

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG,
Sitzung der Kommission VI

Titel der Tagung:

Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung

Veranstalter:

DBG

Termin und Ort der Tagung:

07.-12.09.13, Rostock

Berichte der DBG (nicht begutachtete online-Publikation), <http://www.dbges.de>

Klärschlammausbringung in Grundwasserschutzgebieten – ein kalkulierbares Risiko?

Jutta Will¹, Christoph Puschner², Andreas Schwarz¹, Wolf-Anno Bischoff¹

Schlüsselworte

Grundwasserschutz, Klärschlamm, Schadstoffe, Sickerwasserprognose

Einführung

Klärschlamm ist sowohl ein Bodenverbesserer und Nährstofflieferant als auch Träger einer Vielzahl von unterschiedlichen Schadstoffen. Beide Stoffgruppen werden vom Abwasser angeliefert, teilweise abgebaut und im Klärschlamm gegenüber dem Klärwasser angereichert. Dadurch ergibt sich ein Spannungsfeld zwischen der Düngewirkung und möglichen Schadstoffeinträgen bei einer Klärschlammausbringung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Durch die Erweiterung eines Wasserschutzgebietes (WSG) des Zweckverbandes Gruppenwasserwerk Dieburg (ZVG) in Südhessen werden landwirtschaftliche Flächen, auf denen seit ca. 1980 Klärschlamm ausgebracht wird, Teil des Schutzgebiets.

¹ Gutachterbüro Terraquat,
Schellingstr. 43, 72622 Nürtingen,
e-mail: j.will@terraquat.com

² Zweckverband Gruppenwasserwerk Dieburg, Außerhalb 2 Hergershausen, 64832 Babenhausen, www.wasserwerk.com

Wenn die bisherige Praxis fortgesetzt wird, können durch die Schadstoffeinträge das Grundwasser und damit auch das Rohwasser in den Brunnen des ZVG mit Schadstoffen belastet werden. Eventuell werden Grenzwerte der TrinkwV überschritten. Ein Verbot der Klärschlammausbringung müsste mit den Landwirten in Kooperationsverträgen festgelegt und mit Ausgleichszahlungen kompensiert werden.

Der ZVG muss daher abwägen, ob die Grundwasserqualität in einem Maße beeinträchtigt wird, das ein Verbot und in der Folge hohe Ausgleichszahlungen begründet.

Ziel der laufenden Studie ist es, festzustellen, ob und in welcher Höhe von der Klärschlammausbringung lokal eine Gefahr für das Grundwasser ausgeht.

Material und Methoden*Untersuchungsgebiet und Standorte*

Im gesamten Untersuchungsgebiet am nördlichen Rand des Odenwalds liegen Löss und Flugsand in wechselnder Mächtigkeit über Gneisen und Graniten, die als Anstehendes folgen und meist von einer mehrere Dezimeter mächtigen Verwitterungszone überdeckt sind.

Auf den Ackerflächen wird seit Anfang der Neunziger Jahre regelmäßig alle drei Jahre Klärschlamm appliziert. Es werden Hackfrüchte, Getreide und Ölfrüchte angebaut. Die Bearbeitung erfolgt seit einigen Jahrzehnten pfluglos.

Bewertungsgrundlagen

Die Bewertung erfolgte aufgrund der im Grundwasser zu erwartenden Schadstoffkonzentrationen v.a. anhand der TrinkwV (2011) und der BBodSchV (2012) sowie bei nicht geregelten Stoffen auf Basis weiterer Untersuchungen.

Generelles Vorgehen

Um einerseits Zeit und Kosten zu sparen, andererseits die potenziell relevanten Schadstoffe trotzdem umfassend bewerten zu können, wurde ein mehrstufiges Vorgehen gewählt. Zunächst wurde mit Hilfe von einfach zu erhebenden bzw. vorliegenden

Daten eine worst-case-Abschätzung getroffen. Die Datenerhebung für die folgenden Stufen war zunehmend aufwändiger/teurer, die Rückschlüsse wurden realitätsnäher. Stoffe, für die eine Prüf- bzw. Grenzwertüberschreitung ausgeschlossen werden konnte, wurden nicht weiter verfolgt. Andernfalls folgte eine detailliertere Betrachtung.

