

## Sequentielle chemische Extraktion von Chrom und Nickel an Klärschlämmen der Kläranlage Leoben/A

B. Runge<sup>1</sup>, T. Windisch, T. Meisel

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Allgemeine und Analytische Chemie, Montanuniversität Leoben, Franz-Josef-Strasse 18, 8700 Leoben, Austria, E-mail: birgit.runge@mu-leoben.at

### Einleitung

Eine attraktive Alternative zur Deponie oder Verbrennung von Klärschlämmen kommunaler Kläranlagen ist aufgrund der hohen Gehalte an N und P die Aufbringung auf landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die Anwendung von Klärschlämmen als Kompostrohstoff ist jedoch in hohem Maße problematisch, da diese stellenweise sehr stark mit toxischen Schwermetallionen belastet sind. Diese können, insbesondere durch sauren Regen, mobilisiert werden, wodurch ihre Bioverfügbarkeit - durch Transport ins Grundwasser sowie Aufnahme durch Pflanzen - erhöht wird. Dies führt letztlich zur Akkumulation von Schwermetallen in der Nahrungskette.

Der Reinhaltungsverband Leoben betreibt seit 1997 eine Klärschlammkompostierungsanlage. Der hierfür verwendete Klärschlamm enthält jedoch teilweise recht hohe Gehalte an Chrom und Nickel. Eine Zuordnung zu bestimmten Belastungsquellen ist derzeit jedoch nicht möglich. Damit sind auch zielgerichtete Vermeidungsmaßnahmen bislang nicht durchführbar. Es besteht jedoch die Vermutung, dass die außergewöhnliche geologische Beschaffenheit der Region bzw. der während der Wintersaison eingesetzte Streusplitt einen wesentlichen Beitrag zum Schwermetalleintrag liefern. Dieses Material stammt aus den ca. 20 km entfernten, flussaufwärts von Leoben an der Mur liegenden Hartsteinwerken in Preg und besteht aus chrom- und nickelhaltigem Serpentin.

### Extraktionsverfahren und -ergebnisse

Zur Beurteilung, ob die hohen Chrom- und Nickelgehalte in den Klärschlämmen durch die geologische Hintergrundbelastung in der Region Leoben bzw. die Verwendung des Straßensplitts verursacht werden, wurden einige Klärschlämme der Kläranlage Leoben sowie der Streusplitt einem sequentiellen chemischen Extraktionsverfahren unterzogen (Tabelle 1). Die Validierung des Extraktionsverfahrens erfolgte anhand des zertifizierten Referenzmaterials BCR-144 (Sewage Sludge). Die Messung der Schwermetallgehalte erfolgte mittels ICP-MS (Tabelle 2 und 3).

Tabelle 1: Sequentielle chemische Extraktionsfolge nach [1][2][3][4][5]

Fraktion	Extraktionsreagenzien	Extraktionsvolumen [mL]	Schüttelzeit [h]
1. Austauschbare Kationen	Ammoniumacetat <sup>(6)</sup> ; 1 M; pH 7	50	2
2. Carbonate	Natriumacetat / Essigsäure; 1 M, pH 5	50	5
3. Leicht reduzierbare Phasen (z.B. Fe-Mn-Oxidhydrate)	Hydroxylaminhydrochlorid/HNO <sub>3</sub> ; 0,1 M, pH 2	50	12
4. Mäßig reduzierbare Phasen (z.B. Fe-Mn-Oxidhydrate)	Ammoniumoxalat / Oxalsäure; 0,2 M, pH 3	50	24
5. Organische Substanzen und Sulfide	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (30%) / HNO <sub>3</sub> ; pH 2, 85°C, Anschl.: Extraktion mit (a)	50	24
6. Residualfraktion	Mikrowellendruckausschluss (Totalaufschluss)		

Tabelle 2: Gehalte an Chrom, erhalten nach sequentieller chemischer Extraktion

	Totalaufschluss (experimentell) [µg/g]	Totalaufschluss (zertifiziert) [µg/g]	Summe aller Extraktionsphasen [µg/g]	Wiederfindung (bzgl. Bulk) [%]
KS 260106	99 ± 11		89 ± 2	90 ± 3
KS 210206	126 ± 16		115 ± 10	91 ± 8
KS 140306	126 ± 8		116 ± 11	92 ± 9
KS 050506	99 ± 2		82 ± 6	82 ± 6
KS 090506	106 ± 8		104 ± 5	98 ± 5
BCR 144	440 ± 37	485 ± 44	430 ± 33	98 ± 8
Spiltt	1080 ± 136		1295 ± 134	120 ± 12

