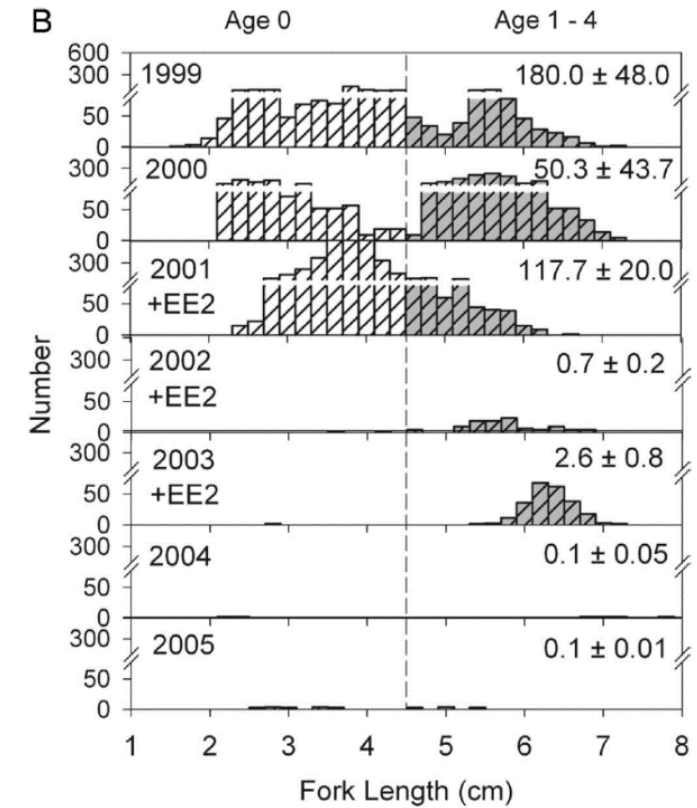


Langzeitexperiment in „Experimental Lake Area (ELA)“ im Nordwesten von Ontario, Kanada

Einen kompletten See (ca. 34 ha) über 3 Jahre mit 5 – 6 ng/L Ethinylestradiol belastet.



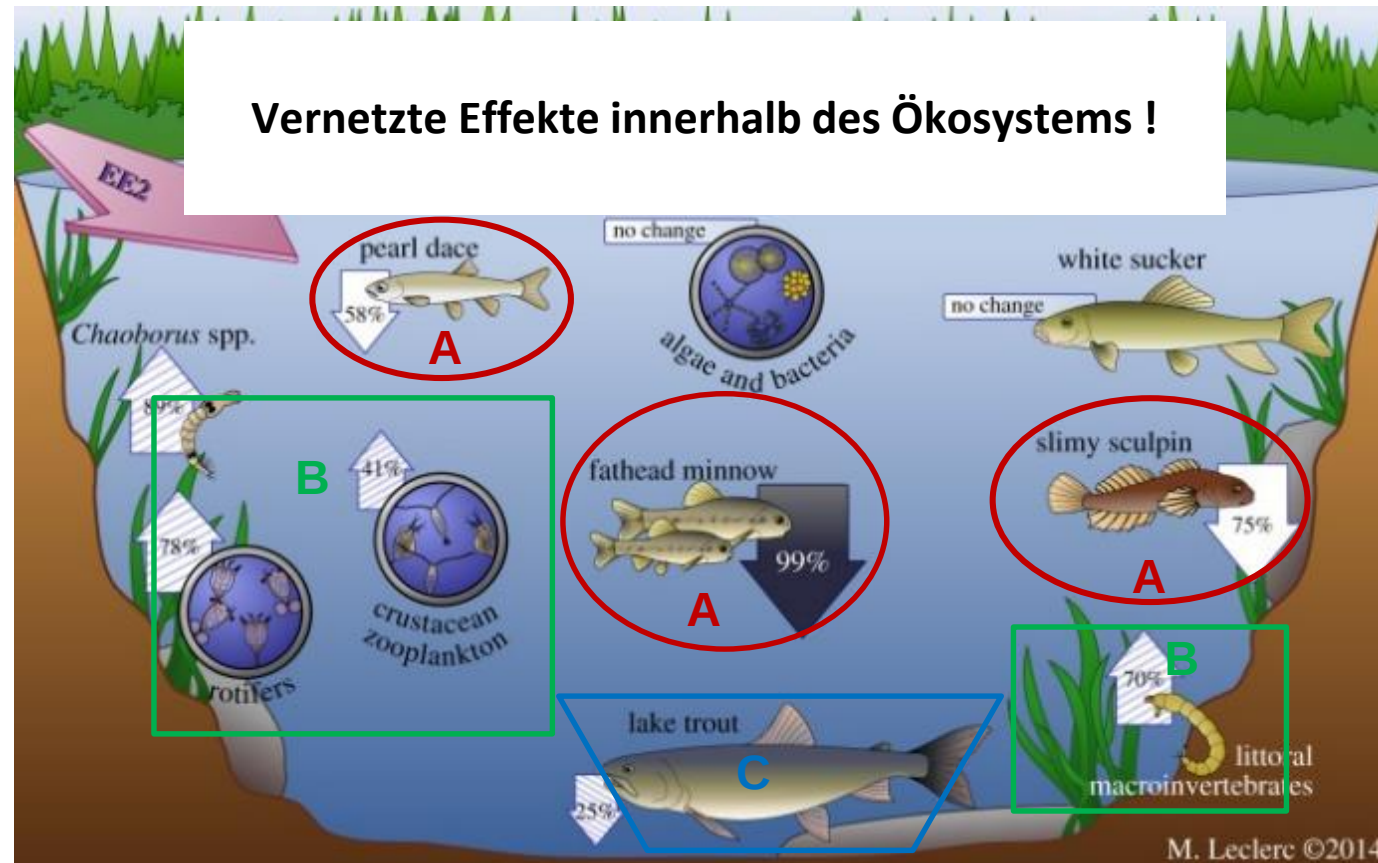
**Amerikanische
Dickkopf Elritze**
(*Pimephales promelas*)



Kidd et al. (2007): PNAS 104, 8897-8901

Langzeitexperiment in „Experimental Lake Area (ELA)“ im Nordwesten von Ontario, Kanada

- Untersuchungen bis 1999 - 2005
- Direkte & indirekte Effekte innerhalb von 2-3 Jahren auf die trophische Kaskade



- Plankton- und Benthosfresser ↓ (A)
- Phyto-, Zooplankton & benthischen Organismen ↑ (B)
- Cypriniden and *Sculpin* sind wichtige Beute für Forellen (C)

Kidd et al. 2014 Direct and indirect responses of a freshwater food web to a potent synthetic oestrogen.

Phil. Trans. R. Soc. B 369: 20130578.

<http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0578>

- ERA Phase II vorhanden, mit $RQ \geq 1$
- Identifiziert als Prioritäre Stoffe
- PBT/vPvB

- ERA Phase II vorhanden, mit $RQ 0,1 - 1$,
- als Vorwarnstufe, Gefahr der Aufstufung in Rot

- nach GL kein ERA erforderlich ist
- Umweltrisiko unwahrscheinlich + nicht PBT/vPvB
- ERA Phase II vorhanden, mit $RQ < 0,1$ + nicht PBT/vPvB

- Daten zur Klassifizierung fehlen



- Ca. 35
- 10
- 10

2 %



- Aktuell nicht abgeschätzt

68 %



- Ca. 1200
- Min. 150
- Min. 350

30 %



- Ca. 750 (min. 300 ERA Phase II erforderlich)