

Funde von Tierarzneimitteln im Grundwasser an sechs Standorten in Niedersachsen

Stephan Hannappel (Berlin) und Christel Karfusehr (Cloppenburg)

Zusammenfassung

An sechs Standorten in viehstarken Regionen in Niedersachsen wurden Eintragspfade von Antibiotika (Sulfonamid-Wirkstoffe), die sowohl in der Tiermedizin als auch der Humanmedizin verwendet werden, in das Grundwasser standortbezogen ermittelt. Dazu wurden Landwirte nach dem Einsatz der Stoffe befragt, Zustromgebiete zu den Messstellen ermittelt und wiederholte chemische Analysen von den in allen relevanten Umweltmedien (Dünger, häusliches Abwasser, Boden, Sickerwasser, Grundwasser und oberirdische Gewässer) entnommenen Proben angefertigt. Es wurde nachgewiesen, dass der überwiegende Eintrag an Sulfonamiden in das oberflächennahe Grundwasser über die flächige Verbringung von Wirtschaftsdüngern auf den Boden der Schläge erfolgt. Zusätzlich kann es den Eintrag von häuslichem Abwasser über Kleinkläranlagen als lokale Punktquellen geben, der bei den Untersuchungen bei zwei der sechs Standorte auftrat.

Schlagwörter: Grundwasser, Tierarzneimittel, Antibiotika, Wirtschaftsdünger, Kleinkläranlagen, Sickerwasser, Abwasser, Humanmedizin

DOI: 10.3243/kwe2017.08.001

Abstract

Discoveries of Animal Pharmaceuticals in Groundwater in Six Locations in Lower Saxony

At six locations in regions of Lower Saxony with high levels of livestock, entry paths of antibiotics (sulphonamide agents), which are employed in both veterinary medicine and also human medicine, have been identified location-based in the groundwater. To this end farmers have been questioned about the employment of the substances, influx areas for the measurement points have been determined and repeated chemical analyses of the samples taken have been produced in all relevant environmental media (fertilisers, domestic wastewater, soil, percolation water, groundwater and surface waters). It was verified that the predominant input of sulphonamides into the groundwater close to the surface takes place via the extensive transfer of farm fertilisers on the soils. In addition the input of domestic wastewater via small wastewater treatment plants can result as local sources, which occurred with the investigations with two of the six locations.

Key words: groundwater, animal pharmaceuticals, antibiotics, farm fertilisers, small wastewater treatment plants, percolation water, wastewater, human medicine

1 Einführung

Im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) wurde in einem Forschungsvorhaben an 48 Standorten in vier Ländern in Nord- und Süddeutschland mittels eines „worst-case“ Ansatzes belegt, dass ein Eintrag bestimmter Antibiotika vorwiegend aus der Tier-, aber auch aus der Humanmedizin in das oberflächennahe Grundwasser erfolgen kann [1]. An neun Standorten in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen wurden die Sulfonamid-Einzelwirkstoffe Sulfadiazin (SDZ), Sulfadimidin (SDM) und Sulfamethoxazol (SMX) im Grundwasser nachgewiesen. In einem Folgeprojekt des UBA [2] wurden die Ursachen sowie die Faktoren und Mechanismen, die zu den zeitlich variablen, stoffspezifisch und quantitativ unterschiedlichen Einträgen dieser Sulfonamide in das oberflächennahe Grundwasser führen, untersucht. Dazu wurden neben Grundwasser auch organische Wirtschaftsdünger analysiert und die Landwirte zum Einsatz von Tierarzneimitteln (TAM) in ihrem Betrieb und zur Bewirtschaftung der Flächen im Anstrom der Messstellen befragt. Im

Ergebnis der Daten der beiden Projekte konnten nicht alle Eintragspfade vollständig aufgeklärt werden [2]. Als möglich erwies sich, dass die niedrigen im Grundwasser vorkommenden Konzentrationen der beiden Sulfonamid-Wirkstoffe SDM und SDZ (sowie dessen Transformationsprodukte) in landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen aus einem länger zurückliegenden Eintrag stammen. Die hohen SMX-Funde dagegen wiesen vermutlich einen kausalen Zusammenhang mit der Einleitung von Abwasser aus Kleinkläranlagen in offene Mulden und die Sickerpassage in das Grundwasser auf, wie er auch für den Eintrag aus kommunalen Kläranlagen in oberirdische Fließgewässer aktuell in Niedersachsen dokumentiert ist [3].

