

# Gewässerbelastung durch Arzneistoffe - Ressourcenschonung durch Umweltbildung

Maren Rodriguez, Arnim Lühken

## Problemskizze

Nachdem **Arzneimittelwirkstoffe** Tier oder Mensch verabreicht wurden, gelangen sie **unverändert** oder als **Metabolite** (Stoffwechselzwischenprodukte) durch die **Ausscheidungen** ins Abwasser, durch Gülle und Mist auf die Ackerflächen und letztendlich ins Grundwasser.

Bereits seit den 1990er-Jahren werden immer wieder **Belastungen in verschiedenen Seen und Flüssen** nachgewiesen (s. Abb. 1), die durch den **Arzneimittelkonsum** unserer Gesellschaft hervorgerufen werden. Die Konzentrationen nehmen seitdem stetig zu [1].

**Kläranlagen** sind mit ihren gegenwärtig drei Klärstufen (Mechanische, Biologische und Chemische Reinigung) noch nicht in der Lage all diese Rückstände vollständig zurückzuhalten.

Seit einigen Jahren wird daher über eine **vierte Reinigungsstufe** diskutiert. Durch den Einsatz von **Aktivkohle**, der **Ozonierung** oder der **Mikrofiltration** sollen die Kläranlagen in Zeiten steigenden Arzneimittelkonsums effektiver werden.