Einzelne Methoden

Material und Methoden für die einzelnen Stufen werden gemeinsam mit den Ergebnissen und Schlussfolgerungen in *Tabelle 1* dargestellt. Im Folgenden werden nur solche Methoden erläutert, die in der Tabelle nicht selbsterklärend sind.

Farbtracerversuche mit Brilliant Blue (Brilliantblau FCF) wurden durchgeführt, um das Risiko für Stofftransport in bevorzugten Fließwegen (präferenzieller Fluss) abzuschätzen. Dazu wurde an fünf typischen Standorten ein Starkniederschlagsereignis mit 30 mm in 0,5 h simuliert. Anschließend wurden in 4 Tiefen auf 0,8 x 0,8 m² horizontale Schnitte angefertigt, fotografiert und quantitativ ausgewertet.

Die **Sickerwasserprognose** wurde mit zwei Modellen durchgeführt. **SIWA-SP** wird derzeit als standardisiertes Tool für die Orientierende Untersuchung nach BBodSchV entwickelt (Bischoff et al., 2013) und benötigt nur einfach zu ermittelnde Input-Parameter. **ALTEX-1D** (2010) dient der Detailuntersuchung nach BBodSchV und benötigt detailliertere standortkundliche Daten.

Mit **Selbst-Integrierenden Akkumulatoren (SIA)**, Bischoff, 2009) werden Schadstoffausträge mit dem Sickerwasser unterhalb der Wurzelzone gemessen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der schrittweisen Bewertung und Eingrenzung der Schadstoffe können *Tabelle 1* entnommen werden.

Präferenzierter Stofftransport

Ein simuliertes Starkregenereignis, wie es durchschnittlich etwa einmal jährlich auftritt, führte auf drei der fünf Standorte zu präferenziellem Fluss, der in mehr als einen Meter Tiefe reichte (*Abbildung 1*). Aufgrund der pfluglosen Bodenbearbeitung auf den Untersuchungsflächen stehen weitaus mehr durchgehende Fließpfade zur Verfügung als auf regelmäßig gepflügten Standorten.

Tritt ein solches Starkniederschlagsereignis kurz nach der Ausbringung von Klärschlamm auf, können damit Schadstoffe in die Tiefe transportiert werden. Dies kann insbesondere für organische Schadstoffe einen wichtigen Transportpfad darstellen, die bei Matrixfluss durch Sorption an der organischen Substanz im Oberboden immobil sind. Das Auswaschungsrisiko in das Grundwasser für PAK und Kohlenwasserstoffe beruht ausschließlich auf diesem Transportpfad.

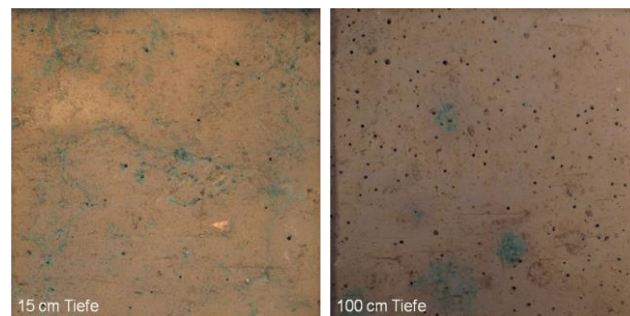


Abbildung 1: Tiefenprofil aus horizontalen Schnitten nach einem Starkregenereignis von 30 mm (Lösslehm, Hangfuß, jeweils 80 cm x 80 cm).

Standortseinheiten

Auf den Flächen mit Klärschlammasubstrat dominieren verschiedene Einheiten aus Löss (*Abbildung 2*).

V.a. im Süden steht Granit in weniger als 1 m Tiefe an. Auf diesen Standorten sind aufgrund einer geogenen Belastung – unabhängig von der Klärschlammasubstrat – Arsen und Antimon angereichert.

Die mächtigen Flugsandaufgaben im westlichen Untersuchungsgebiet stellen aufgrund ihrer niedrigen pH-Werte ein hohes Verlagerungsrisiko für Schwermetalle dar.

Tabelle 1: Vorgehen und Ergebnisse beim schrittweisen Eingrenzen der relevanten Schadstoffe.