Sechs der vom UBA untersuchten Standorte liegen in Niedersachsen in den Landkreisen Cloppenburg, Vechta und Grafschaft Bentheim (Abbildung 1). In einem dritten Projekt im Auftrag des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) wurden daher die

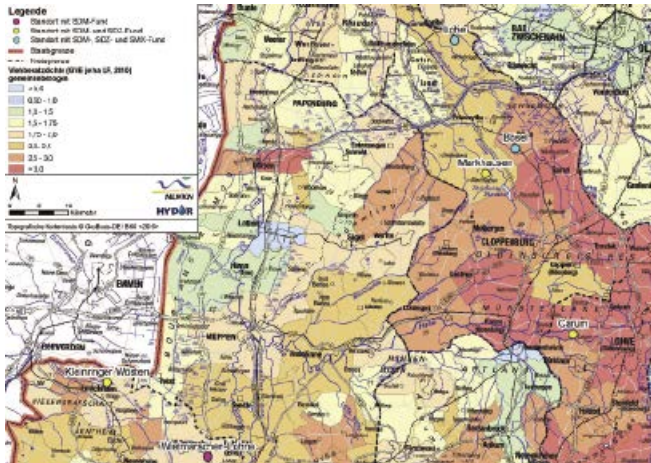


Abb. 1: Übersichtskarte zur Lage der sechs Standorte in den viehstarken Regionen in Niedersachsen

Untersuchungen des UBA seit Juni 2015 durch weitere Untersuchungen ergänzt und fortgeführt [4].

2 Methodik

Die Arbeiten beinhalteten u. a. eine sich zeitlich bis Mai 2016 an das UBA-Projekt anschließende, monatliche Beprobung aller Messstellen an den sechs Standorten sowie die Einbeziehung weiterer Umweltmedien. Neben Gülle und Gärresten wurden auch Proben vom Boden, von Wasser aus der ungesättigten Zone (Drainauslässe, Sickerwasser) zur möglichst umfassenden und schlüssigen Aufklärung des gesamten Eintragspfades eines jeden Standortes genommen.

Ziel des Projektes war es, die bisher als Einzelfunde bekannten Nachweise der TAM im Grundwasser an den sechs Standorten durch zeitlich und räumlich intensivierte Beprobungen aufzuklären, noch offene Fragen zu klären und den Ursachen des Eintrages nachzugehen. Dazu wurden neben den Landesmessstellen auch neu gebaute, temporäre Grundwassermessstellen (TGWM) aus den beiden vorangegangenen Projekten beprobt. Von Oktober 2014 bis September 2015 wurden ergänzende Untersuchungen für folgende Transportpfade bzw. Stoffe durchgeführt:

- Tier (Tierarzneimittel) → Wirtschaftsdünger → Boden → Drainwasser → oberirdische Gewässer
- Tier (Tierarzneimittel) → Wirtschaftsdünger → Boden → Sickerwasser → Grundwasser sowie
- Mensch (Humanarzneimittel) → Kleinkläranlage → Grundwasser

Ausgehend von der in [1] dokumentierten Literaturrecherche und den dort bei den Untersuchungen 2012 und 2013 im Grundwasser gefundenen Substanzen, ist bekannt, dass Sulfonamide aufgrund ihrer physikochemischen Eigenschaften das größte Potenzial besitzen, in das oberflächennahe Grundwasser zu gelangen. Das hieraus resultierende Parameterspektrum für das UBA-Folgeprojekt von 13 Sulfonamid-Einzelwirkstoffen bzw. Transformationsprodukten und drei weiteren Inhaltsstoffen wurde übernommen und um Acesulfam-K, einen weiteren Tracer für die Beeinflussung durch Abwasser [5] ergänzt.

