

## Einfluß von Klärschlammapplikationen auf den Schwermetallgehalt litauischer Böden

VALERIJUS GASIUNAS, JÜRGEN FLECKENSTEIN und EWALD SCHNUG

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde

Litauen hat 3,9 Mio. Einwohner (Stand 1993). Das Territorium von 65200 km<sup>2</sup> ist in 44 Rayons (Bezirke) eingeteilt. In den Städten, die meist gleichzeitig auch die Rayonzentren sind, leben durchschnittlich 10000 - 30000 Menschen. Nur in 7 Rayonzentren existiert eine entwickelte Industrie, hierunter die stärkste in der Hauptstadt Litauens, Vilnius, die 590000 Einwohner hat.

Was die Situation der Abwasserbehandlung angeht, so sind inzwischen in den meisten Städten Kläranlagen gebaut worden. Vilnius besitzt eine mechanische Kläranlage, eine biologische Behandlungsanlage ist derzeit im Bau. In der zweitgrößten Stadt Litauens Kaunas (430000 Einwohner) entsteht erst jetzt eine Anlage.

Der in den Kläranlagen in großen Mengen anfallende Schlamm bringt große Probleme hinsichtlich seiner Entsorgung mit sich. Infolge der Vermischung von Abwässern aus Haushalten und Industriebetrieben, ist die Belastung der Klärschlämme mit Schwermetallen und schädlichen organischen Stoffen eng mit der industriellen Entwicklung verbunden. In den meisten kleinen Städten, mit schwach entwickelter Industrie, liegen die Schwermetallgehalte im Klärschlamm im Bereich von: Cr: 30 - 200, Ni: 20 - 80, Cu: 80 - 250, Zn: 200 - 1000, Pb: 60 - 150, Cd: <3 mg/kg TM (1).

In den Regionalzentren mit stärker entwickelter Industrie liegen einige Schwermetalle in hohen Konzentrationen vor, z.B. in Schauliai : Cr: bis 2000 und Ni: bis 600, in Panevezys Cd: bis 80mg/kg TM.

Der Weg in die politische Selbständigkeit im Jahr 1990 führte in Litauen vorerst mit stark verminderter industrieller Produktion zum ökonomischen Einschnitt. Dieses wirkte sich allerdings positiv in einer Verringerung der Schwermetallbelastung des Klärschlammes aus (Tabelle 1).

Eine deutliche Verminderung zeigt sich bei Pb, Ni, Cr und Cd. Die Werte sind weit unterhalb der 1993 vom Umweltministerium herausgegebenen Richtwerte, die bis zu einer gesetzlichen Regelung ihre Gültigkeit haben. (Tabelle 1).

In der Kläranlage von Vilnius häufen sich jedes Jahr etwa 10000 Tonnen Trockenmasse von Klärschlamm an. Er ist mit 1,4-1,7 % N dreimal reicher an Stickstoff als Stalldung und enthält 40-50 % organische Substanz.

Infolge der ökonomischen Lage Litauens verminderte sich 1990 die Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft, z. B. der Stickstoffdünger von zuvor 80-100 auf 20 kg/ha. Mit

der Verminderung der tierischen Produktion verringerten sich auch die Mengen an organischen Düngern. Die geringe Verwendung von Düngern birgt die Gefahr eines Abbaus der organischen Substanz und führt damit zur Degradierung der Böden.

Die Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft Litauens könnte diese Situation verbessern.

Die Ablagerung von Klärschlamm erfolgt z.Zt. zu 90 % in speziellen Deponien und auf allgemeinen Müllplätzen. Aufgrund einer mangelnden Klärschlammverordnung ist eine direkte Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft ausgeblieben. Mit dem Klärschlamm von Vilnius könnte jährlich eine Fläche von etwa 2000 ha gedüngt werden. In Klärschlammverordnungen, wie z.B. in Deutschland, soll zukünftig die zulässige Aufbringungsmenge von 5t TM je Hektar innerhalb von drei Jahren festgelegt werden.

Im 50 km Umkreis von Vilnius dominieren leichte Böden: 40 % sind Sandböden, sandige Böden machen 52 %, der Fläche aus und lehmige Sande 8 %. Die pH-Werte der Böden verteilen sich wie folgt: pH <5 : 23 % ; pH 5,1-6,0: 41 %; pH >6,1: 36 %.

Im folgenden sollen ausgewählte Ergebnisse aus Versuchen zur Nutzung von Klärschlamm zur Rekultivierung einer Kiesgrube und für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen aufgezeigt werden.

