

Urbane Regenwasserversickerung als Eintragspfad für Biozide und deren Transformationsprodukte ins Grundwasser

Birte Hensen, Jens Lange, Oliver Olsson, Klaus Kümmerer

Professur für Nachhaltige Chemie und Stoffliche Ressourcen
Leuphana Universität Lüneburg

Kurzfassung: Biozide werden u.a. in Fassadenanstrichen verwendet, um Algen- und Schimmelbildung vorzubeugen. Durch Regenereignisse können die Biozide und deren Transformationsprodukte (TP) von Fassaden ausgewaschen werden und in den urbanen Wasserkreislauf gelangen. Diese Studie untersucht den Eintragspfad der Biozide Diuron, Terbutryn und Octylisothiazolinon und ihren TP in das Grundwasser über Regenwasserversickerungsanlagen. Dafür wurden Regenwasserabflussproben aus einem Mulden-Rigolen-System sowie Grundwasserproben im An- und Abstrom der Versickerungsanlage genommen und auf die Biozide und TP untersucht. Die Biozide und vier der TP konnten in Konzentrationen von maximal 140 ng L^{-1} im Regenwasserabfluss detektiert werden. Im Grundwasserabstrom der Versickerungsanlage wurde eine Zunahme von Konzentrationen und Positivbefunden festgestellt. Damit konnte die untersuchte Regenwasserversickerungsanlage als Eintragsquelle für Biozide und deren TP ins das Grundwasser identifiziert werden.

Key-Words: Biozide, Transformationsprodukte, Regenwasserversickerung, Grundwassereintragspfad

1. Einleitung

Biozide Wirkstoffe werden u.a. in Putzen oder Farben auf Fassaden und Schutzanstrichen eingesetzt, um diese vor Algen- und Schimmelpilzbefall zu schützen und damit ihre Lebensdauer zu erhöhen. Niederschlagsbedingte Auswaschung von Bioziden aus Fassaden führt dazu, dass städtische Flächen Eintragsquellen von Bioziden in urbane Oberflächengewässer darstellen (Burkhardt et al. 2012; Schoknecht et al. 2009). Zunehmend werden dabei auch Transformationsprodukte (TP) der ursprünglich verwendeten Ausgangssubstanzen Gegenstand der Betrachtung, die durch Abbauprozesse (z.B. Photolyse oder Bioabbau) entstehen. Viele dieser TP sind bisher unbekannt. Sie können teilweise toxischer und persistenter als die Ausgangssubstanz sein (Escher & Fenner 2011) und sind dementsprechend ein zusätzliches potentiell Risiko für Mensch und Umwelt.

In urbanen Gebieten können Regenwasserversickerungsanlagen einen Eintragspfad für Schadstoffe in das Grundwasser darstellen, sofern ihre Barrierewirkung für einen Rückhalt nicht ausreicht (Lange et al. 2017). Das BMBF-Projekt MUTReWa (Maßnahmen für einen nachhaltigen Umgang von Pestiziden und deren Transformationsprodukten im regionalen Wassermanagement; www.mutrewa.de) untersucht den möglichen Eintrag von Bioziden und deren TP in das Grundwasser am Beispiel der Wirkstoffe Diuron, Terbutryn und Octylisothiazolinon (OIT).

2. Untersuchungsgebiet und Methodik

Das untersuchte Regenwasserversickerungssystem befindet sich im Süden der Stadt Freiburg und ist Teil einer seit 1996 erschlossenen Konversionsfläche. Zentralelemente sind Kaskaden aus begrünten Mulden-Rigolen, die den gebildeten Oberflächenabfluss größtenteils aufnehmen und versickern lassen. Es wurden zwei Teileinzugsgebiete (TEG) beprobt, mit jeweils einer separat angeschlossenen Versickerungsmulde. An drei Niederschlagsereignissen wurde der Niederschlagsabfluss aus den TEG am Muldenzulauf und das versickerte Wasser im Rigolenkörper beprobt (zwei Probenahmen im Jahr 2016 und eine im Jahr 2017). Weiterhin wurden Proben aus insgesamt sieben Grundwassermessstellen gezogen, drei im Anstrom und vier im Abstrom der Versickerungsanlage (jeweils zwei im Jahr 2016 und 2017). Insgesamt wurden dabei sechs Mulden-, zehn Rigolen- sowie 28 Grundwasserproben (jeweils zwei Proben zur Doppelbestimmung) analysiert.