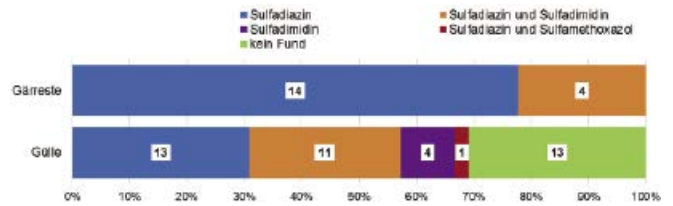


Abb. 2: Anteile der stoffbezogenen Funde nach Art des Wirtschaftsdüngers

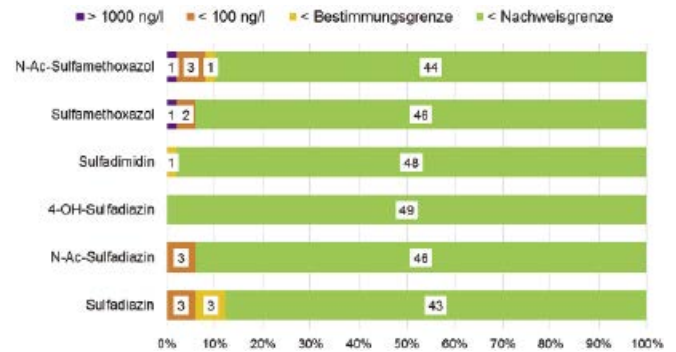


Abb. 3: Anteile der stoffbezogenen Funde im Klärwasser der insgesamt 49 Proben

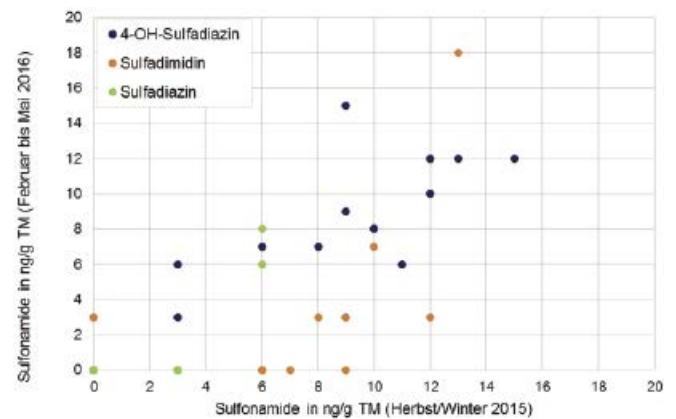


Abb. 4: Sulfonamidkonzentrationen im Boden vor (Herbst/Winter 2015) und nach (Februar bis Mai 2016) der Ausbringung von Wirtschaftsdünger

Durch Verdichtung der Probenahmeintervalle und Erweiterung der Zeitreihen der Probenahmemedien (Grundwasser, Dünger, Kleinkläranlagen, Sickerwasser) sowie Hinzunahme weiterer Medien (Boden, Drainauslässe, oberirdische Gewässer) wurde die Datenlage verbessert und weitere Erkenntnisse gewonnen. Die Abbildungen 2 bis 5 zeigen die Ergebnisse der Analytik der relevanten Umweltmedien:

3 Standort- und stoffbezogene Aufklärung der Ursachen der Funde im Grundwasser

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Aufklärung für die drei im Grundwasser gefundenen Wirkstoffe SDZ, SDM und SMX dokumentiert. Ebenfalls dort aufgeführt sind Transformationsprodukte, da deren Vorkommen an den Eintrag der jeweiligen Ausgangssubstanz geknüpft ist. Sie enthält Angaben zum Nachweis des Stoffes („ja“ / „nein“) in den möglichen und beprobten Eintragspfaden von Tier- oder Humanarzneimitteln von der

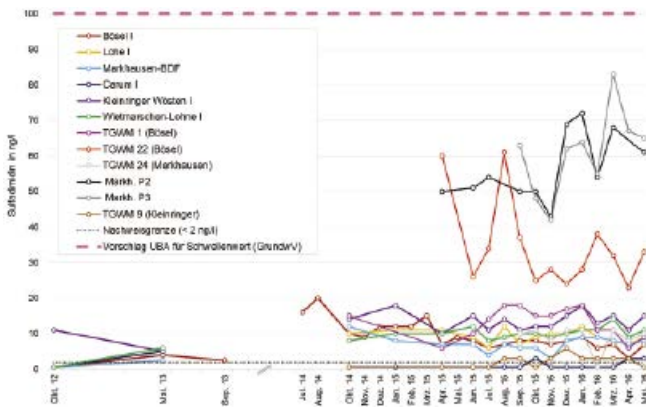


Abb. 5: Nachgewiesene Sulfadimidin-Konzentrationen im Grundwasser

Quelle (Wirtschaftsdünger oder häusliches Abwasser) bis zum Ziel (Grundwasser) in schematisierter Form. „Ja“ bedeutet, es gab in mindestens einer der dort genommenen Proben seit 2012 (inkl. UBA-Untersuchungen) einen Fund oberhalb der Nachweisgrenze, „Nein“ bedeutet es gab nie einen Fund. „Nicht bekannt“ in Lohe bedeutet, dass hier nicht von allen Landwirten Informationen zum Einsatz der Wirkstoffe im Betrieb übermittelt wurden. Die jeweils letzte Spalte enthält Angaben zu den – nach TAM und HAM unterschiedenen – Eintragsquellen im Ergebnis der Wichtung aller Kenntnisse.

Wurde ein Stoff nicht im Grundwasser detektiert (z. B. in Wietmarschen), liegt kein zu recherchierender Eintragspfad vor, ist das entsprechend in den Schemata notiert. Für den Nachweis im häuslichen Abwasser waren ausschließlich ins Grundwasser einleitende Kleinkläranlagen (KKA) im Zustromgebiet zur Landesmessstelle relevant. War keine solche vorhanden, erfolgte der Eintrag „keine KKA“ in der Tabelle. Bei den KKA ist bei der Wertung berücksichtigt, dass wegen der dort auftretenden, großen zeitlichen Schwankungen der Konzentra-

tionen Funde oft nur singular und in hohen Konzentrationen auftreten.

