



## Ökotoxikologische Effekte von Stoffgemischen bei der Abwasserreinigung

Klaus Weiß ([klaus.weiss@lfu.bayern.de](mailto:klaus.weiss@lfu.bayern.de)), Robert Asner ([robert.asner@lfu.bayern.de](mailto:robert.asner@lfu.bayern.de)), Willi Kopf ([willi.kopf@lfu.bayern.de](mailto:willi.kopf@lfu.bayern.de)), Walter Schuessler ([walter.schuessler@lfu.bayern.de](mailto:walter.schuessler@lfu.bayern.de)), Anne Bayer ([anne.bayer@lfu.bayern.de](mailto:anne.bayer@lfu.bayern.de))

Bayerisches Landesamt für Umwelt Augsburg

### Abstract

Anthropogene Spurenstoffe gelangen u.a. durch Abwasser in die Gewässer. Ein Schwerpunkt der Untersuchungen war die ökotoxikologische Wirkung von Spurenstoffen im Zuge der biologischen Abwasserreinigung einschließlich der beim Abbau entstehenden Transformationsprodukte. Hierzu wurde ein Belebtschlamm-Simulations-Test (Laborkläranlage) mit standardisierten biologischen Wirktests gekoppelt. Diese integrieren die summarische Wirkung aller - bekannter wie unbekannter - Abwasserinhaltsstoffe.

### Problemstellung und Strategie

Anthropogene Spurenstoffe wie Reinigungs- oder Arzneimittel erreichen täglich mit dem Abwasser die kommunalen Kläranlagen. Meist werden sie dort nicht vollständig abgebaut, sondern in andere unbekannte Spurenstoffe, sogenannte Transformationsprodukte (TP), umgewandelt. Diese können anschließend ungehindert in unsere Gewässer gelangen und dort die aquatische Biozönose schädigen.

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt „RISK-IDENT“ nimmt sich dieser Thematik an und versucht diese unbekanntesten Spurenstoffe zu

erfassen, zu bewerten und eventuelle Handlungsstrategien für einen verminderten Gewässereintrag zu entwickeln. Insbesondere soll geklärt werden, wie und in welchem Ausmaß die Stoffe in den Laborkläranlagen (LKA) eliminiert werden, welche TP entstehen und ob diese relevant für aquatische Organismen sind. Für die ökotoxikologische Bewertung dieser Spurenstoffe sowie der TP werden im Projekt „RISK-IDENT“ genormte Biotests verwendet (Tabelle 1).

Ein wesentlicher Vorteil von ökotoxikologischen Tests ist, dass integrierend die Wirkung aller Abwasserinhaltsstoffe erfasst wird, ohne dass diese im Einzelnen bekannt sein müssen. Bei der Bestimmung der Ökotoxizität in der Abwassermatrix liegt der Focus auf der Untersuchung der Zu- und Abläufe der LKA (Abb. 1). Im Zulauf sind die beaufschlagten Einzelstoffe sowie ihre Konzentration bekannt. Im LKA-Ablauf jedoch sind TP enthalten, die während des biologischen Abbaus aus den zudosierten Stoffen gebildet werden und in der Regel nicht bekannt sind. Mit analytischen Methoden kann nur ein kleiner Teil dieser entstandenen, bislang unbekanntesten TP bestimmt werden; mit ökotoxikologischen Tests wird dagegen die summarische Wirkung aller Wasserinhaltsstoffe erfasst.

