

Für Schüler:innen Rückgewinnung von Phosphor aus Abwässern

Modul 2

Ziel: Bau eines Reaktors

Einleitung

Reaktoren spielen in der Entfernung und Rückgewinnung von Nährstoffen (wie z.B. Ammoniak und Phosphor) aus Abwässern eine wichtige Rolle. Unbehandelte Abwässer, die in die Umwelt freigesetzt werden, können hohe Phosphorkonzentration im abfließenden Wasser verursachen und so die Umwelt verschmutzen.

Es gibt verschiedene Technologien zur Phosphorrückgewinnung. Eine davon ist die Ausfällung von Phosphor als Struvit ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) aus wässriger Lösung. Da so zurückgewonnene Struvit kann als Dünger in der Landwirtschaft verwendet werden.

Ziel: Ein Reaktor zur Struvitextraktion aus Abwasser soll gebaut und seine Funktionsweise bewertet werden. Der Zweck dieser Übung ist die Aneignung verschiedener Fähigkeiten: (i) Teamarbeit; (ii) Problemlösung; (iii) praktisches Arbeiten.

Benötigte Materialien:



Geräte, Laborausstattung

- Stabiles Cutter- oder Bügelsägeblatt
- Heißkleber
- Heißklebepistole
- Schraubenzieher
- Ein starker Föhn oder eine industrielle Heißluftpistole (heat gun)
- Bohrer mit Topfbohrern
- 1 PVC-Rohr mit einem Durchmesser von 140 mm und einer Länge von 200 mm
- 1 Schraubkappe für PVC-Rohre mit einem Durchmesser von 140 mm, passend gebohrt mit einer mittigen Bohrung von 15 mm Durchmesser und einer seitlichen Bohrung von 25 mm Durchmesser.
- 1 Kunststofftrichter
- 1 PVC-Hahn für Bewässerungssysteme
- 1 Gummischlauch

Für Schüler:innen **Rückgewinnung von Phosphor aus Abwässern**

- 1 Gewindestange mit einem Durchmesser von 8 mm und einer Länge von 400 mm
- 4 Muttern für Gewindestangen
- 4 Muttern für Klemmen
- 2 Klemmen für Gewindestangen
- 2 Unterlegscheiben mit 13 mm Durchmesser
- 1 Verbindungsschraube (Doppelnippel)
- 1 runde Hutmutter, oben gebohrt
- 2 Plastik-Rührblätter
- Halterung
- Filterpapier
- 500-mL-Kolben
- Trichter
- Synthetische Abwässer
- Magnesiumsulfat (MgSO_4)
- Natriumhydroxid (NaOH) 0,5 M

Für Schüler:innen **Rückgewinnung von Phosphor aus Abwässern**

Versuchsanleitung:

Teil I

Handschuhe und Schutzbrille tragen.

1. Trichter mit dem Föhn oder der Heißluftpistole erhitzen, damit er am PVC-Rohr haftet. Mit Heißkleber befestigen.
2. PVC-Hahn erhitzen, so dass er am Boden des Trichters haftet. Mit Heißkleber befestigen.
3. Die Gewindestange zu einem Griff biegen und ein Ende des Gummischlauchs aufstecken. (Wenn nötig Schlauch erhitzen.)
4. Die runde Hutmutter auf die PVC-Schraubkappe setzen und die Verbindungsschraube (Doppelnippel) und von unten festschrauben.
5. Gewindestange in die Schraubkappe samt Hutmutter und Verbindungsschraube stecken, dann auf beiden Seiten Unterlegscheiben und Muttern einlegen. Die Muttern festziehen.
6. Die Rührblättern mithilfe der Klemmen an der Gewindestange befestigen.

Teil II

Schutzausrüstung tragen (Handschuhe und Schutzbrille).

1. Den Reaktor auf die Halterung setzen;
2. Darunter ein Erlenmeyerkolben mit Trichter und Filterpapier stellen;
3. Das zuvor zubereitete Abwasser in den Reaktor gießen, nachdem gegebenenfalls bis zum Erreichen von pH 8 1/2 Tropfen 0,5 M NaOH zugegeben wurden;
4. Magnesiumsulfat dazugeben;
5. die Kurbel mindestens eine Stunde lang drehen, um die Ausfällung von Struvit zu fördern;
6. warten, bis die Fällung abgeschlossen ist, dies dauert mehrere Stunden;
7. den Hahn langsam öffnen und das Reaktionsgemisch mit Filterpapier filtrieren, um den Niederschlag aufzufangen; das Filtrat bei Raumtemperatur trocknen lassen.

Für Schüler:innen Rückgewinnung von Phosphor aus Abwässern

Die Schüler:innen werden ermutigt, die montierten bzw. zu montierenden Komponenten beschreiben und so die folgende Abbildung zu vervollständigen.

OBERTEIL

.....

.....

.....

.....

MITTELTEIL

.....

.....

.....

TRICHTER

.....

.....

HAHN

.....

.....

.....

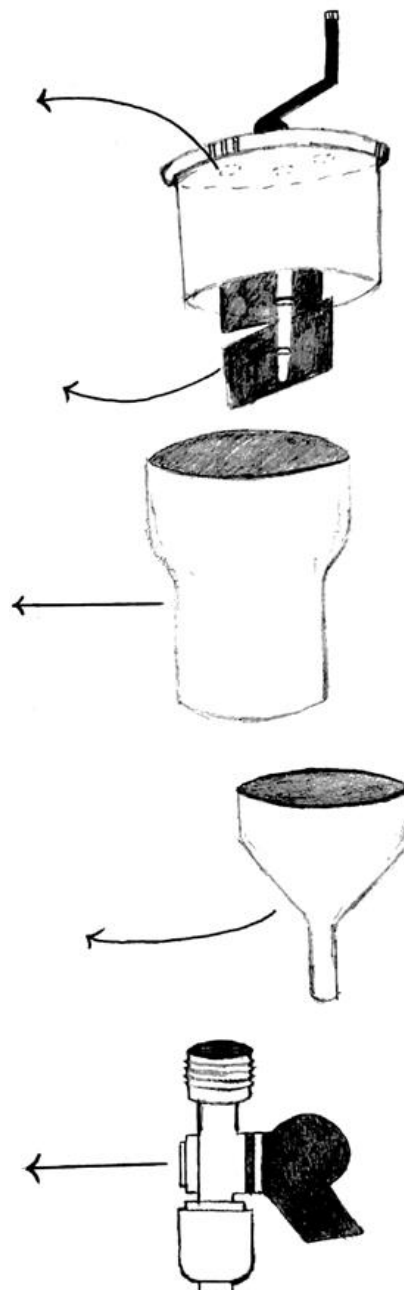


Abbildung 1. Montageplan

Für Schüler:innen **Rückgewinnung von Phosphor aus Abwässern**

Zusätzliche Sicherheitshinweise:

Achtung: Verbrennungsgefahr beim Verwenden des Föhns bzw. der Heißluftpistole.

Achtung: Verletzungsgefahr beim Verwenden der Säge bzw. des Cutters.

Ergänzende Hinweise:

Die Materialien sind im Baumarkt oder im Sanitärbedarf leicht erhältlich. Die meisten Materialien können zu Hause gefunden werden. Die Gesamtkosten für die verwendeten Materialien belaufen sich auf etwa 20 €.



Fragen:

1. Warum haben wir ein Ventil verwendet, das den direkten Durchfluss der Lösung durch den Filter verhindert?
2. Welchen Vorteil bringt der Bau eines solchen Reaktors für die Gewinnung von Struvit?