
Dissertation Abstract

Dissertation: *The overland transport of veterinary antibiotics*

Kandidatin: Caroline Bailey

Doktorvater: Holger Schüttrumpf

Institut: Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Hochschule: RWTH Aachen University

Abstract (English)

Introduction

Veterinary Antibiotics (VAs) are emerging agricultural contaminants. They are applied to agricultural fields in excrement-based fertilizers around the world. Whilst VA groundwater and plant contamination has been researched over the past decades, the overland transport of VAs in runoff water and the associated soil erosion has received significantly less global research attention. The overland transport of VAs from fields may result in the contamination of surface water systems (water and sediment) with potentially negative consequences for ecosystems and humans. Focusing on the tetracycline and sulfonamide antibiotic groups in particular, the aim of the thesis was to clearly conceptualize the overland transport of VAs (considering the effects of VA behaviour and time) and to subsequently predict the masses of VAs that are transported overland across the study area of Germany.

Method

The thesis consists of five connected studies: (1) a literature review, examining the current state of knowledge of VA detection and behaviour (sorption and degradation) in different host materials and the mechanisms which dictate their overland transportation; (2) a sampling scheme, exploring the contamination of German water and sediment; (3) laboratory experiments, determining the behavioural constants of VAs in excrement and soil; (4) the development of a numerical model (VANTOM: the Veterinary Antibiotic Transport Model), designed to estimate VA overland transport flux across a study area; (5) the implementation of VANTOM across Germany.

Results

A clear conceptualization of the VA overland transport journey (from fertilizer to surface water systems) is presented for the first time. VA behavioural constants in solid and liquid form are provided for each stage of the journey. VAs were found to contaminate German surface water [ng l^{-1}] and sediment [$\mu\text{g kg}^{-1}$] during sampling, which reflects the concentrations of transported masses calculated by VANTOM. The area of maximum overland transport in Germany is predicted by VANTOM to be

across the border of Lower Saxony and North Rhine-Westphalia. Transport in liquid form is greatest directly after the application of fertilizer to fields. Transport in solid form is greatest when maximum soil erosion from contaminated fields occurs (predictably following a harvest).

Conclusion

Greater masses of VAs are accumulating and are transported from agricultural fields in solid form (i.e. attached to soil particles). Further research is therefore recommended into the effects of VAs on flora and fauna in contaminated soils and sediments. To reduce contamination, fertilizer should not be applied to fields directly after the administration of VAs to livestock animals and soil erosion mitigation methods should be improved.

Abstract (Deutsch)

Einführung

Veterinär Antibiotika (VA) entstehen landwirtschaftlichen Schadstoffen. Sie werden auf landwirtschaftlichen Flächen in Düngemitteln global aufgetragen. Während der letzten Jahrzehnten wurde die VA-Kontamination von Grundwasser und Pflanzen viel geforscht. Jedoch, hat die Überlandtransport von VA (d.h. VA in Oberflächenabflusswasser und die damit verbundenen Bodenerosion) deutlich weniger globale Aufmerksamkeit bekommen. Die Überlandtransport von VAs von Feldern kann zur Kontamination von Oberflächenwasser Systeme (d.h. Wasser und Sediment) führen, mit möglichen negativen Folgen für die betroffene Ökosysteme und eventuell die Menschen. Mit einem besonderen Fokus auf die Tetracyclin und Sulfonamid Antibiotikum Gruppen, war das Ziel der Dissertation die Überlandtransport von VAs deutlich zu konzipieren (unter Berücksichtigung der Auswirkungen des VA-Verhaltens und der Zeit) und anschließend die Massen von VAs vorherzusagen, die innerhalb vom Studienbereich Deutschlands überland transportiert werden.

Verfahren

Die Arbeit besteht aus fünf verbundenen Studien: (1) eine Literaturrecherche, um den aktuellen Stand des Wissens von VA-Erkennung und Verhalten (Sorption und Abbau) in verschiedenen Wirtsmaterialien untersucht und die Mechanismen, die ihre Überlandtransport bestimmen; (2) eine Stichprobenplan, um die Kontamination der deutschen Wassers und Sediments erkunden; (3) Laborexperimente, um die VA-Verhaltenskonstante in Düngemitteln und Boden zu bestimmen; (4) die Entwicklung eines numerischen Modells (VANTOM: die Veterinär Antibiotika Transport Modell), das VA-Überlandtransport über einen Studienbereich schätzen kann; (5) die Umsetzung der VANTOM über ganzes Deutschland.

Ergebnisse

Eine deutliche Konzeption von der VA-Überlandtransport (d.h. von Düngemitteln zu den Wassersystemen) wird zum ersten Mal präsentiert. VA-Verhaltenskonstanten in fester und flüssiger Form werden für jeden Schritt der Reise zur Verfügung gestellt. Während der Probenahme, wurden VA in deutschen Oberflächenwassern [ng l^{-1}] und Sedimenten [$\mu\text{g kg}^{-1}$] gefunden. Diese Konzentrationen widerspiegeln die durch VANTOM berechneten Konzentrationen der transportierten VA-Massen. VAN-

TOM vorhersagt, dass der Bereich der maximalen VA-Überlandtransport in Deutschland ist über die Grenze von Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. VA-Transport in flüssigen Form ist direkt nach dem Ausbringen von Dünger auf Felder am größten. VA-Transport in festen Form ist am größten, wenn die maximale Bodenerosion aus kontaminierten Gebieten auftritt (wie vorherzusehen nach einer Ernte).

Abschluss

Größere Massen von VA wurden in festen Form angesammelt und wurden von landwirtschaftlichen Feldern transportiert (d.h. an Bodenpartikel gebunden). Weitere Forschung ist deshalb über die Auswirkungen von VA auf Flora und Fauna in kontaminierten Böden und Sedimenten empfohlen. Zur Verringerung der Verschmutzung, sollen Düngermitteln nicht direkt nach der Verabreichung von VA an Nutztieren aufgebracht und sollen Bodenerosion Minderungstechniken auf Felder verbessert werden.