# LÆRERVEILEDNING

## Gjenvinning av fosfat

### Elevenes alder

10–17 år

### Tidsbruk

60 minutter

### Innledning

For rundt 12 000 år siden bosatte mennesker seg i jordbruksområder og begynte å dyrke avlinger og holde husdyr. Dette førte til en rask økning i befolkningen i jordbruksområdene. For å kunne dyrke avlinger på samme sted år etter år, må jorden være næringsrik for å erstatte næringsstoffer som blir fjernet når avlingene høstes eller har lekket bort på grunn av nedbør. Dyregjødsel var lenge den viktigste næringskilden, men på 1800-tallet ble guano fra Chincha-øyene utenfor kysten av Peru oppdaget og brukt som gjødsel. Norsk Hydro startet med industriell produksjon av kunstgjødsel i 1927, da de bygde sin første ammoniakkfabrikk. Norge ble med dette en av de første nasjonene som begynte å produsere kunstgjødsel i industriell skala, og dette bidro til å øke produktiviteten i norsk landbruk og redusere Norges avhengighet av importert gjødsel.

Mineralgjødsel er en type gjødsel som inneholder næringsstoffer utvunnet fra naturlige mineraler og råvarer. Disse mineralene utvinnes fra gruver og forekomster i naturen, og bearbeides deretter for å lage gjødselprodukter. Fosfor er et av de viktigste næringsstoffene som finnes i mineralgjødsel, og er avgjørende for å øke avlingene. Drivverdige forekomster av fosforholdige mineraler finnes bare noen få steder i verden. Marokko-okkuperte Vest-Sahara, Kina og USA har til sammen 90 % av verdens fosforreserver. Disse forekomstene vil ikke vare evig, og det er derfor viktig å finne alternative kilder for å sikre bærekraftig tilgang til fosfor i fremtiden.

*Peak phosphorus* er et begrep for tidspunktet når produksjonen av fosfor når sitt maksimale nivå før produksjonen begynner å avta. Når dette skjer, blir det vanskeligere og dyrere å utvinne nok fosfor for å møte verdens matbehov. Det er derfor viktig å utvikle bærekraftige metoder for å sikre tilgangen på fosfor. Noen forskere mener at fosforproduksjonen vil nå sitt maksimum allerede i 2033 og EU har satt fosfor på sin [«kritiske råstoffliste»](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0474&from=EN).

Fosfor finnes i menneskelig avføring, og det er utviklet teknologi for å gjenvinne fosfor fra avløpsslam. Prosessen kalles *fosforresirkulering*. Fosforresirkulering kan redusere avhengigheten av å utvinne fosfor fra ikke-fornybare fosforreserver, og er en mer bærekraftig måte å håndtere avløpsslam på. Metoden kan imidlertid ha utfordringer som bruk av kjemikalier og utslipp av klimagasser. Det er viktig å ha gode rensesystemer og sikre at restproduktene blir brukt på en måte som ikke fører til miljøproblemer.

Dette undervisningsopplegget ble opprinnelig utviklet av IKEM, et innovasjons- og kjemisk industri-selskap i Sverige, i samarbeid med EasyMining for den svenske Kjemi-dagen i 2020. Det er oversatt og tilpasset til norsk i [CheSSE-prosjektet](https://chesse.org/no/om-chesse/).

### Tillaging av «slamaske»

Slamaske dannes ved å brenne slam fra avløpsvann. På grunn av høye konsentrasjoner av næringsstoffer som fosfor og nitrogen kan slamaske brukes som gjødsel. Til dette forsøket lages en blanding som representerer slamaske. Hver gruppe får en blanding av 10 ml sand (kornstørrelse 0,5–1 mm), 5 ml Na2HPO4(s) og 1 klype magnetitt, Fe3O4(s) eller jernfilspon i en lynlåspose eller et beger med lokk.

I denne aktiviteten representerer magnetitt/jernfilspon tungmetallene som finnes i slamaske, og som avløpsvannet må renses for.