Das untersuchte Substanzspektrum umfasste die Muttersubstanzen Diuron, Terbutryn und OIT sowie die TP Diuron-Desmethyl (TP-219), Hydroxy-Terbutryn (TP-212), Terbutryn-Desethyl (TP-214) und Terbumeton (TP-226). Als interne Standards wurden Diuron-D6 und Terbutryn-D5 verwendet. Die Probenaufbereitung von jeweils einem Liter Wasserprobe erfolgte mittels Festphasenextraktion und anschließender Analyse der Muttersubstanzen und TP mittels LC-MS/MS.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Vorkommen der Substanzen in Versickerungsanlagen

Die Muttersubstanzen konnten im Niederschlagsabfluss am Zulauf der Mulde in Konzentrationen bis zu 140 ng L^{-1} nachgewiesen werden und stimmten damit mit Ergebnissen bisheriger Studien überein (Bollmann et al. 2014). Der Vergleich beider TEG zeigte, dass die mittleren Konzentrationen aller Substanzen des TEG 1 um einen Faktor 10 höher waren als in TEG 2 (Abbildung 1; links). Dabei dominierte Terbutryn die Niederschlagsabflussproben, seine TP (TP-212 und TP-214) konnten in mittleren Konzentrationen von $20\text{-}40 \text{ ng L}^{-1}$ gemessen werden.

Die Wasserproben aus dem Rigolenkörper wiesen geringere Konzentrationen der Substanzen im Vergleich zum Niederschlagsabfluss auf (Abbildung 1; rechts). Dennoch wurde deutlich, dass eine Vielzahl der Substanzen und insbesondere die TP nachweisbar waren, was bedeutet, dass die Boden-Sand-Passage die untersuchten

Substanzen nicht vollständig eliminierte. Außerdem nahm die Anzahl der Substanzen im Rigolenwasser zu, was auf eine Remobilisierung der Substanzen von Bodenpartikeln hindeutet, die mit vorherigen Regenereignissen in das Mulden-Rigolen-System eingetragen wurden.

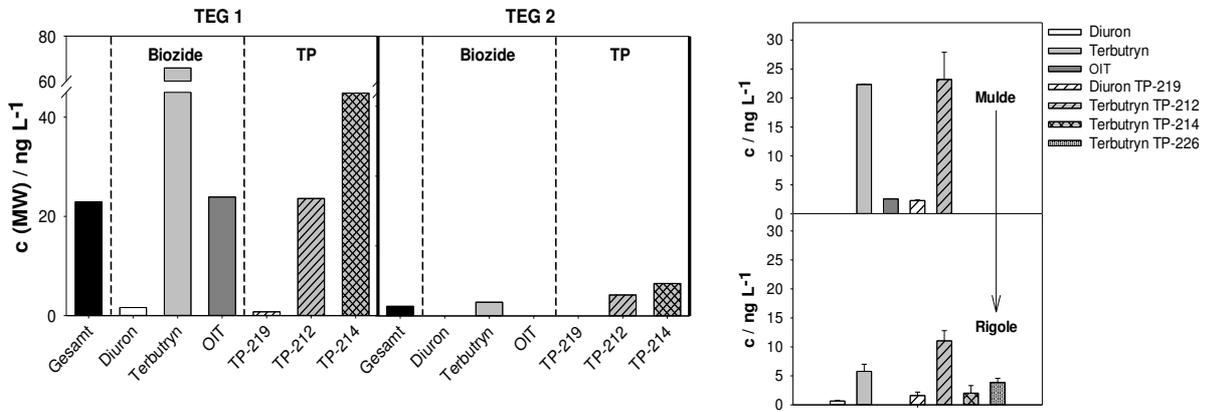


Abbildung 1: Links: Mittlere Konzentration der untersuchten Biozide und TP in ng L⁻¹ für zwei TEG im Muldenzulauf bei drei Niederschlagsereignissen. Rechts: Konzentration der Biozide und TP in der Mulde und in der Rigole nach Durchlaufen der Boden-Sand-Passage.

