

Variation der Elementkonzentrationen im Drainagewasser zweier unterschiedlich genutzter landwirtschaftlicher Flächen der Norddeutschen Tiefebene

Martina Baborowski^{1*}, Holger Rupp², Katrin Wendt-Potthoff¹, Nadine Tauchnitz³,
Denise Bednorz⁴ und Ralph Meißner²

Zusammenfassung

Von 2013 bis 2014 wurden unter Feldbedingungen Untersuchungen zur Konzentration von Schwermetallen und Arsen im Sickerwasser zweier landwirtschaftlich genutzter Flächen der Norddeutschen Tiefebene durchgeführt. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgte vor dem Hintergrund vorliegender Nährstoffkonzentrationen aus begleitenden Untersuchungen (Tauchnitz et al. 2014, Bednorz et al. 2016) sowie Elementanalysen in Düngemitteln und Bodenproben. Im Ergebnis waren die Elementkonzentrationen im Sickerwasser vergleichsweise gering. Die Medianwerte aller untersuchten Elemente lagen unterhalb der in der Deutschen Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) festgelegten Prüfwerte und waren geringer als die in der Deutschen Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für diese Parameter festgelegten Geringfügigkeitsschwellenwerte für Grundwasser. Die Ergebnisse der Untersuchungen im Sickerwasser werden durch niedrige Gehalte von Schwermetallen und Arsen in den untersuchten Düngemitteln und Böden gestützt.

Schlagwörter: Schwermetalle und Arsen, Düngemittel, Bodenbearbeitung, Rohrdrainage

Summary

Investigations of heavy metals and arsenic were carried out under field conditions from 2013 to 2014 in two agriculturally used fields located in the North German Plain. The findings were discussed against the background of existing nutrient analyses (Tauchnitz et al. 2014, Bednorz et al. 2016) as well as analyses of element contents in soils and fertilizers. As a result, metal concentrations in drainage water were comparatively low. All median values were below trigger values of the Federal Soil Protection and Contaminated Sites Ordinance (Germany, BBodSchV) for the path soil-groundwater and also below minor thresholds of concern for groundwater of the German Working Group on water issues of the Federal States and the Federal Government (LAWA). Results of drainage water investigations were supported by investigations of the applied mineral fertilizers and random analysis of the two considered soils.

Keywords: Heavy metals and arsenic, Fertilizer, Soil tillage, Tile drainage

Einleitung

Während die Belastung von organischen und mineralischen Düngemitteln mit Schwermetallen und Arsen in der Literatur häufig diskutiert wird, liegen vergleichsweise weniger Informationen über die Konzentration dieser Elemente im Drainagewasser landwirtschaftlich genutzter Flächen vor. Daher wurde untersucht, ob sich das Spektrum von im Dünger enthaltenen Metallen im Sickerwasser der gedüngten Flächen nachweisen lässt und wie hoch die Konzentrationen sind.

Material und Methoden

Die Feldversuche erfolgten auf zwei vergleichbar großen (~24 ha), aneinander angrenzenden Schlägen, in der nördlichen Altmark/Sachsen-Anhalt. Nähere Informationen zu Bodenbeschaffenheit, Drainage der Flächen und Probenahme sind in Bednorz et al. 2016 beschrieben.

Schwermetalle und Arsen wurden nach $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ -Mikrowellenaufschluss mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) bestimmt.

Um festzustellen, ob sich über die Düngung eingetragene Mineral- und Nährstoffe sowie Schwermetalle im Sickerwasser wiederfinden, wurde eine Clusteranalyse der Variablen unter Nutzung des Programmpaketes STATISTICA (Version 13) vorgenommen. In die Berechnung wurden nur diejenigen Parameter einbezogen, deren Konzentrationen bei mehr als 25% der Einzelproben oberhalb der Bestimmungsgrenze der Methode lagen.

Ergebnisse und Diskussion

Die im Sickerwasser beider Schläge gemessenen Elementkonzentrationen waren vergleichsweise gering (*Tabelle 1*). Die Medianwerte aller untersuchten Parameter lagen

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ, Departments Fließgewässerökologie und Seenforschung, Brückstraße 3a, D-39114 MAGDEBURG

² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ, Department Bodenphysik, Falkenberg 55, D-39615 ALTMÄRKISCHE WISCHE

³ Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG), Strenzfelder Allee 22, D-06406 BERNBURG

⁴ Martin Luther University Halle-Wittenberg, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Betty-Heimann-Straße 5, D-06120 HALLE

* Ansprechpartner: Dr. Martina Baborowski, martina.baborowski@ufz.de



Tabelle 1: Median, Maximum- und Minimumwerte (in µg/L) im Sickerwasser der untersuchten Schläge (2013 bis 2014) im Vergleich zu Vorgaben der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) 1999*) sowie Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2004).**

