



# Klärschlammausbringflächen im Kanton Zürich

## 10-Jahres-Bilanz der Bodenüberwachung

- Die Schadstoffgehalte von mit Klärschlamm belasteten Flächen haben in den letzten 10 Jahren nicht abgenommen.
- Stark belastete Standorte benötigen eine bodenschutzrechtliche Abklärung und gegebenenfalls Massnahmen zur Gefährdungsabwehr.
- Zudem müssen diese Standorte weiterhin beobachtet werden.

## Problematik

Beim Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen (ARA) fällt Klärschlamm an. Dieser enthält humusartiges Material und pflanzennutzbare Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor, weshalb er als Dünger in der Landwirtschaft eingesetzt wurde. Klärschlamm kann aber auch bodenbelastende Schwermetalle enthalten. Diese können für Mensch und Tier gesundheitsgefährdend wirken, indem sie über die Nahrung oder das Trinkwasser aufgenommen werden. Deshalb ist in der Schweiz seit 2006 das Ausbringen von Klärschlamm verboten<sup>1</sup>.

Zur rechtlichen Beurteilung von Bodenbelastungen sind für Schadstoffe wie Schwermetalle die Beurteilungswerte der Verordnung über Belastungen des Bodens<sup>2</sup> zu verwenden. Beurteilungswerte sind Richt-, Prüf- und Sanierungswert. Wird ein Prüfwert überschritten, muss seit 2005 die konkrete Gefährdung für Menschen, Tiere oder Pflanzen<sup>3</sup> nach Vorgabe des Bundes abgeschätzt werden. Dies kann zu einer Nutzungseinschränkung führen. Das Überschreiten des Sanierungswerts löst ein Nutzungsverbot aus.

Auch im Kanton Zürich wurde vor 2006 verbreitet Klärschlamm auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ausgebracht. Das Verteilungsmuster der Klärschlamm-ausbringflächen ist dabei heterogen, weil nicht alle Landwirte Klärschlamm auf ihren Schlägen ausgebracht haben. Zudem waren nicht alle Klärschlämme stofflich gleich stark belastet.

Die Belastung der Klärschlämme hing stark vom Einzugsgebiet der betreffenden ARA ab. Ausserdem wurden teilweise auch industrielle Schlämme (z. B. von Galvanikabwässern) ausgebracht, welche zu erheblichen Bodenbelastungen mit Schwermetallen geführt haben (Abbildung 2).

Aus Sicht des Bodenschutzes steht im Kanton Zürich das Schwermetall Cadmium im Vordergrund. Hier wurden die meisten Prüfwertüberschreitungen festgestellt. Der Fokus der Untersuchung von Klärschlamm-ausbringflächen liegt deshalb auf diesem chemischen Element.

Klärschlamm-ausbringflächen sind im Prüfperimeter für Bodenverschiebung (PBV) auf rund 400 Parzellen mit einer Gesamtfläche von rund 400 Hektaren verzeichnet (Abbildung 1). Davon befinden sich rund 120 Hektaren in der Gemeinde Küsnacht. Hier sind die

Prüfwerte teilweise deutlich überschritten. Es wurden auch stark erhöhte Cadmiumwerte in Nahrungs- und Futterpflanzen festgestellt. Anlässlich eines Augenscheins wurden auf den belasteten Böden weidende Schafe gesehen. Neben den belasteten Pflanzenteilen nehmen Weidetiere beim Grasensuchen auch viel Boden direkt auf. Dadurch wird das in der obersten Bodenschicht am höchsten konzentrierte Cadmium mitgefressen, was eine Gefahr für die Tiere bedeutet.

Zwölf Standorte der kantonalen Bodenüberwachung (KABO) befinden sich auf ehemaligen Klärschlamm-ausbringflächen. Nicht alle diese Flächen weisen eine Richtwertüberschreitung auf. Der vorliegende Bericht zieht eine 10-Jahres-Bilanz der Schadstoffbelastung dieser Standorte.

**KABO Klärschlammstandorte**  
Cadmium Gehalt  
● < Richtwert  
● Richtwertüberschreitung  
● Prüfwertüberschreitung  
■ PBV Klärschlamm-Aufbringflächen