Bei Sulfadiazin konnte an vier Standorten mit Funden der Eintrag lückenlos über den Einsatz im landwirtschaftlichen Betrieb, Aufbringung des organischen Wirtschaftsdüngers auf den Schlag sowie Nachweis im Boden nachvollzogen werden. Bei jeweils mindestens einer Probe im Dünger wurde der Wirkstoff nachgewiesen, gleiches trifft auch auf den Boden zu. Am fünften Standort in Wietmarschen wurde SDZ im Betrieb eingesetzt und auch im Boden nachgewiesen. Im Grundwasser wurde es jedoch bisher nicht nachgewiesen.

Der Eintrag von SDZ über KKA ist theoretisch auch möglich, wegen der äußerst geringen Abgabemengen in der Humanmedizin im Vergleich zur Veterinärmedizin (Abbildung 3) jedoch sehr unwahrscheinlich. Im Abwasser von zwei KKA in Bösel mit jeweils der Einleitung in das Grundwasser wurde SDZ jedoch wiederholt nachgewiesen. In Bösel kann daher neben einem Eintrag über die Gülle auch der Eintrag von Sulfadiazin über die Anwendung als Humanarzneimittel nicht ausgeschlossen werden. Dies ist als Eintragsquelle in Bösel in der letzten Spalte entsprechend mit aufgeführt. Der Zusatz „unwahrscheinlich“ markiert, dass der Fund aufgrund der deutlich höheren Anwendung in der Tiermedizin mit entsprechender Verschleppung wahrscheinlicher ist.

In der Gesamtbewertung (Abbildung 6) sind von allen zehn laboranalytisch untersuchten Sulfonamid-Wirkstoffen die drei Einzelwirkstoffe SDZ, SDM und SMX und ihre Metaboliten diejenigen, die im Grundwasser wiederholt gefunden wurden. Ergänzend dazu wurde Sulfadimethoxin einmalig unterhalb der Bestimmungsgrenze an einem Standort (Bösel) im Grundwasser detektiert. Dieser Wirkstoff findet in der Humanmedizin keine Anwendung [6], so dass sich an der Interpretation der Eintragsquellen zu diesem Standort nichts ändert.

Zusammenfassend kann also wirkstoffübergreifend festgehalten werden, dass an vier der sechs Standorte der Eintrag von Antibiotika in das Grundwasser über die untersuchten Pfa-

Standort	Schlag (anonymisiert)	Nachweis im häuslichen Abwasser (2015, 2016)	Einsatz im Betrieb 2009-2015 oder Nachweis in Gülle/ Gärrest 2015, 2016	Nachweis im Boden 2015, 2016	Nachweis im Grundwasser (GW) 2012 bis 2016	Eintragspfad GW nachvollzogen?	Eintragsquelle
Bösel	F1	ja	ja	ja	ja	ja	TAM (HAM*)
	F2/3		ja	ja			
	F55		ja	nein			
	F57		ja	nein			
Lohe	F4	keine KKA	ja	ja	ja	ja	TAM
	F5		nein	nein			
	F6		nicht bekannt	ja			
	F70		nicht bekannt	ja			
Markhausen	F8/80	nein	ja	ja	ja	ja	TAM
	F9		ja	ja			
Carum	F10	nein	nein	ja	ja	ja	TAM
	F60		ja	ja			
Kleinringer Wösten	F11	keine KKA	nein	nein	ja	ja	TAM
	F61		ja	ja			
Wietmarschen	F12	keine KKA	ja	ja	nein	-/-	-/-

Tabelle 1: Standortbezogene Aufklärung der Eintragspfade von Sulfadiazin und Transformationsprodukten



Abb. 6: Herkunft der Antibiotika-Funde im Grundwasser pro Standort und Sulfonamid-Wirkstoff

de vom Tier über den Dünger, den Boden und das Sickerwasser in das Grundwasser durch die Anwendung in der Tiermedizin ausschließlich verursacht worden ist. An einem dieser vier Standorte (Wietmarschen) wurde nur ein Wirkstoff (SDM) und an drei weiteren Standorten (Markhausen, Carum und Kleinringer Wösten) zwei Wirkstoffe (SDM und SDZ) bzw. deren Umwandlungsprodukte nachgewiesen. Am fünften Standort in Lohe wurde zusätzlich zu den beiden Stoffen noch SMX im Grundwasser detektiert, dessen Herkunft aus der Humanmedizin dort sicher ist. Am sechsten Standort in Bösel wurden alle drei Wirkstoffe nachgewiesen. Hier kann nur bei SDM der Eintrag aus der Tiermedizin als gesichert gelten, während bei den anderen beiden Wirkstoffen aufgrund vereinzelter Funde theoretisch auch beide Eintragsquellen möglich sind.

