

Bromierte Flammschutzmittel in Klärschlamm



Bertram Kuch, Ulrike Bolz und Jörg W. Metzger

Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft, Universität Stuttgart, Im Bandtäle 2, 70569 Stuttgart

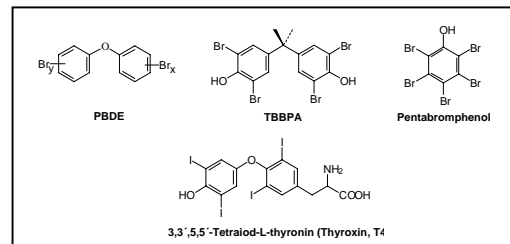
Zielsetzung: Erstellen einer Übersicht über die Konzentrationen und die Verteilung polybromierter Flammschutzmittel in baden-württembergischen Klärschlämmen

Substanzauswahl:

- Polybromierte Diphenylether (PBDE)
- Tetrabrombiphenol A (TBBPA)
- Bromphenole (BrxPH)

Auswahlkriterium:

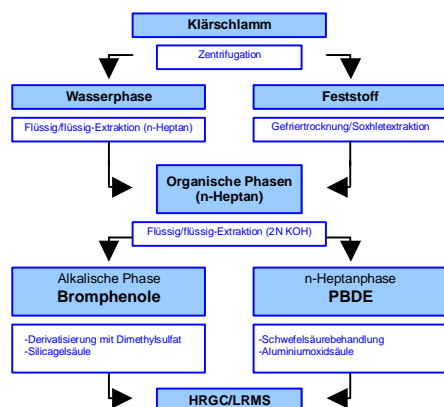
- Steigender Verbrauch
- Persistent, bioakkumulierbar
- Bei den PBDE und TBBPA starker Verdacht auf Wechselwirkungen mit dem Schilddrüsenhormon Thyroxin



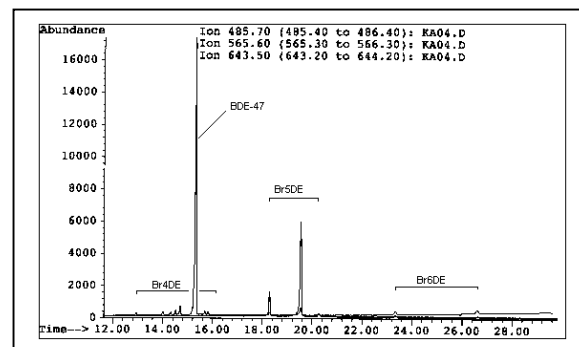
Probenauswahl: Klärschlämme aus 30 baden-württembergischen Kläranlagen

Auswahlkriterium: möglichst repräsentativer Querschnitt unter Berücksichtigung der Einwohnergleichwerte und der technischen Ausstattung

Methoden:



Quantifizierung über externe Kalibrierung (PBDE) bzw. Isotopenverdünnungsmethode (TBBPA)



Typisches Massenfragmentogramm der PBDE aus einem Klärschlamm-extrakt mit dem dominierenden BDE-47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether) und den Pentabromdiphenylethern BDE-99 und BDE-100 (2,2',4,4',5- bzw. 2,2',4,4',6-Pentabromdiphenylether). Die Verteilung entspricht annähernd der Zusammensetzung einer technischen Flammschutzmittelmischung.

Ergebnis:

PBDE Maximal **460 µg/kg TS** (Summe über alle Bromierungsgrade)
Alle Proben positiv; Mittelwert ca. **100 µg/kg TS**

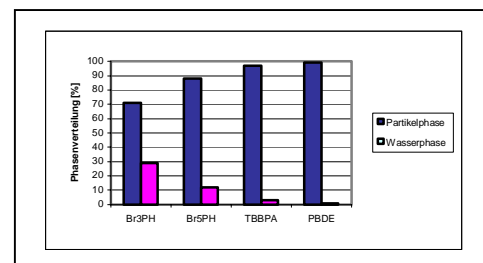
TBBPA Maximal **62 µg/kg TS**
Alle Proben positiv; Mittelwert ca. **16 µg/kg TS**
Wasserphasen der Flüssigschlämme: maximal **12 ng/L**

BRxPH Pentabromphenol maximal **1100 µg/kg TS**
Vereinzelt Auftreten von Spitzenkonzentrationen

Die Konzentrationen zeigen keine Abhängigkeit zur Größe oder der technischen Ausstattung der Kläranlagen

Die Verteilung der PBDE ist gleichmäßig und deutet auf einen diffusen Eintrag hin

Die Verteilung von TBBPA und der Bromphenole weist größere Streuungen auf; Spitzenwerte deuten auf industrielle Einleitungen hin.



Phasenverteilung der untersuchten Substanzen in 10 Flüssigschlämmen mit ca. 3 % Trockensubstanz:

- Mit zunehmender Lipophilie vermehrte Adsorption an den Partikelphasen
- Bei den phenolischen Verbindungen wird die Verteilung durch pH-Wert und Pufferkapazität der Proben beeinflusst