Parameter	Schlag	2013				2014				Prüfwert (Pfad Boden- Grundwasser*)	Geringfügigkeits- schwellenwert Grundwasser**)
		Median	Min	Max	n	Median	Min	Max	n		
Al	I	25.0	6.0	6650	204	25.0	6.0	376	161	-	-
	II	25.0	<50	16400	153	25.0	6.0	1590	254	-	-
As	I	0.3	0.2	20.4	204	0.3	0.2	2.4	161	10	10
	II	0.3	<0.5	11.4	153	0.4	0.2	2.1	254	-	-
B	I	12.0	1.0	69.0	204	6.0	2.5	82.0	161	-	740
	II	30.6	<10	73.0	153	32.0	10.0	60.0	254	-	-
Ba	I	82.0	50.0	1580	204	82.0	51.0	136.0	161	-	340
	II	83.0	55.0	614.0	153	80.0	55.0	182.0	254	-	-
Cd	I	0.1	<0.2	3.4	204	<0.2	<0.2	13.9	161	5	0.5
	II	<0.2	<0.2	1.2	153	<0.2	<0.2	1.5	254	-	-
Co	I	0.2	0.1	9.1	204	0.1	0.1	0.5	161	50	8
	II	0.2	<0.4	13.3	153	0.3	0.1	1.2	254	-	-
Cr	I	0.4	0.2	19.1	204	0.8	0.2	14.3	161	50	7
	II	0.4	<0.5	59.8	153	0.7	0.2	4.7	254	-	-
Cu	I	2.4	0.5	18.6	204	2.9	0.9	18.0	161	50	14
	II	3.1	1.6	30.9	153	3.8	2.1	37.4	254	-	-
Fe	I	612.0	53.0	275000	204	776	32.0	12600	161	-	-
	II	41.0	12.5	47900	153	44.0	12.0	2550	254	-	-
Mn	I	66.0	3.6	18900	204	87.0	4.0	582.0	161	-	-
	II	10.0	<20	2680	153	10.0	4.0	83.0	254	-	-
Mo	I	0.4	0.2	3.3	204	0.5	0.3	11.9	161	50	35
	II	0.4	<0.7	2.3	153	0.4	0.2	0.9	254	-	-
Ni	I	2.0	0.2	18.6	204	2.0	0.7	32.5	161	50	14
	II	2.0	0.5	32.4	153	2.4	1.4	6.4	254	-	-
Pb	I	0.3	<0.3	35.5	204	0.6	0.2	5.7	161	25	7
	II	0.3	<0.5	83.0	153	0.3	0.2	17.4	254	-	-
Sb	I	0.2	0.1	7.2	204	0.2	0.1	2.0	161	10	5
	II	0.2	<0.3	2.1	153	0.2	0.1	7.3	254	-	-
U	I	0.3	0.2	5.7	204	0.3	0.2	2.2	161	-	-
	II	1.4	0.9	5.8	153	1.5	0.9	2.3	254	-	-
V	I	0.4	0.1	40.2	204	0.3	0.1	2.4	161	-	(4)
	II	0.5	<0.3	82.6	153	0.7	0.3	7.2	254	-	-
Zn	I	7.0	<2.5	79.0	204	22.0	2.5	317.0	161	500	58
	II	13.0	<5.0	131.0	153	13.0	3.0	168.0	254	-	-

unterhalb der Prüfwerte der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV, 1999) sowie unterhalb der für diese Elemente vorgeschlagenen Geringfügigkeitsschwellenwerte für den Pfad Boden-Grundwasser (LAWA 2004). Die Konzentrationen aller untersuchten Elemente zeigten deutliche Schwankungen im Jahresverlauf, wobei die Prüfwerte und Geringfügigkeitsschwellenwerte nur von 2,6 % der Maximalwerte bei 11 von 17 untersuchten Elementen überschritten wurden. Bei neun von 17 Elementen wurden im Jahresverlauf häufig Konzentrationen in der Nähe bzw. unterhalb der Bestimmungsgrenze der analytischen Methode gemessen. Wenn Prüfwertverletzungen bzw. Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellenwerte auftraten, waren mehrere Elemente gleichzeitig betroffen, ohne dass das einem Einfluss der Düngung zugeordnet werden konnte. Die niedrigen Gehalte von Schwermetallen und Arsen im eingesetzten Dünger im Vergleich zu anderen in der Bundesrepublik Deutschland handelsüblichen Düngemitteln (Kratz et al. 2016) sowie geringe Gehalte in Stichproben der untersuchten Böden unterstützen die Plausibilität der Ergebnisse der Sickerwasseruntersuchungen.