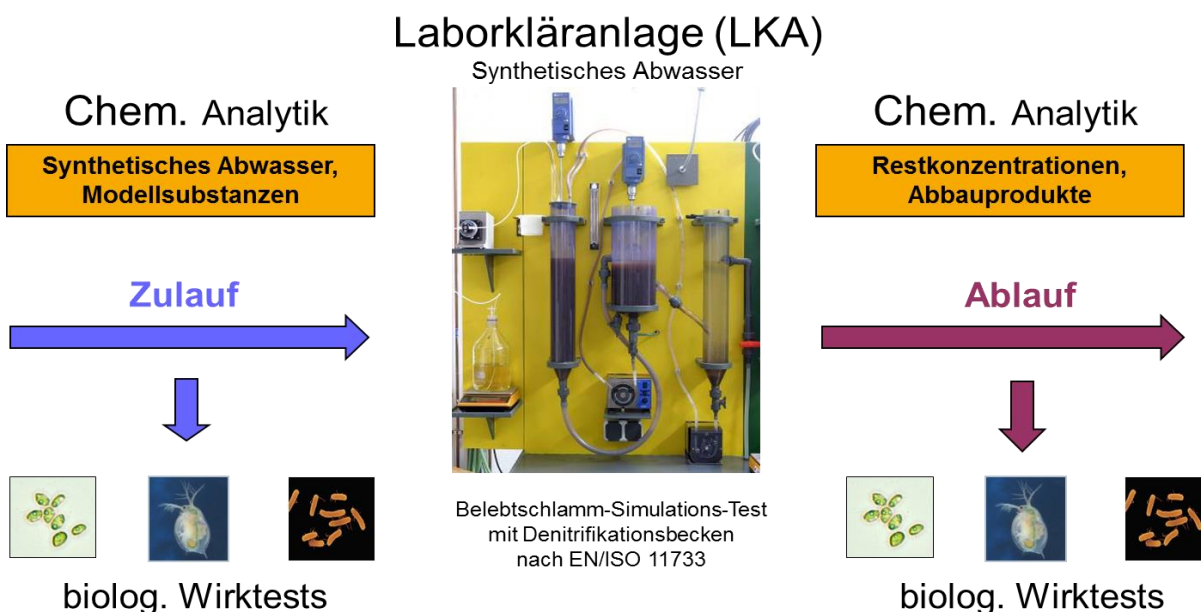


Abb.1: Untersuchungsschema der Laborkläranlagen

| Test                     | Organismus   | Endpunkt       | Endpunktbezogene Messgröße | Norm                |
|--------------------------|--|----------------|----------------------------|---------------------|
| Fischartest akut         | <i>Danio rerio</i>                                   | Entwicklung    | Mortalität                 | DIN EN ISO 15088    |
| Daphnientest akut        | <i>Daphnia magna</i>                                 | Immobilisation | Beweglichkeit              | DIN EN ISO 6341     |
| Daphnientest chronisch   | <i>Daphnia magna</i>                                 | Reproduktion   | Anzahl Jungtiere           | ISO 10706/ OECD 211 |
| Algentest akut/chronisch | <i>Desmodesmus subspicatus</i>                       | Wachstum       | Wachstumsrate              | DIN EN ISO 8692     |
| AMES                     | <i>Salmonella typhimurium</i> Stamm TA 98 und TA 100 | Gentoxizität   | Mutationsrate              | ISO 11350           |

**Tabelle 1:** Angewandte normierte ökotoxikologische Tests

## Ergebnisse aus den Laborkläranlagenläufen

### Fallbeispiel 1

Die blutdrucksenkenden Arzneimittel Valsartan, Olmesartan, Candesartan, Eprosartan sowie Irbesartan wurden als Mischung mit jeweils 40 µg/l dem LKA-Zulauf zugesetzt. Im Ablauf lagen die Restkonzentrationen zwischen 0,1 und 20 µg/l. Mehrere bekannte (Helbling et al. 2010) und auch bislang unbekannte TP wurden detektiert. Es konnte weder beim Zu- noch beim Ablauf eine toxische Wirkung festgestellt werden. In Einzelsubstanztests wurde eine akut toxische Wirkung erst ab einer Konzentration von ca. 100 mg/l (Algen) festgestellt. Die höchsten gemessenen Umweltkonzentrationen in bayerischen Oberflächengewässern liegen bei 2,2 µg/l (Olmesartan), d.h. weder die Sartane noch ihre TP stellen ein Risiko für die aquatische Umwelt dar (Asner 2013; Asner et al. 2014).