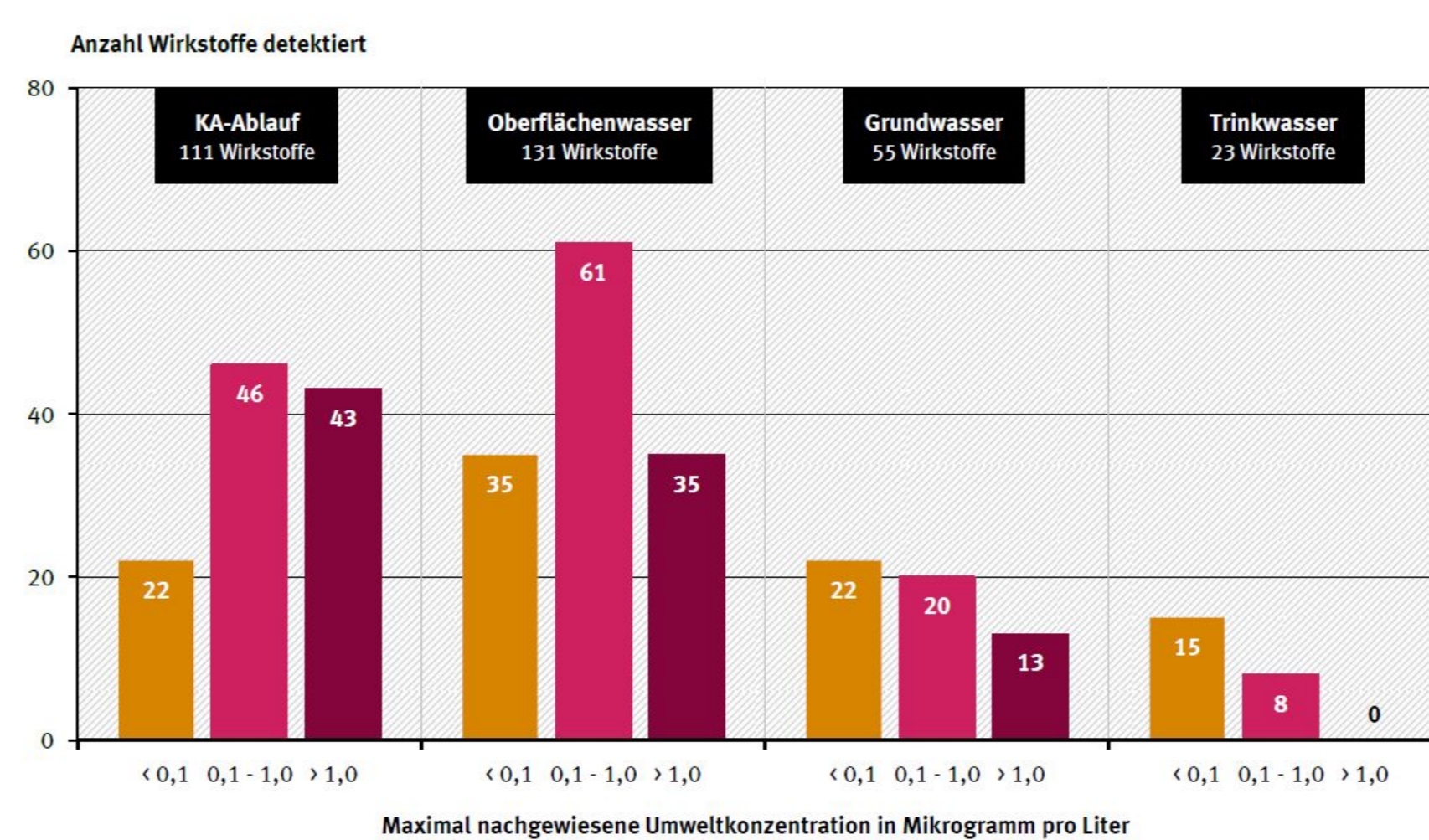


Abb. 1 - Anzahl der gemessenen Arzneimittelwirkstoffe in Klärabläufen, Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser. Dargestellt nach Konzentrationsklassen der maximal gemessenen Konzentration. [3]

Problematisch ist vor allem die Anreicherung von **Schmerzmitteln** (z.B. Diclofenac), **Hormonen** (v.a. Estrogene aus oralen Kontrazeptiva) verschiedener **Antibiotika** und **Röntgenkontrastmitteln** [ebd.]. Da die **ökologischen Folgen** der Arzneistoffe in unseren Gewässern nicht abschließend erforscht sind, sind Langzeitfolgen und „Cocktail Effekte“ kaum abzuschätzen [2]. Eine **unsachgemäße Entsorgung** von Arzneimitteln verschärft diese Problematik.

Ein **verantwortungsvoller Umgang** mit Arzneimitteln und vor allem auch deren **ordnungsgemäße Entsorgung** müssen also, auch im Unterricht, wichtige Ziele der **Umweltbildung** sein.

Das im Folgenden vorgestellte kleine Experiment bietet für die bereits vielfach im Unterricht eingesetzte Stofftrennung durch den Einsatz von Aktivkohle einen neuen **problemorientierten und aktuellen Zugang**. Zudem können im Unterricht die anderen Varianten - die Ozonierung und die Mikrofiltration - theoretisch behandelt werden und über die Vor- und vor allem Nachteile sowie Grenzen aller drei Methoden kann **diskutiert** werden.

## Erarbeitung

### Der Wirkstoff Diclofenac

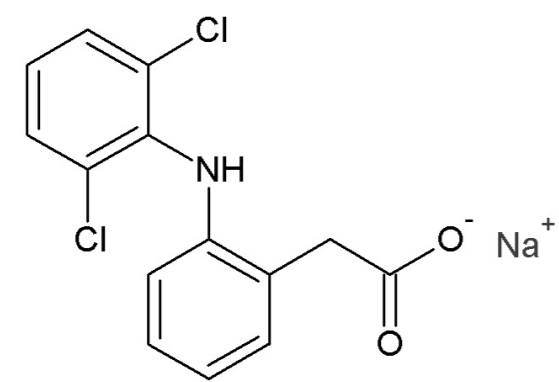


Abb. 2 - Natrium 2-[2-(2,6-Dichlorphenylamino)phenyl]acetat

Der **schmerzstillende und entzündungshemmende** Wirkstoff Diclofenac (s. Abb. 2) wird in der EU überwiegend in der Humanmedizin eingesetzt. In Tabletten oder Gelen ist er **teilweise verschreibungsfrei** erhältlich und findet gegenwärtig in mehr als 180 Fertigarzneimitteln Anwendung. Etwa 90 Tonnen des Wirkstoffs werden so jährlich verbraucht. [5]

Diclofenac ist sehr stabil, daher werden 70% - also etwa 63 Tonnen - unverändert mit dem Urin ausgeschieden und gelangen ins Abwasser. [ebd.]