Material & Methoden	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Screening 1: Literatur & vorhandene Klärschlamm-daten auswerten	Ca. 190 potenziell relevante Inhaltsstoffe und Eigenschaften des Klärschlamm	Untersuchung der wichtigsten lokalen Klärschlämme nötig
Screening 2: Untersuchungen an lokalen Klärschlämmen	41 Schadstoffe, keine Überschreitung der Grenzwerte der aktuellen AbfklärV, (nach geplanter Novelle: 2 Überschreitungen)	Für alle 41 Schadstoffe: Lokales Umweltverhalten aufgrund von Standortseigenschaften, Mobilität und Persistenz untersuchen
Standortseigenschaften 1: Geologie aus Karten und Bohrungen; Kartierung der Ober- und Unterböden; Messung von C _{org} , pH, Textur	Bruchschollen aus Granit und Buntsandstein großteils unter Löss(lehm) (pH > 6,5) oder sandige (– tonige) Talverfüllungen (pH 4 – 6,5)	Entscheidung über relevante Standorteinheiten: Löss, Lösslehme, lehmige Kolluvien, Granitzer-satz, Flugsande, Auenböden (<i>Abbildung 2</i>)
Standortseigenschaften 2: Brilliant Blue-Versuche zu preferential flow auf 5 Standorten (<i>Abbildung 1</i>)	Bis ca. 1 m Tiefe Transport gut sichtbar durch No-Till und Regenwurmgänge	Bei Sorption und Abbau zu berücksichtigen, v.a. a-ennah, kritischer Transportweg für KW, PAK
Schadstoffbelastung lokal: Gesamtgehalte und 2:1-Bodenextrakte als verfügbarer Anteil	Nur sehr wenige Schadstoffe (11) im Boden nach 30 Jahren Klärschlammaufbringung relevant	Voreingrenzung auf Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Zn, Sb, As, KW, PAK; Gefährdung abschätzen und messen
Risikoabschätzung mit zwei Modellen: SIWA-SP* – qualitativ ALTEX-1D – quantitativ (* vgl. Bischoff et al., 2013)	<u>Prüf- und Grenzwertüberschreitungen möglich</u> (worst-case): von Ni, As, KW auf allen Standorten, von Zn, Cu (Pb, Cd, Hg) auf Flugsand, von Sb auf Granit	Resultate SIWA-SP, ALTEX-1D ähnlich (<i>Abbildung 3</i>); Eingrenzung: Problematische Stoffe + PAK ⇒ lokales Monitoring von 7 Schadstoffen
Schadstoffmobilität lokal: Messung der Sickerwasserfrachten mit Selbst-Integrierenden Akkumulatoren (SIA)	Jährliche Messung der Schadstoffverluste mit dem Sickerwasser in 1 m Tiefe in [g/ha]	noch keine Messwerte; 5 Praxisflächen mit Klärschlamm und 1 Referenz ohne Klärschlamm

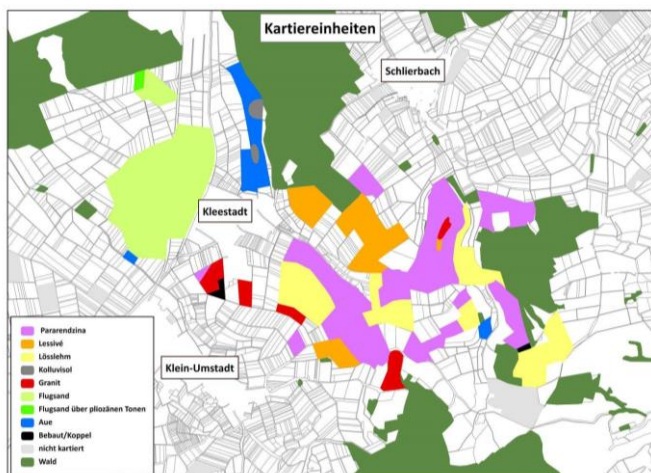


Abbildung 2: Verteilung der Standortseinheiten (nur Flächen mit Klärschlamm).

Sickerwasserprognose

SIWA-SP wird im Rahmen der Orientierenden Untersuchung eingesetzt und soll qualitativ bewerten, ob eine Detailuntersuchung notwendig ist. Diese ist mit Hilfe zusätzlicher Daten z.B. mit ALTEX-1D quantitativ durchgeführt. Daher bewertet SIWA-SP konservativer als ALTEX-1D, weshalb mit SIWA-SP in mehr Einzelfällen ein Auswaschungsrisiko prognostiziert wird.