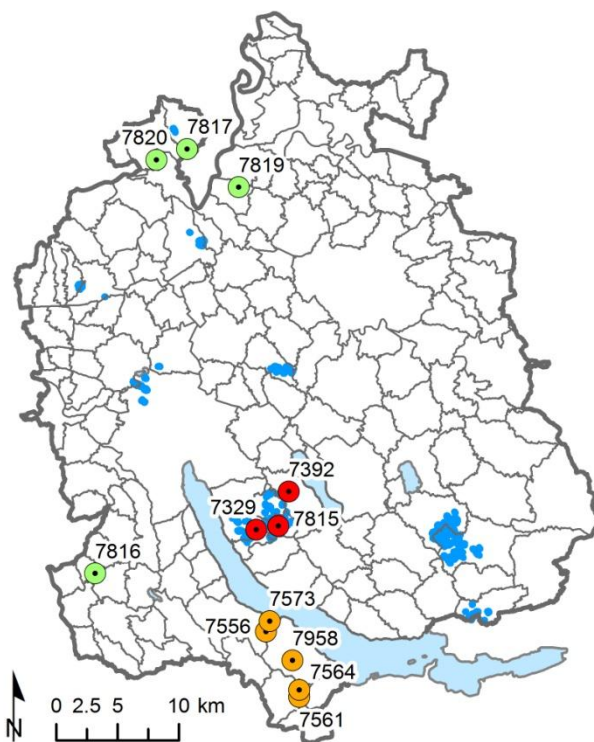


Abbildung 1: KABO-Klärschlammstandorte (mit Standortnummer) und Klärschlamm-ausbringflächen im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV)

Richt- und Prüfwert für Nahrungs- und Futterpflanzenanbau (gemäss VBBo Stand 1.7.2008)

<sup>1</sup> Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (SR 814.81; ChemRRV: Anhang 2.6 Ziffer 3.3.1, Abs. 4)

<sup>2</sup> Verordnung über Belastungen des Bodens (SR 814.12, VBBo)

<sup>3</sup> BAFU (2005): „Handbuch Gefährdungsabschätzung“, Bundesamt für Umwelt, Dokument VU-4817-D, Bern, 2005.

## Tiefenverteilung Cadmium

Abbildung 2 zeigt die Cadmiumverteilung eines klärschlammbelasteten Standorts in Abhängigkeit von der Bodentiefe. Auffällig ist die sehr hohe Cadmiumkonzentration in der obersten Schicht. Mit zunehmender Tiefe nimmt die Konzentration stark ab.

Die beobachtete Cadmiumverteilung deckt sich mit der Annahme, dass Cadmium hauptsächlich mit Klärschlamm in die oberste Bodenschicht eingetragen wurde. Schwermetalle wie Cadmium sind im Allgemeinen im Boden wenig mobil (Adriano, 1986)<sup>4</sup>. Dass dieses Schwermetall auch in den unteren Schichten anzutreffen ist, geht unter anderem auf seine allmähliche Verlagerung in die Tiefe, aber auch auf den natürlichen Cadmiumgehalt des Bodens zurück.

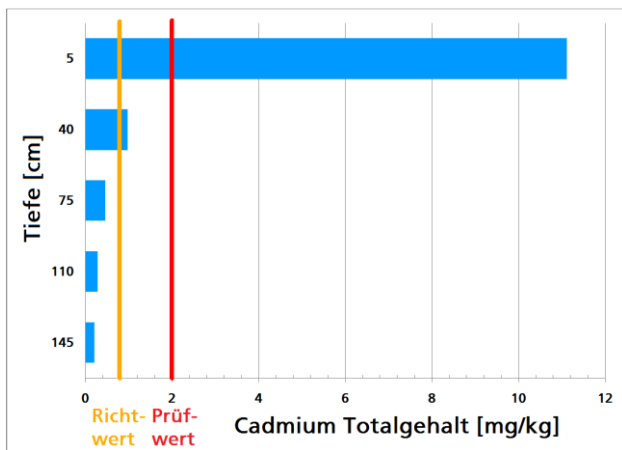


Abbildung 2: Cadmiumverteilung in Abhängigkeit der Bodentiefe bei KABO-Standort 7815

Wahrscheinlich wurde auf diesem aussergewöhnlich stark belasteten Standort auch Klärschlamm aus Galvanikabwässern verteilt.

## Zusammenhang zwischen pH und Cadmium

Cadmium liegt im Boden überwiegend an die feste Bodensubstanz gebunden und geringfügig im Bodenwasser gelöst vor. Dies geht aus der Untersuchung der totalen und löslichen Gehalte nach VBBo hervor. Wie die löslichen Gehalte zeigen, wird mit steigendem Totalgehalt zunehmend mehr Cadmium mobil. Dieses mobile Cadmium wird durch ein hohes Boden-pH (geringer Bodensäuregrad, Abbildung 3) und ein hohes Nährstoff-Speichervermögen (Kationenaustauschkapazität) auf geringer Konzentration gehalten.

<sup>4</sup> Adriano, D.C. (1986): „Trace Elements in the Terrestrial Environment“. ISBN 0-387-96158-5, 533 S.

