

Onderzoek naar de efficiëntie van een metaalverwijderingssysteem voor afvalwater door middel van adsorptie en ionuitwisseling

Vanspauwen Yannick

Academiejaar:

2015-2016

Situering en probleemstelling:

Vanwege de continue aangroeiende industrie neemt de productie aan metaalrijk afvalwater toe. Metaalrijk afvalwater wordt geproduceerd gedurende oppervlaktebehandelingen zoals galvanisatie, de productie van katalysatoren en andere processen.

Om te vermijden dat daardoor steeds meer giftige metalen in het ecosysteem terecht komen, worden de normen voor het lozen van metaalhoudend afvalwater continu verstrengd. Hierdoor zijn bedrijven genoodzaakt om bijkomende technieken in te zetten voor het verwijderen van de restconcentraties aan metaalpolluenten uit het afvalwater. Zodoende neemt de zoektocht naar efficiëntere en goedkopere technieken toe.

Hoofddoelstelling:

De hoofddoelstelling van dit onderzoek is het vergelijken en bepalen van de verwijderingsefficiëntie van drie verschillende producten, die via adsorptie en/of ionuitwisseling de restconcentraties giftige metaalionen verwijderen uit industrieel afvalwater in een continu flowsysteem. Zodoende wordt de werking van de goedkopere en duurzamere niet-geactiveerde biochar vergeleken met een commercieel adsorbens en ionuitwisselingshars.

Onderzoekopzet:

- Bepaling van de verwijderingsefficiëntie van de pakkingsmaterialen voor Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} en het effect van de aanwezigheid van andere metalen op de zinkverwijderingsefficiëntie van de materialen.

Onderzoek naar verbetering van het systeem door te werken met combinaties van materialen.

- Economische analyse.

Proefopzet: bepaling van de verwijderingsefficiëntie.

Zinkoplossing:

- 2 mg/L
- 0,5 mL/min
- 2,5 en 4,5 g

Metaalmix:

- 200-mg/L-metaaloplossing,
- 0,5 mL/min.

1. Enkelvoudige kolomtesten:

4,5 gram
(biochar: werken met schakeling, omwille van lage bulkdensiteit).

2. Geschakelde kolomtesten:

In beide gevallen wordt een TP207-kolom voorafgegaan door een kolom gepakt met adsorbens. Op die manier kan de levensduur van het systeem worden verlengd. Zodoende wordt er een METEX-TP207-schakeling (MTP) en een biochar-TP207-schakeling (BTP) gecreëerd.

- MTP: 1 kolom METEX (4,5 g) + 1 kolom TP207 (4,5 g)
- BTP: 1 kolom biochar (2,5 g) + 1 kolom TP207 (4,5 g)

Economische analyse:

Aan de hand van de verwijderingsefficiëntie bekomen uit de synthetische afvalwatertesten met de mix aan metaalionen, wordt berekend hoeveel metalen er voor de prijs van één euro er kunnen worden verwijderd.

Resultaten:

Alle grafieken geven de metaalverwijdering uit de mix aan metaalionen weer. Er wordt 150 mL door iedere kolom behandeld. Zodoende verplaatst zich ± 200 mg metalen door de kolom.

Biochar verwijderd meer en efficiënter metalen dan METEX. TP207 verwijderd de meeste en het meest efficiënt metalen. Zo verwijderd METEX 37,4% van alle metalen, biochar 64,5% en TP207 71,2%.

Daarnaast wordt er voldoende zink verwijderd door biochar en TP207 uit de eerste 20 mL afvalwater dat werd behandeld, zodat de norm (0,20 mg/L) wordt behaald.

MTP verwijderd meer dan 98,7% van alle metalen, BTP verwijderd meer dan 99,3% van alle metalen en vertoont een grotere verwijderingsefficiëntie dan de MTP-schakeling.

Beide serieschakelingen zorgen voor een voldoende grote zink- en chroomverwijdering opdat de norm wordt behaald.

Dankzij de lage kostprijs en de goede verwijderingsefficiëntie van biochar, zorgt biochar voor de grootste metaalverwijdering per euro. Zodoende verwijderd ook BTP de meeste metalen per euro.

Verwijderingsefficiëntie:

$$\eta = \frac{(C_0 - C_e) * V}{m}$$

Hierbij is:

- η de metaalverwijdering per gram pakkingsmateriaal (mg/g),
- C_e de effluentconcentratie (mg/L),
- C_0 de totale hoeveelheid metalen aanwezig in het afvalwater (mg/L),
- V het volume van het behandelde afvalwater (L),
- m de hoeveelheid pakkingsmateriaal (g).

