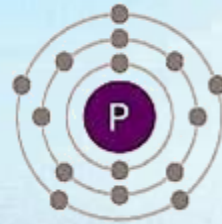


BEHANDLINGSMETODER FÖR HÅLLBAR ÅTERVINNING AV FOSFOR UR AVLOPP OCH AVFALL



Hans Carlsson, David Hagerberg, Tobias Robinson
och Henrik Tideström, Tyréns

- Uppdrag av Naturvårdsverket (dec-12 – feb -13)
- Baserat på en bred litteratursökning göra en kunskapssammanställning över befintlig tillämpbar teknik för återvinning av fosfor och ge svar på följande frågeställningar:
 1. Vilka behandlingsmetoder/tekniker finns för att utvinna fosfor ur framför allt fosforrika restfraktioner?
 2. Vilken teknisk mognad har dessa behandlingsmetoder/tekniker?
 3. Vilka behandlingsmetoder/tekniker har störst potential att i Sverige bidra till hållbar återföring av fosfor till åkermark, skogsmark och övrig mark?

- Fosforkällor: olika avloppsfraktioner, slakteri- och matavfall, askor, slam från pappers- och massaindustrin, gruvrester, samt sediment och vattenlevande
- Litteratursökning i Scientific Technical information Network som består av 180 databaser.
- Med hänsyn till projektbudgeten och på basis av erfarenhet valdes två databaser ut – Chemical Abstracts och World Patent Index – att arbeta med. Även en tredje databas – Compendex – bedömdes kunna vara aktuell, men då denna på förhand i en preliminär testsökning givit relativt magert resultat lämnades den utanför

- Sökningarna skedde ämnesområdesvis med hjälp av en mängd nyckelord och fraser (41 st) som kombinerades på olika sätt, varpå en nödvändig gallring skedde. Ett sätt att gallra var att ställa kravet att två nyckelord högst fick ha ett ord mellan sig där de förekom.
- Resultatet blev 275 träffar i Chemical Abstracts och 58 i World Patent Index. På dessa togs "display" på titel, författare och årtal, varpå en ytterligare gallring skedde. Denna gallring syftade till att välja ut de artiklar vars abstracts skulle beställas och skedde genom subjektiv bedömning av titlarnas (och i viss mån årtalens) relevans.
- Slutligen beställdes 103 abstracts från Chemical Abstracts och 37 från World Patent Index.

- De allra flesta arbetar i laboratorieskala för att undersöka inverkan av någon parameter eller om en viss teknik skulle kunna vara tillämplig, dvs. låg teknikmognad.
- Mer än hälften av artiklarna handlar om utfällning/kristallisering av Struvit, ett magnesiumammoniumfosfat ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \times 6 \text{H}_2\text{O}$).
- Ungefär tio artiklar handlar om framställning av hydroxylapatit, medan ca fem st handlar om framställning av kalciumfosfat.
- Ungefär 15 artiklar behandlar metoder för fosforutvinning ur askor (efter förbränning av fraktionerna ovan).

- Väldigt få arbetar med andra fosforkällor än avloppsvatten eller avloppsslam, rötat eller orötat, oftast vid kommunala reningsverk, men också från svinfarmer eller mejerier.
- Sammanfattningsvis kan konstateras att det pågår ett intensivt arbete över hela världen att hitta bra metoder att ta tillvara fosfor i olika restfraktioner.
- De bästa metoderna kan mycket väl finnas bland dem som inte finns bland de "etablerade" kategorierna ovan, eller bland dem som högst sannolikt finns men inte hittades i sökningarna.
- Engelska är fortfarande gångbart men ej självklart.

Löst fosfor i en vätska

- Kemisk fällning: PHOSTRIP, PRISA, Ekobalans
- Kristallisering: OSTARA, Phosnix, Chrystalactor
- Adsorption: PROPHOS, RECYPHOS, BIOPTTECH
- Jonbyte: PHOSIEDI

Fosfor i rötat slam, utan utlakning (i rötkammaren)

- Kemisk fällning: Berlin/AIRPREX
- Adsorption: FIXPHOS

Fosfor i rötat slam/biomassa, med utlakning

- SEABORNE

Fosfor i slamaska, med utlakning

- Advanced SEPHOS (kemisk)
- PASCH (kemisk)
- Easy Mining (kemisk)
- BIOLEACHING (biologisk)

Fosfor i slamaska, termisk behandling

- ASH DEC (1000 C, tungmetaller förgasas)
- MEPHREC (2000 C, tungmetaller förgasas)

Ämnesområdets komplexitet och nuvarande föränderlighet till trots finns ändå idag **(2012-13)** några tekniker som visat sig fungera i full/stor skala:

- OSTARA, CRYSTALACTOR, PHOSNIX
- BERLIN/AIRPREX
- SEABORNE
- ASH DEC

De tre första teknikerna är snarlika, och eftersom OSTARA är den teknik som fått mest spridning av dem väljs den som referensteknik bland de tre.