Schädigende Wirkung übt Diclofenac nachweislich auf die **inneren Organe von Fischen** aus und bedroht somit auch fischfressende Vögel und Säugetiere. Seit 2012 steht der Wirkstoff daher auf der **Beobachtungsliste der Europäischen Kommission**. [6]

### Qualitativer Nachweis von Diclofenac

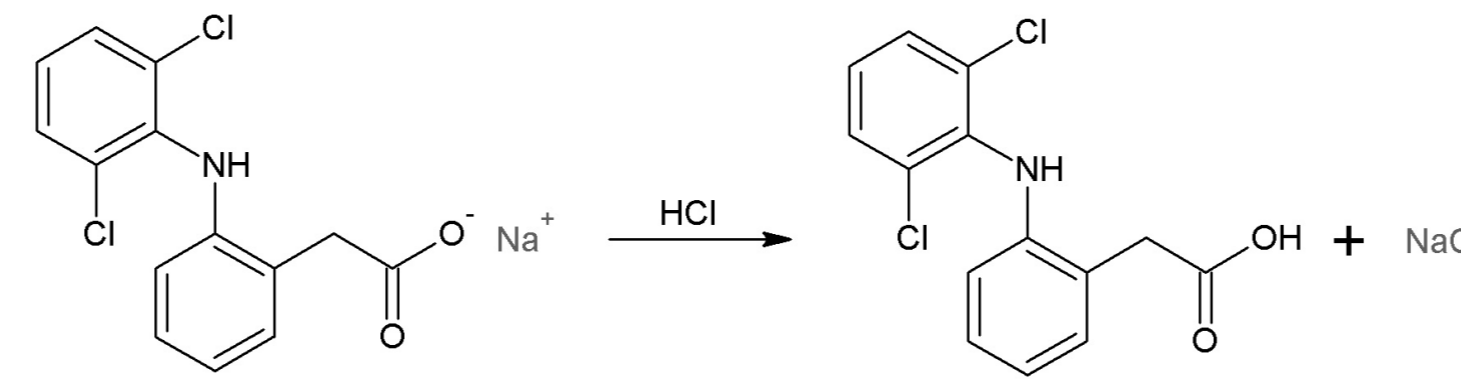


Abb. 3 - Schema der Protonierung

Das Gel oder die zerkleinerte Tablette wird in **Wasser** gelöst und zunächst mit **1%iger Salzsäure** (s. Abb. 3) und anschließend mit **gesättigter NaCl-Lösung** versetzt. Nun wird diese Lösung in einem Scheidetrichter mehrfach mit **Dichlormethan\*** extrahiert und die zusammengeführten organischen Phasen werden eingetrocknet. Anschließend wird der Rückstand mit einigen Tropfen **konzentrierter Salpetersäure** versetzt. Es entsteht eine deutliche **Rotfärbung** (s. Abb. 4).