4 Resumé

Die Gespräche mit den Landwirten unter Vermittlung der Kreislandvolkverbände führten an allen Standorten zur Bereitschaft der Landwirte zur Mitarbeit. Diese bezog sich auf das Ausfüllen der Fragebögen, die Lieferung von Düngerproben und die Gestattung der Entnahme von Bodenproben. Auch Nachfragen bei einzelnen Landwirten zur Klärung von Widersprüchen (z. B. Funde in der Gülle von Betrieben, die keine Sulfonamide eingesetzt hatten), wurden bereitwillig beantwortet. Nur an einem der sechs Standorte waren nicht alle Landwirte zur kompletten Mitarbeit bereit, ohne dass dadurch jedoch wesentliche Kenntnisdefizite entstanden. Diese Bereitschaft zur Kooperation war Voraussetzung zum Gelingen des Projekts.

Das aus dem UBA-Projekt abgeleitete Vorgehen mit zunächst der Recherche und anschließend der Beprobung aller potenziellen Emissionsquellen sowie der möglichen Transportpfade der Antibiotika bis in das oberflächennahe Grundwasser ist notwendig, um standortbezogen ein Prozessverständnis zu erlangen und hat sich damit als richtig erwiesen. Nicht an jedem Standort gelang das bisher bereits zufriedenstellend. Die Gründe dafür sind unterschiedlich, z. B. nicht vorhandene Akzeptanz bei einigen der Landwirte oder Schwierigkeiten bei der Gewinnung von Sickerwasserproben aus der ungesättigten Zone.

Die Daten der temporären Grundwassermessstellen (TGWM) dienen der Verbesserung des Kenntnisstandes zur Grundwasserbeschaffenheit und zum lokalen Grundwasserfließen. Das war Voraussetzung zur ortskonkreten Probenentnahme. Die vor Projektbeginn punktbezogenen Kenntnisse zu den Landes-Messstellen konnten so räumlich erweitert werden. Ein Großteil der TGWM wurde aus dem UBA-Projekt übernommen. Wie mit den Unteren Wasserbehörden sowie mit den Eigentümern der zum Teil auf Privatbesitz errichteten TGWM vereinbart, wurde ein kompletter Rückbau der Messstellen zum Abschluss der Geländearbeiten durchgeführt.

Mit den gemessenen Grundwasserständen wurde an allen sechs Standorten der lokale Zustrombereich des Grundwassers zu den stationären Landesmessstellen zuverlässig ermittelt. Überwiegend erwiesen sich dabei die saisonalen, witterungsbedingten Unterschiede als gering, nur an einem Standort treten aufgrund sehr geringer Potenzialunterschiede der Grundwasseroberfläche erhebliche Variationen der Richtung des Zustromes auf.

Die zeitlich in monatlichen Abständen in den beiden Frühjahren 2015 (UBA) und 2016 (NLWKN) durchgeführte Beprobung des organischen Wirtschaftsdüngers ergab große Variationen der Antibiotika-Befunde. Es deutet sich eine Abnahme der Konzentrationen mit zunehmender Lagerdauer an, ohne dass dazu bisher die Ursachen eindeutig bekannt sind. Die Anzahl der Proben ist auch bisher zu gering, um daraus generelle Schlussfolgerungen ableiten zu können. Aus den Gülleeinträgen resultierende Funde im Grundwasser sind aufgrund der Verweilzeiten in der ungesättigten Zone zumeist nach etwa zwei bis drei Jahren zu erwarten.

Für Probenentnahmen aus Kleinkläranlagen (KKA) wurden diejenigen Anlagen als relevant erachtet, die sich im Zustrom zur Landesmessstelle in Bösel befinden und die nach dem recherchierten und bestätigten Kenntnisstand in das Grundwasser direkt (über Mulden) oder indirekt (über zumeist trockene Gräben) einleiten. In der Humanmedizin wird überwiegend SMX, sehr untergeordnet auch SDZ angewendet. Die Fundanteile von Antibiotika in KKA sind zeitlich fast immer sehr stark (über mehrere Größenordnungen) schwankend. Das ist aufgrund der Zuordnung einer KKA zu nur einem Haushalt plausibel, da Antibiotika zumeist nur über einen kurzen Zeitraum eingesetzt werden. Wegen der SMX-Funde im UBA-Projekt bis 2015 wurden die Probenentnahmen des NLWKN primär auf den Standort Bösel konzentriert und konnten dort klar bestätigt werden. Beim zweiten Standort mit SMX-Funden im Grundwasser ist nicht die Landesmessstelle sondern eine TGWM betroffen. Auch hier befindet sich eine KKA im lokalen Zustrom zur Messstelle, womit das Emissionspotenzial der Humanpharmaka für das Grundwasser in gleichem Maß wie in Bösel gegeben ist.