Die deutlichsten Abweichungen bestehen in der Bewertung der Mobilität von Antimon (Sb) in 9 von 10 untersuchten Fällen und der Kohlenwasserstoffe (KW) in 7 von 32 Fällen.

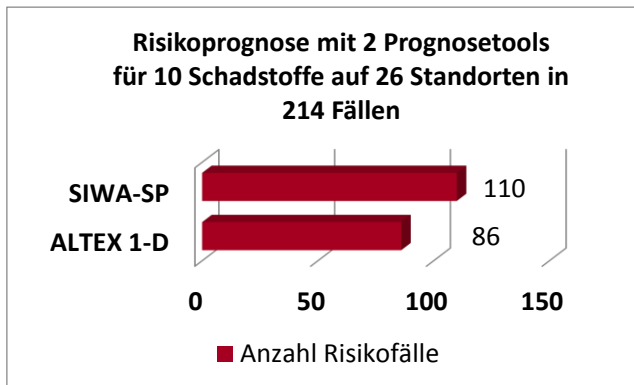


Abbildung 3: Prognose zur Belastung des Sickerwassers in 1 m bzw. 2 m Tiefe mit Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Zn, Sb, As, KW. Dargestellt sind die Fälle, in denen die Konzentrationen den Grenzwert der TrinkwV überschreiten.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Eine Beeinträchtigung der Grundwasserqualität als Folge der Klärschlammapplikation ist möglich. Hingegen ist es auch bei einer Fortsetzung dieser Praxis unwahrscheinlich, dass im Grundwasser Grenz- oder Prüfwerte nach TrinkwV oder BBodSchV überschritten werden. Auch für weitere, bisher nicht geregelte Schadstoffe bestehen keine Hinweise für eine schädliche Konzentration im Grundwasser. Insgesamt wurden ca. 190 Schadstoffe und Schadstoffgruppen berücksichtigt. Wir empfehlen daher nach jetziger Kenntnis, die Klärschlammapplikation nicht einzuschränken oder zu verbieten.

Für einige Schadstoffe besteht jedoch ein Risiko für zeitlich und räumlich begrenzte Grenzwertüberschreitungen. Daher empfehlen wir dem ZVG ein mehrjähriges Monitoring der Auswaschung für folgende Stoffe: Ni, Cu, Zn, Sb, As sowie KW und PAK. Insbesondere Flugsandstandorte mit niedrigem pH-Wert (Ni, Cu, Zn) und geogen vorbelastete Standorte (As, Sb) sind gefährdet. Darüber hinaus besteht für die organischen Schadstoffgruppen KW und PAK auf grundwassernahen Auenstandorten ein Auswaschungsrisiko über präferenzielle Fließwege.

Dank

Unser Dank gilt den beiden Landwirten Werner und Markus Hauck für die gute Zusammenarbeit.

Literatur

- AbfKlärV (2010): Klärschlammverordnung vom 15. April 1992 (BGBl. I S. 912), die zuletzt durch Artikel 9 der Verordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1504) geändert worden ist.
- ALTEX-1D (2010): Analytische Lösung der 1D-Transportgleichung mit MS-EXCEL, Version 2.4, heruntergeladen am 20.03.2012 von http://www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=809&article_id=870&_psmand=4.
- BBodSchG (2012): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 5 Absatz 30 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.
- BBodSchV (2012): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.
- Bischoff, W.-A. (2009): Development and Applications of the Self-Integrating Accumulators: A Method to Quantify the Leaching Losses of Environmentally relevant Substances. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, Heft 91, Herausgeber: Kandeler, E.; Kuzyakov, Y.; Stahr, K.; Streck, T.; Kaupenjohann, M., Universität Hohenheim, Stuttgart. 145 S.
- Bischoff, W.-A.; Schwarz, A.; Hillmert, C. (2013): Strukturierte Sickerwasserprognose in der Orientierenden Untersuchung nach BBodSchG/V; Berichte der DBG (nicht begutachtete online-Publikation) zur Jahrestagung "Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung", September 2013, Rostock, <http://www.dbges.de>.
- TrinkwV (2011): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001) in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. November 2011 (BGBl. I S. 2370), die durch Artikel 2 Absatz 19 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 3044) geändert worden ist.