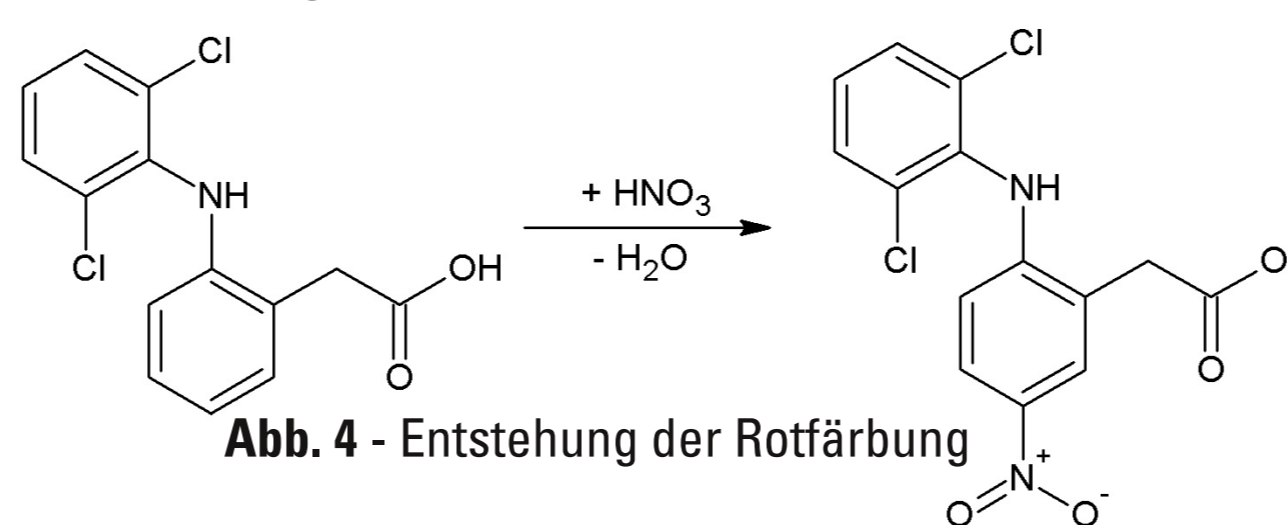


Abb. 4 - Entstehung der Rotfärbung

\* **Gefährdungsbeurteilung beachten!**  
Nachweis funktioniert auch mit Ethylacetat, ist aber deutlich zeitaufwendiger.

### Extraktion von Diclofenac aus dem Abwasser



Abb. 6 - Positiver Diclofenac-Nachweis

Zunächst wird das Gel oder die zerkleinerte Tablette in **Wasser** gelöst. Anschließend wird eine **„klassische“ Abwassermischung** für den **Modellversuch einer Kläranlage** hergestellt (hinzufügen von z.B. Sand, Holzspänen, Kaffeesatz, Salz, etc.).

Nun wird entsprechend der mechanischen Reinigungsstufen einer Kläranlage zunächst gesiebt und anschließend mit verschiedenen Porengrößen filtriert. Das nun sauber wirkende Filtrat wird entsprechend des qualitativen Nachweises (s.l.) auf Diclofenac untersucht.

**Der Nachweis ist positiv** (s. Abb. 6).

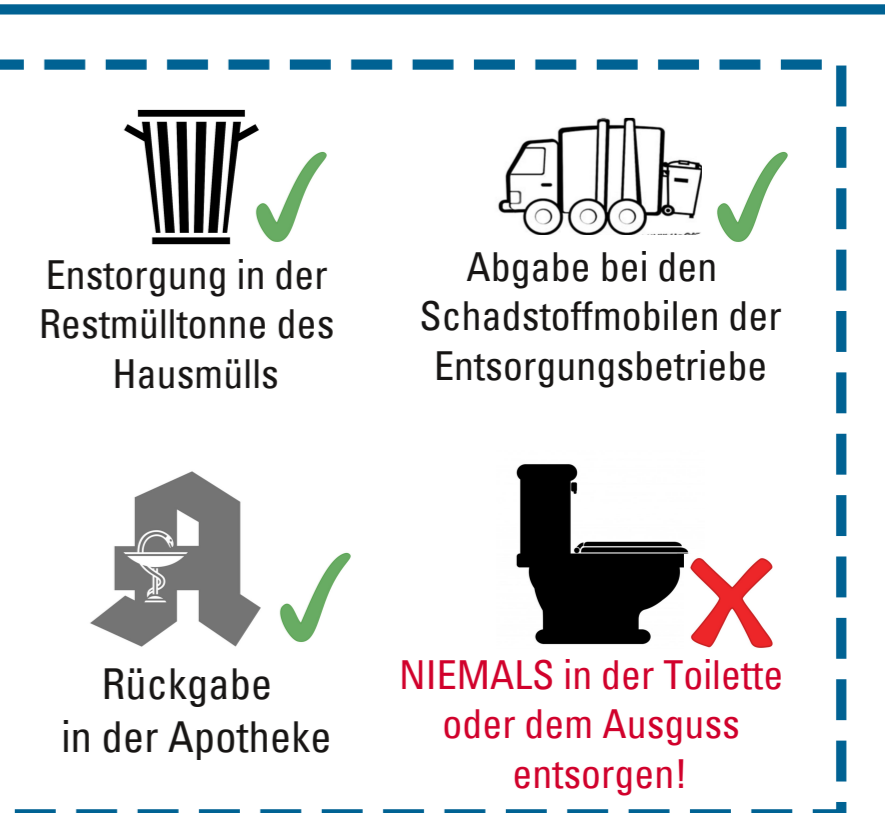
Anschließend wird zu dem Filtrat zuvor gewaschene Aktivkohle hinzugefügt, erneut filtriert und nochmals auf Diclofenac überprüft.