Die Beprobung des Bodens erbrachte keinen deutlichen Zusammenhang zu den Konzentrationen der ausgebrachten Dünger, oft lagen die Werte nach Ausbringung gleich oder unter den Monate zuvor entnommenen Proben. Die Ursachen hierfür sind bisher unklar, die Konzentrationen schwankten zeitbezogen zudem auch stark. Beim Sickerwasser ist die Anzahl der

Gebrauchmarkt

An- und Verkauf: Lagertanks
 aus Edelstahl, Stahl (beschichtet), Polyester, ab 5 m³
 z. B. für Regenwasser, Löschwasser

www.scholten-tanks.de
 Tel.: 05924-255 485 · Fax: 05942-255 832

Proben sehr gering und nur auf den Standort Markhausen beschränkt. Die gemessenen Konzentrationen bestätigen die Eigenschaft des Umweltkompartimentes als Transportmedium zum Grundwasser und den oberirdischen Gewässern. In diesem Medium wurde bei jeder zweiten entnommenen Probe im hydraulischen Abstrom der Standorte ein Antibiotika-Wirkstoff nachgewiesen.

Die Sonderuntersuchungen auf Acesulfam-K im Grundwasser an allen Standorten erwiesen sich als sehr sinnvoll und ermöglichten eine Identifizierung der anthropogenen Beeinflussung des Grundwassers an den Standorten. Nur in Bösel gab es Nachweise, hier wurde die zeitliche Abfolge der Analytik intensiviert. Dadurch konnte die Beeinflussung durch Abwasser aus einer Kleinkläranlage im Zustrom bestätigt werden. Im Grundwasser wurden die höchsten national bisher dokumentierte Werte ($45 \mu\text{g/l}$) bei großen Schwankungen festgestellt. Acesulfam-K hat sich aufgrund seiner hydrochemischen Beständigkeit im Vergleich mit Carbamazepin und Koffein als der bessere Tracer zur Untersuchung auf eine anthropogene Beeinflussung des Grundwassers erwiesen.

An allen sechs Standorten wurden Grundwassermessstellen beprobt, die auch in größeren Tiefen im Vergleich zu den bisher untersuchten Oberpegeln der stationären Messstellen des NLWKN ausgebaut sind. In der Messstelle Kleinringerwösten II wurde dabei in 39 Meter Tiefe unterhalb bindiger Deckschichten SDM unterhalb der Bestimmungsgrenze von 6 ng/l detektiert. Bei Nachbeprobungen konnte dieser einmalige Fund jedoch nicht bestätigt werden. Er zeigt dennoch, dass eine Tiefenverlagerung dieses Antibiotika-Wirkstoffes innerhalb der gesättigten Zone nicht ausgeschlossen werden kann und auch im tieferen Grundwasser die im dortigen reduzierten Milieu hyd-

rochemisch zumeist stabilen Sulfonamide angetroffen werden können.

Generell lässt sich feststellen, dass Sulfonamide im Dünger und in allen Umweltmedien gefunden wurden. Die Konzentrationen liegen in allen Medien fast immer im niedrigen unteren ng/l - bzw. ng/kg -Bereich, so dass derzeit kein generelles Problem bei Bewertung dieser sechs Standorte vorliegt. Die Konzentrationen der Sulfonamide z.B. liegen fast immer weit unterhalb des vom UBA zur Integration in die GrwV vorgeschlagenen Schwellenwertes für Antibiotika-Wirkstoffe im Grundwasser. Über die regionale Betrachtungsebene dieses Projektes hinausgehende Untersuchungen von Wasserversorgern oder des NLWKN (z.B. Screening 2016 in viehstarken Regionen) werden zeigen, wie großflächig die Verbreitung der Wirkstoffe in Niedersachsen ist und ob eine Neubewertung der Situation notwendig erscheint.

5 Schlussfolgerungen zum weiteren Handlungsbedarf

Erfolgreiche und allen betroffenen Landwirten vermittelbare Aufklärung der Eintragspfade der Antibiotika-Wirkstoffe im Sinne einer Fundaufklärung kann nur gelingen, wenn alle Beteiligten frühzeitig informiert und vom Sinn der Untersuchungen überzeugt werden. Die Interessensvertretungen der Landwirte können hierbei wertvolle Hilfestellungen liefern, entscheidend ist jedoch die Akzeptanz der Arbeiten bei jedem einzelnen Landwirt.