3.2. Eintrag der Substanzen in das Grundwasser

Die gemessenen Konzentrationen im Grundwasserabstrom waren höher im Vergleich zum Grundwasseranstrom. Einige Substanzen, wie z.B. Terbutryn und dessen TP wurden nur im Abstrom der Versickerungsanlage gemessen (Abbildung 2). Biozide und TP konnten damit zweifelsfrei im Grundwasser unter einem Stadtgebiet nachgewiesen und ihr Eintrag über die Versickerungsanlage belegt werden.

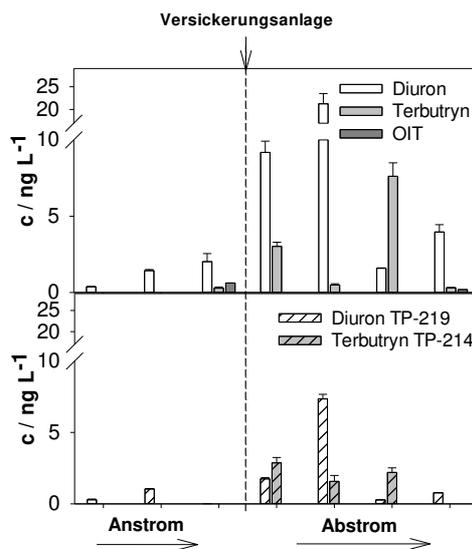


Abbildung 2: Konzentration der Biozide (oben) und TP (unten; gestrichelte Balken) im Grundwasseran- und -abstrom der Versickerungsanlage in ng L⁻¹.

4. Fazit

Die Ergebnisse der hier berichteten Untersuchungen zeigen, dass Gebäudebestandteile Quellen für Schadstoffe im aquatischen urbanen Raum sein können. Sie legen den Schluss nahe, dass die Barrierewirkung und Schutzfunktion des vorhandenen Mulden-Rigolen-Versickerungssystems bezüglich einer Schadstoffkontamination des Grundwassers unzureichend ist. Inwieweit andere Eintragspfade eine Rolle spielen und diese Befunde verallgemeinerbar sind, muss noch überprüft werden. Zieht man die üblichen Grenzwerte heran, ist für das Grundwasser von keiner akuten Gefährdung durch die Biozide auszugehen. Da die Toxizität der TP jedoch weitestgehend unbekannt ist, kann ein Risiko nicht ausgeschlossen werden. Darüber hinaus können Langzeiteffekte durch zunehmende Anreicherung der Substanzen das Risiko erhöhen. Die Studie verdeutlicht, dass die untersuchten Mulden-Rigolen-Systeme im Sinne einer Regenwasserbewirtschaftung nur in quantitativer Hinsicht und nicht im Hinblick auf einen Stoffrückhalt geplant und ausgelegt wurden. Da die Effizienz solcher End-of-pipe-Maßnahmen für den Rückhalt von Spurenstoffen im Regenwasserabfluss nicht eindeutig ist, sollten Maßnahmen zur Reduktion an der Emissionsquelle erfolgen.

5. Literatur

- Bollmann, U. E., Vollertsen, J., Carmeliet, J., and Bester, K. (2014): Dynamics of biocide emissions from buildings in a suburban stormwater catchment - concentrations, mass loads and emission processes. *Water Res.* 56, S. 66-76.
- Burkhardt, M., Zuleeg, S., Vonbank, R., Bester, K., Carmeliet, J., Boller, M., and Wangler, T. (2012): Leaching of Biocides from Façades under Natural Weather Conditions. *Environ. Sci. Technol.* 46, 10, S. 5497-5503.
- Escher, B. I. and Fenner, K. (2011): Recent advances in environmental risk assessment of transformation products. *Environ. Sci. Technol.* 45, 9, S. 3835-3847.
- Lange, J.; Olsson, O.; Jackisch, N.; Weber, T.; Hensen, B.; Zieger, F.; Schuetz, T.; Kümmerer, K. (2017): Urbane Regenwasserversickerung als Eintragspfad für biozide Wirkstoffe in das Grundwasser? *Korrespondenz Wasserwirtschaft*, 4, S. 198-202.
- Schoknecht, U., Gruycheva, J., Mathies, H., Bergmann, H., and Burkhardt, M. (2009): Leaching of biocides used in facade coatings under laboratory test conditions. *Environ. Sci. Technol.* 43, 24, S. 9321-9328.

Korrespondenz an:

Birte Hensen
Universitätsallee 1
21335 Lüneburg
Tel.: 04131-677 2836
E-Mail: birte.hensen@leuphana.de