Legenda:

Zn^{2+}

Cu^{2+}

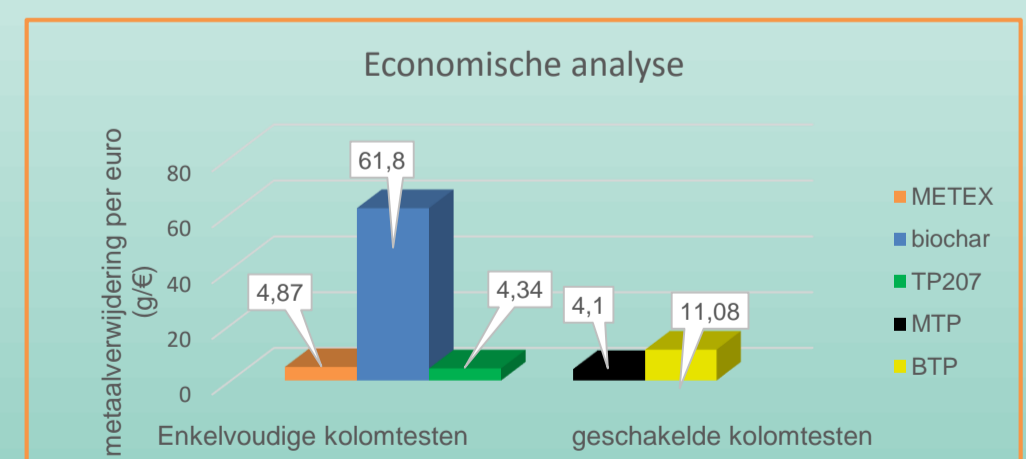
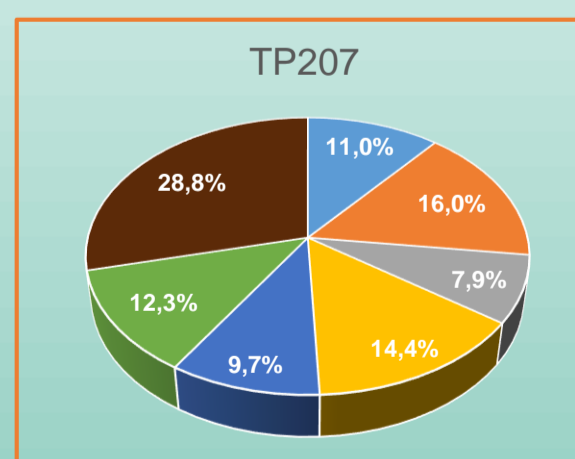
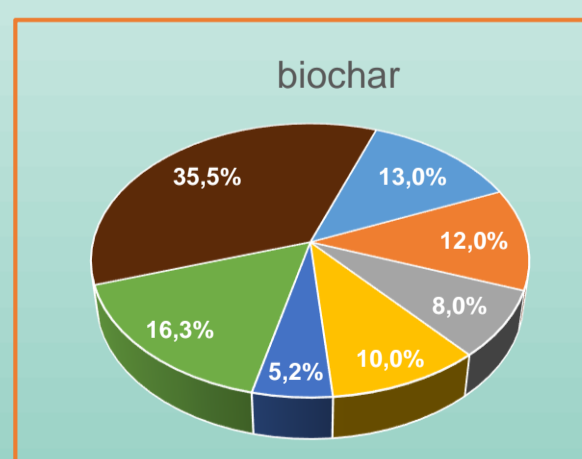
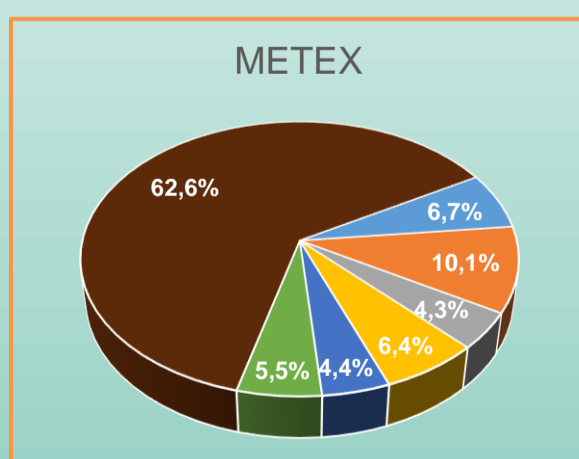
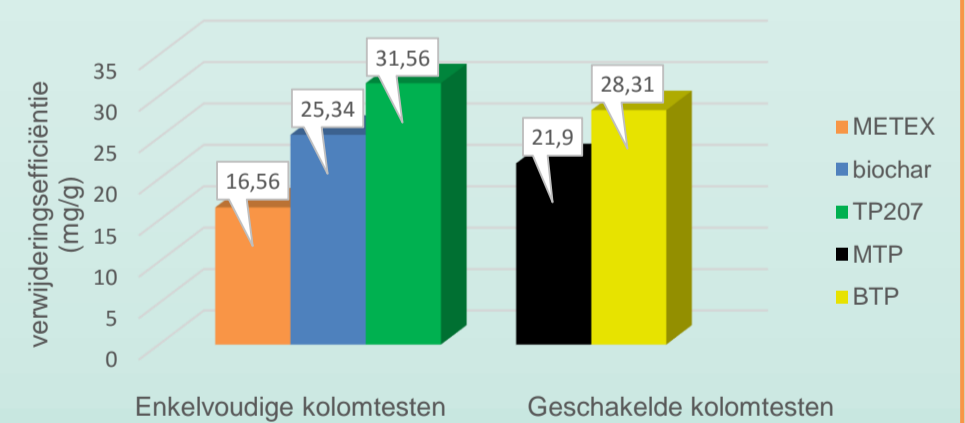
Cr^{3+}

Cd^{2+}

Ni^{2+}

Pb^{2+}

Niet verwijderd



Conclusie:

Aan de hand van de bekomen resultaten voor de metaalverwijdering en de beperkte economische analyse kan in het algemeen worden besloten dat biochar een interessant alternatief is voor de commerciële pakkingsmaterialen.

Promotoren / Copromotoren: dr. ir. Kristel SNIÉGOWSKI / ir. Myriam LYNEN