### Fallbeispiel 2

Die Biozide Benzisothiazolinon (BIT), Methylisothiazolinon (MIT) und Octylisothiazolinon (OIT) wurden dem Zulauf mit einer Konzentration von jeweils 40 µg/l zugegeben. Das Algenwachstum wurde im unverdünnten LKA-Zulauf und Ablauf zu 100 % gehemmt. Die Konzentration im LKA-Ablauf betrug für BIT nur noch 0,2 µg/l und für MIT 0,5 µg/l. OIT war nicht mehr nachweisbar. Dies deutet auf einen guten Abbau in der LKA hin. Um auszuschließen, dass die Restkonzentrationen für die Hemmung des Algenwachstums verantwortlich sind, wurde BIT und MIT einzeln im Konzentrationsbereich von 0,1 bis 1,0 µg/l und als BIT-MIT-Mischung mit jeweils 0,1 bis 1,0 µg/l getestet. Bei diesen Substanztests konnte im angegebenen Konzentrationsbereich keine Hemmung auf das Algenwachstum festgestellt werden. Dies lässt den Schluss zu, dass die in der LKA entstandenen TP für die algentoxische Wirkung im LKA-Ablauf verantwortlich sind.

### Fallbeispiel 3

Das synthetische Abwasser wurde mit einem Arzneimittelmix von jeweils 40 µg/l Bisoprolol (Betablocker), Hydrochlorothiazid (Blutdrucksenker), Levetiracetam (Antiepileptikum) und Venlafaxin (Antidepressivum) dotiert. Dieser Arzneimittelmix zeigte keine toxische Wirkung. Im LKA-Ablauf konnten jedoch sowohl signifikante Effekte auf die Reproduktion der Daphnien innerhalb von 21 Tagen als auch gen-toxische Effekte bis zur 1:2 verdünnten Probe nachgewiesen werden. Da nur im Ablauf signifikante Effekte auftreten ist zu vermuten, dass

diese durch in der LKA entstandene TP hervorgerufen werden.

## Fazit

Die eingesetzten Biotestverfahren geben eine Aussage über die integrale Wirkung aller in der Probe vorhandenen Wasserinhaltsstoffe, ohne dass diese im Einzelnen bekannt sein müssen. Daher ist eine ökotoxikologische Bewertung auch dann möglich, wenn im Ablauf von Kläranlagen Transformationsprodukte analytisch nicht oder nur teilweise identifiziert werden konnten. Es zeigte sich, dass die biologische Abwasserreinigung bei anthropogenen Spurenstoffen an ihre Grenzen stößt. Mit Hilfe von LKA und standardisierten ökotoxikologischen Testverfahren wurde nachgewiesen, dass anthropogene Spurenstoffe in üblichen Kläranlagen nicht vollständig abgebaut werden. Restkonzentrationen und TP können ökotoxikologisch relevant sein. Auch bei einem nicht toxischen Abwasser im Zulauf können Transformationsprodukte entstehen, die für Gewässerorganismen schädlich sind.

## Dank

Gedankt sei an dieser Stelle dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Finanzierung des Forschungsprojektes RISK-IDENT im Forschungsverbund RiSKWa mit dem Förderkennzeichen 02WRS1273.

## Literatur

- Asner, R., 2013: Bewertung bislang nicht identifizierter anthropogener Spurenstoffe im aquatischen System. Mitt. Umweltchem. Ökotox. 19, 89-91.
- Asner, R., Schüssler, W., Kopf, W., Weiss, K., Sengl, M., Bayer, A., Letzel, M., 2014: Projekt „RISK-IDENT“ – Bewertung bislang nicht identifizierter anthropogener Spurenstoffe im aquatischen System am Beispiel von fünf blutdrucksenkenden Arzneimitteln. Korrespondenz Wasserwirtschaft 5, 268-272.
- Helbling, D.E., Hollender, J., Kohler, H.-P.E., Singer, H., Fenner, K., 2010: High-throughput identification of microbial transformation products of organic micropollutants. Environ. Sci. Technol. 44, 6621-6627.

## Korrespondenzadresse

Dr. Klaus Weiß  
Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrichstr. 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821/9071-5937