Nach Clusteranalyse der im Sickerwasser untersuchten Variablen trennten sich Nährstoffe und Metalle voneinander ab (Abbildung 1 und 2). Das lässt den Schluss zu, dass für

den Eintrag von Nährstoffen und Metallen unterschiedliche Quellen wirksam waren.

Schlussfolgerungen

Die Belastung des Sickerwassers mit Schwermetallen und Arsen war geringer als erwartet. Die Abtrennung von Nährstoffen und Metallen in der Clusteranalyse deutet darauf hin, dass im Falle der untersuchten Flächen die bisherige, über einen längeren Zeitraum angewendete Bodenbewirtschaftung und Düngung keine erhöhten Konzentrationen von Schwermetallen und Arsen im Sickerwasser zur Folge hatte. Zukünftige Management-Praktiken sollten darauf ausgerichtet sein, diesen Zustand zu erhalten, was u.a. auch eine sorgfältige Auswahl des eingesetzten Düngers beinhalten muss.

Danksagung

Die Untersuchungen wurden mit Mitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) (Förderkennzeichen 31086) gefördert. Probenahme und Analytik erfolgten in den UFZ-Departments Bodenphysik, Fließgewässerforschung und Analytik. Wir danken dem Vorstandsvorsitzenden der Agrar-Genossenschaft „Altmärkische Höhe“ e.G. Lückstedt, Herrn

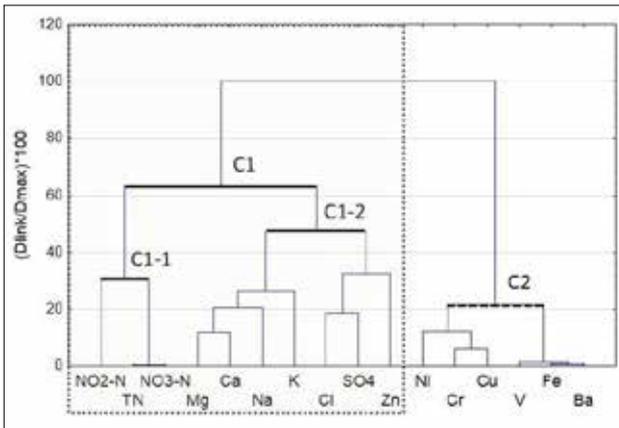


Abbildung 1: Clusteranalyse für 16 Variablen im Sickerwasser von Schlag I.

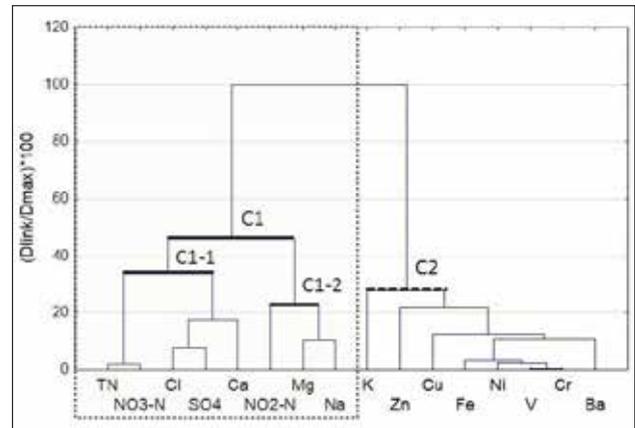


Abbildung 2: Clusteranalyse für 16 Variablen im Sickerwasser von Schlag II.

Dipl.-Agr.-Ing. F. Wiese, für die Unterstützung bei den Felduntersuchungen.

Literatur

BBodSchV (1999) Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. BGBl. I: S. 1554.

Bednorz D., Tauchnitz N., Christen O., Rupp H., Meissner R. (2016) The impact of soil heterogeneity on nitrate dynamic and losses in tile-drained arable fields. *Water Air and Soil Pollution* 227:395 (doi:10.1007/s11270-016-3095-5).

LAWA (2004) Methodik und Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (Stand 02.09.2003). Länderarbeitsgruppe Wasser (LAWA), Unterausschuss Geringfügigkeitsschwellen“, 20 S. (Anhang 195 S.).

Kratz S., Schick J., Schnug E. (2016) Trace elements in rock phosphates and P containing mineral and organo-mineral fertilizers sold in Germany. *Science of the Total Environment* 542, 1013 – 1019.

Tauchnitz N., Bischoff J., Schrödter M., Rupp H., Meissner R. (2014) Nährstoffausträge aus landwirtschaftlichen Nutzflächen über den Drainagepfad. *Wasserwirtschaft* 104 (12) 36 – 41.