Bei den im Grundwasser gefundenen Wirkstoffen der Antibiotika handelt es sich um „alte“, seit langem am Markt verbreitete und aus Sicht der beteiligten Tierärzte nicht einfach ersetzbare Präparate. Aus veterinärmedizinischer Sicht sind sie sehr wertvoll zur Heilung von Krankheiten beim Tier. Dennoch handelt es sich bei den im Grundwasser gefundenen Stoffen nur um sehr wenige Wirkstoffe bzw. deren Transformationsprodukte, deren Einsatz zukünftig einer Nutzen-/Risiko-Abwägung mit den nunmehr bekannten Daten zu den festgestellten Verlagerungen in den Umweltmedien unterzogen werden sollte.

Fundaufklärung gelingt nur, wenn räumlich und zeitlich geeignete und ausreichende Daten zur Verfügung stehen. Räumlich bedeutet dies, dass zu den Grundwassermessstellen die lokalen Zustromgebiete ausgewiesen werden müssen und genügend Messstellen in deren Umkreis vorhanden sind bzw. neu errichtet werden. Zeitbezogen sind Wiederholungsbeprobungen unerlässlich, da sich bei vielen Proben hohe Varianzen in den Konzentrationen zeigten, die typisch für organische Komplexverbindungen sind.

Bei Befund von ausschließlich Sulfadimidin im Grundwasser kann von einem Eintrag dieses nur in der Tiermedizin eingesetzten Wirkstoffes über den Wirtschaftsdünger und den Boden in das Grundwasser ausgegangen werden. Die Aufklärung von Sulfonamid-Funden im Grundwasser ist dann sinnvoll und notwendig, wenn außer Sulfadimidin noch weitere Wirkstoffe (z. B. SMX und/oder SDZ) bzw. deren Transformationsprodukten im Grundwasser gefunden werden, da diese sowohl in der Human- als auch der Tiermedizin aktuell eingesetzt werden.

Die sechs untersuchten Standorte zeigten sich untereinander hinsichtlich des örtlichen Vergleichs und der zeitlichen Nachvollziehbarkeit der Funde von Antibiotika in den verschie-

Anzeige

Unser Expertentipp



DWA-Themen

Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf – Arzneistoffe
 Mai 2008
 85 Seiten, A4
 ISBN 978-3-940173-74-4
 35,00 €/**28,00 €***



DWA-Themen T 3/2015

Möglichkeiten der Elimination von anthropogenen Spurenstoffen
 April 2015
 69 Seiten, A4
 ISBN 978-3-88721-210-0
 86,50 €/**69,20 €***



DWA-Themen T 4/2014

Bedeutung von Transformationsprodukten für den Wasserkreislauf
 August 2014
 55 Seiten, A4
 ISBN 978-3-944328-76-8
 55,00 €/**44,00 €***

*] für fördernde DWA-Mitglieder
 **] für DWA-Mitglieder

denen Medien (Dünger, Boden, Grundwasser) als so heterogen und komplex, dass nur eine grobe Klassifizierung der Fälle möglich erscheint. Eine einfache Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Standorte mit Funden verschiedener Antibiotikawirkstoffe im oberflächennahen Grundwasser ist nur bedingt möglich.

In den Zustromgebieten müssen neben landwirtschaftlichen Quellen weitere potenzielle Eintragspfade in die Fundaufklärung integriert werden. An den sechs Standorten im ländlichen Raum im nordwestlichen Niedersachsen waren das vor allem Kleinkläranlagen, deren Eintragspotenzial zwar pro Einzelanlage aufgrund der niedrigen Abläufe gering ist. In der Summe der sehr vielen Anlagen kann sich dadurch jedoch für das oberflächennahe Grundwasser und die hydraulisch daran angeschlossenen Gräben ein bisher nicht bekanntes Frachtpotenzial ergeben.

Im Boden waren die Schwankungen der Konzentrationen der Wirkstoffe am größten. Zugleich gibt es zu den als versickerungsrelevant bekannten Sulfonamiden dazu bisher nur sehr wenige Daten und unterschiedliche Analysemethoden. Intensivierte Beprobungen des Bodens an geeigneten Standorten mit Messeinrichtungen auch für die anderen Umweltkompartimente sind daher geboten. Von den sechs untersuchten Standorten bietet sich dafür die Bodendauerbeobachtungsfläche des Landesamtes für Energie und Geologie in Markhausen an.

Das tiefere und für die öffentliche Trinkwasserversorgung genutzte Grundwasser ist bisher nicht von einem Zutritt der Wirkstoffe nachhaltig belastet, sollte jedoch aufgrund des bereits festgestellten Fundes und der Beständigkeit der Stoffe im reduzierten Milieu weiter beobachtet werden, vor allem auch von den betroffenen Wasserversorgern selbst mit deren geeigneter Infrastruktur an Grundwassermessstellen und Brunnen.