Kvartetten OSTARA, BERLIN/AIRPREX, SEABORNE och ASH DEC representerar olika tekniker, men också olika utgångsmaterial.

OSTARA

Process framställer en struvitprodukt genom att behandla rejektivatten från avvattning av rötat slam vid avloppsreningsverk med biologisk fosforavskiljning, bio-P slam, i en kristalliseringsreaktor (PEARL®).

Slutprodukt: pellets(Crystal Green®), 0,5-3,5 mm, långsamt verkande gödningsmedel.

Skala/teknikmognad: i nuläget finns fyra anläggningar i full skala i USA och Kanada.

Energianvändning: energi för torkning, viss inbesparing pga mindre kväve.

Kemikalieanvändning: Kemikalieanvändningen vid reningsverket ökar

Avfall: mängden ändras ej (men kvarvarande slam har mindre fosfor)

Potential för återföring: ungefär 20-35 % av fosfor i inkommande

Kostnader: mycket grovt kanske ca 90 kr/kgP

BERLIN/AIRPREX

Process: rötat bio-P slam leds till en särskild struvitreaktor där magnesiumklorid doseras och där koldioxid drivs av med hjälp av luftning, varvid pH stiger så pass mycket att dosering av alkali inte behövs.

Slutprodukt: produkten är en struvitsands om marknadsförs under namnet "Berliner Pflanze"

Skala/teknikmognad: i nuläget finns en anläggning i full skala i Berlin.

Energianvändning: ingen forkning, viss inbesparing pga mindre kväve.

Kemikalieanvändning: kemikalieanvändningen vid reningsverket ökar

Avfall: mängden ändras ej (men kvarvarande slam har mindre fosfor)

Potential för återföring: ungefär 20-35 % av fosfor i inkommande

Kostnader: mycket grovt kanske ca 30 kr/kgP

SEABORNE

Process: en serie kemiska processteg för slam där fosfor och tungmetaller lakas ut för att sedan separeras från varandra, varpå slutligen fosfor fälls ut som struvit.

Slutprodukt: ett amorft struvitslam med en torrsbstanshalt på 50 %, har sålts som gödselmedel

Skala/teknikmognad: i nuläget drivs inte anläggningen vid Gifhorn (troligen för att produkten i nuläget är för dyr).

Energianvändning: energianvändningen vid reningsverket borde förbli ungefär oförändrad.

Kemikalieanvändning: kemikalieanvändningen vid reningsverket ökar

Avfall: antalet avfallstyper vid reningsverket ökar till följd av att det uppstår ett farligt avfall (tungmetallslam) och ett organiskt slam med lågt pH.

Potential för återföring: vid det som bedömdes som ekonomisk kemikaliedosering kunde uppnås ungefär 50 % återvinning

Kostnader: mycket grovt kanske ca 450 kr/kgP (hälften kemikalier)

ASH DEC

Process: aska från monoförbränt slam med minst 5 % fosforinnehåll, tillsats av kalciumklorid, pelletering, upphettning varvid tungmetaller avgår i gasform

Slutprodukt: pellets, 2-5 mm, marknadsförs under namnet PhosKraft®

Skala/teknikmognad: i nuläget finns ingen anläggning i full skala. Designkapaciteten uppges vara 4 t/h (d v s ca 30 000 t/år), vilket är en mycket stor skala.

Energianvändning: energiåtgången har uppskattats till 600-800 kWh/t

Kemikalieanvändning: kemikalieanvändningen ökar, kräver tillsats av en kloridkälla, dessutom åtgår kemikalier vid rening av rökgaserna

Avfall: mängden minskar, eftersom nästan all aska från förbränningen ingår i slutprodukten, men nya avfallstyper tillkommer, dels ett tungmetallhaltigt avfall, dels avfall från delar av rökgasreningen.

Potential för återföring: eftersom metoden endast avlägsnar orenheter ur fosforkällan blir återvinningspotentialen nära nog 100 %

Kostnader: mycket grovt kanske ca 40 kr/kgP