Erstmals wurde 1989 Klärschlamm von Vilnius in einer hohen Menge von 250 t/ha TM zur Rekultivierung einer 7 ha großen Kiesgrube verwendet. Begleitend wurden die Bodeneigenschaften, die Schwermetallkonzentrationen im Boden, im Grundwasser und im Pflanzenbestand untersucht. Vor der

|                                 | Cu  | Pb   | Zn   | Ni  | Cr  | Cd  |
|---------------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 1990                            | 340 | 28   | 750  | 190 | 430 | 6,4 |
| 1992                            | 340 | 18   | 860  | 110 | 270 | 2,4 |
| Richtwerte 1993<br>(Litauen)    | 100 | 1000 | 3000 | 200 | 900 | 20  |
| Grenzwerte KVO<br>(Deutschland) | 800 | 900  | 2500 | 700 | 700 | 10  |

Tabelle 1: **Mittlere Schwermetallgehalte (mg/kg TM) im Klärschlamm von Vilnius (Litauen)**

Rekultivierung wies der Boden folgende Gehalte auf:

Humus: 0,5 %; Nges: 0,035 %; pH<sub>KCl</sub>: 7,4.

Infolge der Klärschlamm- anwendung erhöhten sich die Gehalte binnen 5 Jahren bei Humus auf 5 %, bei Nges auf 0,1-0,4 % und beim pH auf 7,8.

In den Jahren 1993 und 1994 wurde ebenfalls Klärschlamm in Mengen von 8 t/ha TM versuchsweise auf 100 ha einer landwirtschaftlichen Nutzfläche, die im wesentlichen aus kiesigem Sand (Humus: 1,6 - 2,0 %; Nges: 0,12-0,18; %; pH<sub>KCl</sub>: 6,5-6,9) besteht, aufgebracht. Die Flächen wurden mit Hafer, Gerste und Roggen bestellt.

In Tabelle 2 sind die Schwermetallkonzentrationen in der 0-20 cm Bodenschicht zusammengestellt, die sich als Folge der Klärschlammaufbringung ergaben. Die Analysen erfolgten im Geologischen Institut von Vilnius mittels Emissionsspektrometrie.

Die Cu- und Cr-Gehalte im Boden der mit Klärschlamm rekultivierten Flächen überschreiten die Grenzwerte, die z.Zt. in Litauen empfohlen und noch nicht gesetzlich festgelegt sind.

Bei der Rekultivierungsfläche wurde insbesondere die Verlagerung von Schwermetallen in das 2 m tiefe Grundwasser über 5 Jahre hinweg verfolgt. Dabei war festzustellen, daß die Zn-Konzentration des Grundwassers bereits nach einem halben Jahr nach der Klärschlammaufbringung anstieg.

Die Ni-, Cd-, Cu- und Pb-Konzentrationen erhöhten sich dagegen erst nach 1-1,5 Jahren bis zum 6fachen der Grundwasserkonzentrationen einer unbehandelten Kontrollfläche (Konzentrationen des Grundwassers der Kontrollfläche: Zn: 0,5; Ni: 0,03; Cd: 0,0023; Cu: 0,03 und Pb: 0,025 mg/l) und blieben ca. weitere 1-1,5 Jahre auf diesem Level stehen. In der Folgezeit fielen sie jedoch wieder auf das ursprüngliche Niveau ab (3). Die gefundenen Schwermetallkonzentrationen im Grundwasser überschritten zu keiner Zeit die in Litauen für Trinkwasser gültigen Höchstwerte (Zn:5,0; Ni: 0,1; Cd 0,005; Cu: 1,0 und Pb 0,03 mg/l).

Aus der anfänglichen Steigerung von Schwermetallen im Grundwasser läßt sich eine Migrationsgeschwindigkeit von Schwermetallen in der aeroben Zone der untersuchten Sandböden von ca. 1 - 2 Meter pro Jahr ableiten.

Auf die Schwermetallaufnahme des Bewuchses der Rekultivierungsfläche zeigte die hohe Gabe an Klärschlamm signifikante Effekte. So wurden in den Gräsern der rekultivierten Kiesgrubenfläche 2 mal höhere Co- und Ni-Gehalte und 5-15 mal höhere Cu-, Pb-, Zn-Gehalte als in den Gräsern der Kontrollfläche gefunden. Für eine landwirtschaftliche Produktion ist diese Fläche nicht geeignet. Dagegen zeigten die applizier-

| Variante                 | Cu      | Pb      | Cr      | Ni      | Zn      | Cd |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| <i>Rekultivierung:</i>   |         |         |         |         |         |    |
| Klärschlamm (KS)         | 610     | 50      | 330     | 300     | 440     | nn |
| Boden mit 0 t/ha TM KS   | 10-13   | 7,6-8,9 | 28-36   | 10-16   | 20      | nn |
| Boden mit 250 t/ha TM KS | 110-140 | 23-28   | 170-180 | 40-70   | 230-310 | nn |
| <i>Landwirtschaft:</i>   |         |         |         |         |         |    |
| Klärschlamm (KS)         | 290-330 | 60-74   | 130-140 | 110-160 | 280-330 | <3 |
| Boden mit 0 t/ha TM KS   | 10-13   | 19-24   | 37-43   | 11-17   | 20-30   | <3 |
| Boden mit 8 t/ha TM KS   | 10-13   | 18-24   | 36-43   | 14-19   | 20-27   | <3 |
| Grenzwerte im Boden      | 100     | 100     | 100     | 50      | 300     | 3  |
| nn= nicht nachweisbar    |         |         |         |         |         |    |