**Der Nachweis ist nun negativ.**

## Fazit

Um den Eintrag von Arzneimitteln und deren Rückständen zu minimieren, hält das Umweltbundesamt sowohl **technische Maßnahmen** (Entfernen der Stoffe in Kläranlagen) als auch **begleitende Maßnahmen** (z.B. Aufklärung der Bevölkerung und Verschreibungspflicht) für notwendig. [7] Eine Umfrage im Jahr 2013 ergab, dass in Deutschland noch immer **47%** der Befragten flüssige Arzneimittel zumindest gelegentlich **über das Abwasser entsorgen**. [ebd.] Diese Zahl ist hinsichtlich der Umweltrisiken erheblich.

Der Modellversuch zeigt, dass es durch ergänzende technische Maßnahmen in Kläranlagen, wie z.B. die Einführung einer vierten Reinigungsstufe mit Aktivkohle, durchaus möglich wäre die **Belastung für die Umwelt zu verringern**. Dem entgegen steht jedoch, dass dies mit einem **erheblichen Energieaufwand** verbunden wäre wodurch diese Lösung momentan noch sehr **kritisch diskutiert** wird. Der effektivste Weg die **ökologischen Risiken** zu minimieren, liegt also darin **Aufklärungsarbeit** zu leisten und das **Arzneimittelkonsum- und -entsorgungsverhalten** zu hinterfragen und zu schulen.



## Kontakt



## Quellen

- Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2015). Arzneimittel. Bestimmung von Arzneimittel-Wirkstoffen in hessischen Fließgewässern im Rahmen des Pflanzenschutzmittel-Monitorings - Messergebnisse von 2007 bis 2015. Verfügbar über: <https://www.hlnug.de/themen/wasser/fluessgewaesser/fluessgewaesser-chemie/spurenstoffe/arzneimittel.html> (Letzter Zugriff 29.08.2018)
- Gießen, H. (2011). Wie belastet ist unser Wasser? *PZ online*, Verfügbar über: <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=40244> (Letzter Zugriff 29.08.2018).
- Umweltbundesamt (2016). Arzneimittel in der Umwelt. Geänderte Grafik nach Daten von Bergmann et al. Monitoringdaten zu Umweltkonzentrationen von Arzneimitteln 2011. Verfügbar über: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/chemikalien/arzneimittel-in-der-umwelt> (Letzter Zugriff 29.08.2018)
- Umweltbundesamt (2016). Wie entsorge ich Arzneimittel richtig? Verfügbar über: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/poster-wie-entsorge-ich-arzneimittel-richtig> (Letzter Zugriff 29.08.2018)
- Meißner, Marc (2008). Arzneimittel in der Umwelt: Natur als Medikamentendeponie. *Deutsches Ärzteblatt* 105 (24). Verfügbar über: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/60535> (Letzter Zugriff 29.08.2018)
- Umweltbundesamt (2017). Chemikalienwirkungen. Verfügbar über: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/chemikalien/chemikalienwirkungen#textpart-1> (Letzter Zugriff 29.08.2018)
- Umweltbundesamt (2018). Humanarzneimittel. Verfügbar über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/arzneimittel/humanarzneimittel> (Letzter Zugriff 29.08.2018)