Tabelle 3: Gehalte an Nickel, erhalten nach sequentieller chemischer Extraktion

	Totalaufschluss (experimentell) [µg/g]	Totalaufschluss (zertifiziert) [µg/g]	Summe aller Extraktionsphasen [µg/g]	Wiederfindung (bzgl. Bulk) [%]
KS 260106	64 ± 5		62 ± 2	98 ± 2
KS 210206	63 ± 7		70 ± 4	112 ± 6
KS 140306	68 ± 4		68 ± 9	100 ± 13
KS 050506	78 ± 2		80 ± 5	102 ± 7
KS 090506	94 ± 14		94 ± 5	101 ± 6
BCR 144	843 ± 74	942 ± 22	922 ± 66	109 ± 8
Spiltt	1772 ± 197		1721 ± 109	97 ± 6

### Zusammenfassung

Bei den untersuchten Klärschlämmen der Kläranlage Leoben liegt Chrom zu 20 bis 40 % mäßig reduzierbar und zu 30 bis 55 % residual gebunden vor. Nickel liegt zu 25 bis 35 % mäßig reduzierbar und zu 15 bis 40 % residual gebunden vor. Es zeigt sich ein großer Unterschied zum zertifizierten Referenzmaterial BCR-144 (Sewage Sludge), in welchem Chrom zu 50 % leicht reduzierbar sowie zu 30 % mäßig reduzierbar und Nickel zu jeweils ca. 25 % austauschbar, carbonatisch und leicht reduzierbar sowie zu 15 % mäßig reduzierbar vorliegen.

Im untersuchten Streusplitt hingegen liegen Cr und Ni zu 92 bzw. 69 % residual gebunden vor. Somit besteht die Möglichkeit, dass der aus stark chrom- und nickelhaltigem Serpentin bestehende Streusplitt eine der Belastungsquellen der Kläranlage Leoben darstellt. Zur genauen Beurteilung der Situation müssen jedoch noch Untersuchungen hinsichtlich der geogenen Hintergrundbelastung in der Region Leoben erfolgen.

### Literatur

- [1] A. Tessier, P.G.C. Campbell, M. Bisson, Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals, *Anal. Chem.* 51 (1979), 844-851.  
[2] U. Förstner, Freisetzung von Metallen bei der Oxidation von Schlamm. *Vom Wasser* 65 (1985), 21-35.  
[3] M. Kersten, U. Förstner, Chemical fractionation of heavy metals in anoxic estuarine and coastal sediments, *Wat. Sci. Tech.* 18 (1986), 121-130.  
[4] W. Calmano, Schwermetalle in kontaminierten Stoffen - Chemische Reaktionen, Bewertung der Umweltverträglichkeit, Behandlungsmethoden am Beispiel von Baggerschlämmen, Verlag TÜF Rheinland (1989).  
[5] U. Förstner, W. Calmano, Bindungsformen von Schwermetallen in Baggerschlämmen, *Vom Wasser* 59 (1982), 83-92.

### Chrom

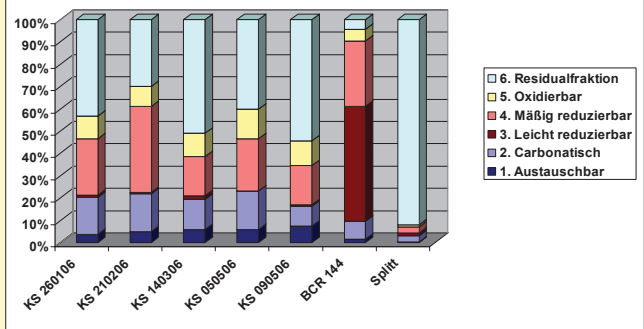


Abbildung 1: Prozentuale Gehalte an Chrom in Klärschlämmen und Streusplitt, erhalten nach sequentieller chemischer Extraktion

### Nickel

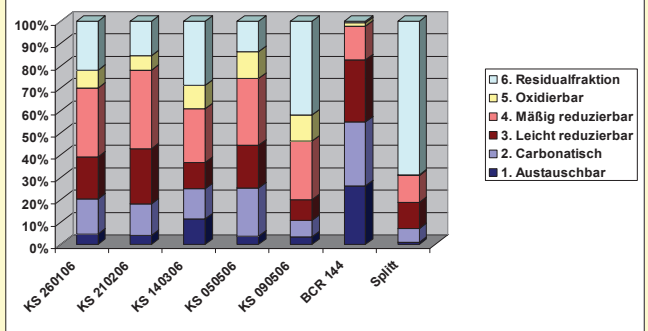


Abbildung 2: Prozentuale Gehalte an Nickel in Klärschlämmen und Streusplitt, erhalten nach sequentieller chemischer Extraktion