Tabelle 2: **Auswirkung der Klärschlammapplikation zur Rekultivierung einer Kiesgrube und zur Düngung einer landwirtschaftlichen Nutzfläche auf die Schwermetallgehalte im Boden (0-20 cm) in mg/kg TM (2;3)**

ten Mengen an Klärschlamm keine signifikanten Auswirkungen auf die Schwermetallgehalte der landwirtschaftlich genutzten Versuchsflächen. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß die Gehalte an Cu, Cr und Ni im landwirtschaftlich genutzten Klärschlamm wesentlich geringer sind als in dem für die Rekultivierung der Kiesgruben eingesetzten Klärschlamm. Die Effekte auf die Konzentrationen im Boden, die über die mit Klärschlamm eingebrachten absoluten Mengen zu erwarten wären, bewegen sich im Verhältnis zu den Ausgangsgehalten der Böden in einem Bereich, der sich analytisch nicht differenzierbar erfassen läßt.

Dementsprechend wurden in den Getreideernten als auch im Grundwasser keine gegenüber den Kontrollen veränderten Schwermetallgehalte gemessen.

Die Ergebnisse dieser bislang vorgenommenen Versuche zur Klärschlammverwertung bedeuten aber nicht, daß die in Vilnius anfallenden Klärschlämme unbesorgt genutzt werden können, zumal im Hinblick auf die organischen Rückstände keine Untersuchungen vorliegen. Durch Verordnungen, wie z.B. die Abwasserherkunftsverordnung in Deutschland (4), ist zu regeln, daß Schadstoffe durch Abwasservorbehandlungen bei den Gewerbebetrieben zurückgehalten werden. Daraus folgt, daß aus der Sicht der Vorsorge Grenzwerte festzulegen sind und eine Kontrollanalytik nach europäischen Normen eingerichtet werden muß.

#### **Zusammenfassung**

Die einmalige Klärschlammaufbringung (8 t/ha TM) auf sandigen Böden in landwirtschaftlicher Nutzung um Vilnius (Litauen) hat keine nachhaltigen Wirkungen einer Schwermetallbelastung von Böden, Getreide und Grundwasser gezeigt. In der Rekultivierung von Kiesgruben haben dagegen die erheblichen Aufwandmengen an Klärschlamm (250 t/ha TM) eine Humusbildung bewirkt. Allerdings ist hier aufgrund der Schwermetallanreicherung in der oberen Bodenschicht eine landwirtschaftliche Nutzung nicht gegeben. Die Belastungen

des Grundwassers überstiegen dabei allerdings nicht die für Trinkwasser gültigen Grenzwerte.

**Effect of sewage sludge applications on heavy metal concentrations of lithuanian soils**

The application of sewage sludge (8 t/ha DM) on sandy agricultural soils in the area of Vilnius (Lithuania) has no significant effects on heavy metal concentrations in soils, cereals and groundwater. A considerable higher application of sewage sludge (250 t/ha DM) for reclamation of a gravel-pit yielded an increase of organic matter concentration in the top soil. However, the increase of heavy metal concentrations is not advisable to agricultural use. The heavy metal contents of the groundwater did not exceed the limit values for drinking water.

**Literatur**

1. Eitminavitschute, J.; Bagdonavitschiene, Z. 1993: Klärschlämme von Litauen und deren Verwertung, Vilnius, S.30 (litauisch).
2. Gasiunas, V. 1993: Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft. Vilainiai, S.70 (litauisch).
3. Eitminavitschute, J. et al. 1993: Probleme der Verwertung der Klärschlämme von Vilnius. Vilnius, S.113 (litauisch).
4. Abwasserherkunftsverordnung - AbwHerkV vom 3. Juli 1987; BGBl. I S. 1578.

Verfasser: Gasiunas, Valerijus, Dr., Institut für Melioration Litauens, Kedainiai; Fleckenstein, Jürgen, Dr.; Schnug, Ewald, Dir. u. Prof. Dr. sc. agr. Dr. rer. nat., Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Leiter: Dir. u. Prof. Dr. sc. agr. Dr. rer. nat. Ewald Schnug.