Die Konzentrationen der aus der Tiermedizin stammenden Sulfonamide im Grundwasser sind gering, fast immer unter dem vom UBA für Arzneimittel im Grundwasser vorgeschlagenen Schwellenwert von $0,1 \mu\text{g/l}$. Bei den aus der Humanmedizin stammenden Wirkstoffen liegen die Konzentrationen oft höher, auch deutlich über dem Schwellenwert, dessen Relevanz somit bestätigt werden konnte. In den Düngern schwanken die Konzentrationen ungleich höher. Mit einfachen Modellrechnungen auf Basis der Halbwertszeit dt_{50} konnten Zusammenhänge zwischen den Eintragskonzentrationen in den verschiedenen Düngerarten und den im Grundwasser gemessenen Konzentrationen gefunden werden, die jedoch durch höhere Probenanzahlen validiert werden sollten. Im Rahmen der Validierung bieten sich die sechs Standorte für zukünftige Beprobungen an, da hier sowohl die Landwirte ganz überwiegend zur Mitarbeit bereit sind und geeignete Messstellen zur Verfügung stehen. Zudem liegen die Erkenntnisse aus den Fragebögen mit Daten seit 2009 zum Einsatz der Wirkstoffe im Betrieb, Ergebnisse der Dünger- und Bodenproben seit 2015 vor und gemessene Konzentrationen im Grundwasser seit 2012 (UBA-Daten) vor. Mit zukünftig zu erhebenden Daten können diese Daten verknüpft und damit Aussagen zu den Umwandlungsprozessen der Wirkstoffe während der Fließzeit des Sicker- und

Grundwassers im Untergrund von der Quelle bis zum Entnahmepunkt abgeleitet werden.

Wünschenswert wäre es weiterhin, wenn der vom UBA vorgeschlagene Schwellenwert von 100 ng/l möglichst zeitnah eingeführt und die Einträge von Antibiotika in das oberflächennahe Grundwasser reduziert werden könnten.

Die Untersuchungen wurden im Auftrag des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz durchgeführt und durch das Niedersächsische Umweltministerium finanziell unterstützt.

Literatur

- [1] Hannappel, S., Groeneweg, J. & S. Zühlke (2014a): *Antibiotika und Antiparasitika im Grundwasser unter Standorten mit hoher Viehbesatzdichte*. - Texte 27/2014, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Forschungskennzahl 3711 23 225, UBA-FB 001897, Hrsg.: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- [2] Hannappel, S., Köpp, C. & S. Zühlke (2016a): *Aufklärung der Ursachen von Tierarzneimittelfunden im Grundwasser – Untersuchung eintragsgefährdeter Standorte in Norddeutschland*. FKZ 3714 23 2100, Berlin (<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/aufklaerung-der-ursachen-von-tierarzneimittelfunden>).
- [3] Tetzlaff, B. (2016): *Identifizierung und Priorisierung von niedersächsischen Fließgewässern mit erhöhter Belastung durch Human-Pharmaka*. - www.nlwkn.niedersachsen.de/download/111650.
- [4] Hannappel, S., Köpp, C. & E. Rejman-Rasinska (2017): *Funde von Tierarzneimitteln im Grundwasser 2012 bis 2016 an sechs Standorten in Niedersachsen*. - Regionaler Themenbericht, Band 29, Herausgeber: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Norden
- [5] Buerge, I.J., Buser, H.R., Kahle, M., Müller, M.D., Poiger, T. (2009): *Ubiquitous Occurrence of the Artificial Sweetener Acesulfame in the Aquatic Environment: An Ideal Chemical Marker of Domestic Wastewater in Groundwater*. *Environ. Science & Technology* 43 (12), 4381–4385.
- [6] Kümmerer, K., Schuster, A., Längin, A., Happel, O., Thoma, A., Schneider, K., Hassauer, M., Gartiser S. & C. Hafner (2011): *Identifizierung und Bewertung ausgewählter Arzneimittel und ihrer Metaboliten (Ab- und Umbauprodukte) im Wasserkreislauf*, Texte 46/2011, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Forschungskennzahl 206 61 202, UBA-FB 001513, Hrsg.: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Autoren

Dr. Stephan Hannappel
HYDOR Consult GmbH
Am Borsigturm 40, 13507 Berlin

E-Mail: hannappel@hydor.de

Christel Karfusehr
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz
Betriebsstelle Cloppenburg
Drüdingstraße 25, 49661 Cloppenburg

E-Mail: Christel.karfusehr@nlwkn-clp.niedersachsen.de