### Tillaging av kalsiumkloridløsning

For å lage en 0,8 mol/L kalsiumkloridløsning, bland 22 g kalsiumklorid med 250 mL vann.

### Fremgangsmåte

Først brukes en magnet til å skille ut den svarte, magnetiske forbindelsen (jernoksid eller jernfilspon) fra slamasken. Tungmetallene som finnes i slamaske fra avløpsvann er ikke magnetiske, I renseanlegget blir disse fjernet med andre metoder en magnetisk seperasjon/rensing. I neste trinn filtreres den rensede sanden fra vannet. Sanden representerer de ikke-vannløselige forbindelsene. Den filtrerte løsningen inneholder oppløst Na2HPO4(aq). Når det tilsettes kalsiumkloridløsning til denne løsningen, skjer følgende reaksjon:

CaCl2(aq) + Na2HPO4(aq) → CaHPO4(s) + 2NaCl(aq)

Det hvite bunnfallet kan brukes som plantenæring. Avfallet som inneholder sand og jernoksid/jernfilspon kan gjenbrukes for å lage ny slamaske.

### Resultater og diskusjon (eksempel)

#### Eksempelsvar på spørsmålene:

1. Hvilken egenskap benyttes for å fjerne den svarte forurensningen fra slamasken? *Magnetiske egenskaper til den svarte forurensningen av Fe3O4(s) eller jernfilspon.*
2. Hvorfor må filtreringsprosessen gjentas? *Filtreringsprosessen må gjentas fordi partikler og urenheter kan være vanskelig å fjerne helt fra væsken med bare en filtreringsprosess. Rensing av hele volumet i flere omganger kan være praktisk og tidsbesparende, men det gir ikke like gode resultater som å gjenta renseprosessen med små volum flere ganger. Å gjenta renseprosessen med små volum flere ganger gir flere sjanser til å fjerne partiklene og urenheter fra væsken, noe som resulterer i høyere utbytte og bedre resultater. Dette skyldes at små volumer lettere kan håndteres og partiklene blir jevnt fordelt i hele volumet, slik at filteret kan fange opp flere partikler med hver filtreringsprosess.*
3. På hvilken måte kunne produktene fra hvert trinn bli brukt? *Produktet som oppnås etter rensingen inneholder CaHPO4(aq) og kan brukes som plantenæring i hjemmet eller klasserommet.*
4. Diskuter noen mulige fordeler ved å skalere opp denne prosessen. *Her kan elevene diskuter noen fordeler ved å skalere opp denne prosessen i et bærekraftperspektiv. Det finnes mange kilder til informasjon om dette emnet på internett.*

## Risikovurdering

|  |  |
| --- | --- |
| **Tittel** | Gjenvinning av fosfat |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Farer** | **Hva kan skje?** | **Forebyggende tiltak** | **Tiltak ved uhell** |
| sterk magnet (neodymmagnet) | Barn kan svelge små magneter. |  | Kontakt lege dersom noen svelger en magnet. |
| CaCl2(s) | Farlig ved svelging.  Gir alvorlig øyeirritasjon. | Ved tillaging av 0,8 mol/L kalsiumkloridløsing fra fast kalsiumklorid: Benytt vernehansker/verneklær/øyevern/ansiktsvern | VED KONTAKT MED ØYNENE: Skyll forsiktig med vann i flere minutter. Fjern eventuelle kontaktlinser dersom dette enkelt lar seg gjøre. Fortsett skyllingen. Ved vedvarende øyeirritasjon: Søk legehjelp |

|  |  |
| --- | --- |
| **Avfallshåndtering** | Rester fra forsøket kan brukes som plantenæring.  0,8 mol/L CaCl2 er vurdert ikke merkepliktig. Overskudd av kalsiumkloridløsning kan skylles ned i vasken.  Brukte filter kan kastes i restavfallet.  Sand og jernoksid/jernfilspon kan gjenbrukes i ny slamaske. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dato for vurderingen** | 29.3.2023 | **Vurdert av** | CheSSE | **Klasse/time** |  |