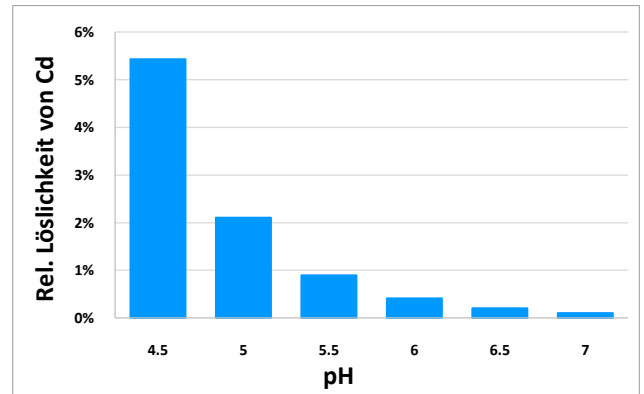


Abbildung 3: Relative Löslichkeit von Cadmium (lösliches/ totales Cadmium) in Abhängigkeit vom pH

Datengrundlage: 101 Bodenproben von 74 Standorten im Kanton Zürich

Bei tiefem Boden-pH (hohem Bodensäuregrad) liegt viel Cadmium in gelöster Form vor. So kann es von Pflanzen aufgenommen oder mit dem Bodenwasser in tiefere Schichten (gegebenenfalls ins Grundwasser) transportiert werden.

## Zeitliche Entwicklung der Cadmiumgehalte in den belasteten Böden

Die Fachstelle Bodenschutz hat auf den klärschlammbelasteten Standorten drei Beprobungen im Abstand von fünf Jahren durchgeführt. Bezogen auf alle untersuchten Standorte zeigte sich keine Tendenz zur Abnahme der Cadmiumgehalte. Nur bei einem Standort war eine relevante Abnahme feststellbar. Dieser Befund bestätigt, dass Cadmium aktuell wenig mobil ist. Auch bei anderen Schwermetallen (z. B. Blei, Zink oder Quecksilber) waren in dieser Zeitperiode keine wesentlichen Veränderungen feststellbar. Die gemessenen Werte liegen alle innerhalb eines geringen Schwankungsbereichs.

Erfreulich ist, dass die Belastungen nicht grösser wurden. Ursachen dafür sind die verbesserte Qualität des Klärschlammes seit 1981 (Klärschlammverordnung) und das Ausbringverbot für Klärschlamm seit 2006. Andere Düngemittel und der Lufteintrag bewirkten keine messbare Belastungszunahme im Boden.

## Massnahmen und Fazit

Für viele Parzellen, auf denen Klärschlamm ausgebracht wurde, liegen keine Cadmiummessungen vor. Gewisse landwirtschaftliche Nutzflächen der KABO weisen aber teilweise sehr hohe Cadmiumgehalte auf. Deshalb ist auf Klärschlammausbringflächen eine vollständige, parzellenscharfe Abklärung der Schwermetallbelastung erforderlich. Dabei muss unter

Berücksichtigung von Nutzung und Cadmiumbelastung geprüft werden, ob Massnahmen zur Gefährdungsabwehr notwendig sind.

Bei Böden mit Belastungen sind nicht nur der Totalgehalt eines Schadstoffes, sondern auch die Bodeneigenschaften zu betrachten. Wie bereits erwähnt, hat das pH einen grossen Einfluss auf die Mobilität von Cadmium. Die pH-Werte der untersuchten Böden liegen im neutralen bis leicht sauren Bereich, wo Cadmium wenig mobil ist (vgl. Abbildung 3).

Die Messreihen der KABO zeigen, dass in den letzten zehn Jahren keine grossen Veränderungen der

Cadmiumgehalte auftraten. Das Risiko, dass Cadmium gelöst und verlagert wird, ist auf den untersuchten Standorten derzeit klein. Damit Cadmium weiterhin immobil bleibt, ist ein Ziel-pH-Wert von  $\geq 6.5$  beizubehalten (Adriano 1986), was z. B. durch Kalkdüngung erreicht werden kann.

Cadmium bleibt im Boden erhalten und stellt auch künftig eine potentielle Gefahr dar. Die Böden müssen weiterhin überwacht werden, damit bei Änderungen des Bodenzustandes die allfälligen Massnahmen zur Gefährdungsabwehr getroffen werden können.

Faktenblatt:	Cécile Wanner
Bericht:	Thomas Lötscher und Ubald Gasser
Projektleitung:	Ubald Gasser
Konzept:	Ulrich Hoins und Flavio Tunesi
Ablage:	Projekt 2009-234 (GID 5951, Bericht: TID 14507; Faktenblatt: TID 14508)
Titelbild:	Ruedi Bolliger, Departement Finanzen und Ressourcen, Landwirtschaft Aargau, Hof- und Recyclingdünger, Telli-Hochhaus, 5004 Aarau
Copyright:	Fachstelle Bodenschutz Kanton Zürich, Walcheplatz 2, 8090 Zürich (Homepage: <a href="http://www.boden.zh.ch">www.boden.zh.ch</a> )
Druckdatum:	28. März 2011
Ablage:	G:\FBO\Projekt\ablage\2009\2009-234_Trendanalyse18_Klärschlamm
Datei:	5951_14508_Kurzbericht