'Slibverwerking bij biologische defosfatering: Is directe ontwatering de beste oplossing?'

Samenvatting
Slib van rwzi's met biologische defosfatering bevat polyfosfaat dat tijdens gravitatie-indikking en gisting kan vrijkomen. Dit gegeven heeft in Nederland ertoe geleid dat bij biologische defosfatering vaak gekozen wordt voor mechanische indikking en directe ontwatering. In de slibverwerking vrijgekomen fosfaat zou immers weer met chemicaliën gebonden moeten worden om fosfaatrijke interne stromen te voorkomen. Uit een Stowa-onderzoek is echter gebleken dat fosfaatterugvoer bij de traditionele slibverwerking beperkt kan zijn en dat chemicaliëndosering soms gunstiger is dan directe ontwatering.
In systemen met slibgisting kan een groot gedeelte van het afgegeven fosfaat zonder chemicaliëndosering in de gisting door metaalionen worden vastgelegd. De metalen zijn afkomstig van het influent en komen via het slib in de gisting. In Duitsland wordt hierdoor een geringe fosfaatterugvoer waargenomen. In Nederland lijkt op basis van praktijkgegevens en een theoretische beschouwing van de bindingsmogelijkheden ook spontane fosfaatbinding te kunnen optreden.
Veel rwzi's met gravitatie-indikking of gisting moeten nog worden aangepast voor biologische defosfatering. Er kan dan gekozen worden voor het handhaven van de bestaande slibverwerking en toepassen van chemicaliëndosering of toepassen van directe ontwatering. Bij een grote spontane fosfaatbinding en/of een lage fosfaatafgifte is chemicaliëndosering goedkoper dan directe ontwatering.

IR. M. R. EEKHOF
Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v.

IR. P. DE JONG
Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v.

Inleiding

Voor de fosfaatverwijdering in rwzi's wordt in veel gevallen biologische defosfatering in de hoofdstroom toegepast. Het hierbij gevormde polyfosfaat in het slib kan onder anaërobe omstandigheden, zoals tijdens gravitatie-indikking en gisting, weer vrijkomen. Hierdoor ontstaan fosfaatrijke interne retourstromen die, indien niet met chemicaliën behandeld, de effluentkwaliteit negatief kunnen beïnvloeden. Mechanische indikking en directe ontwatering leiden door de korte verblijftijd niet tot fosfaatafgifte. Bij rwzi's met biologische defosfatering wordt daarom vaak voor deze methoden gekozen.
In de afgelopen jaren is op enkele rwzi's waargenomen dat fosfaatafgifte bij de traditionele slibverwerking meevalt.
Om hier meer inzicht in te krijgen heeft Witteveen+Bos in opdracht van de Stowa een onderzoek uitgevoerd. In het onderzoek zijn de ervaringen in de literatuur nagegaan en zijn met een enquête de Nederlandse praktijkervaringen geïnventariseerd. Vervolgens zijn bij introductie van biologische defosfatering op een rwzi, de traditionele slibverwerking en directe ontwatering op kosten vergeleken.

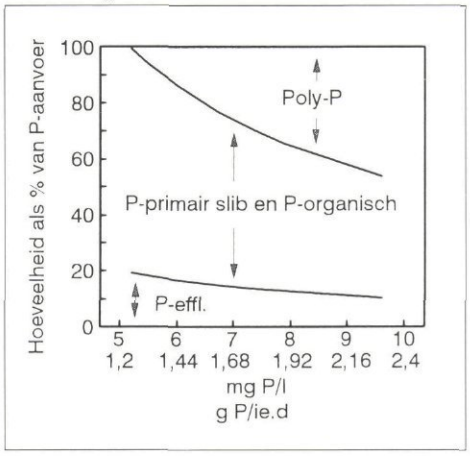
Theorie

Bij biologische defosfatering wordt polyfosfaat in het actiefslib opgeslagen.
Voor rwzi's met biologische defosfatering zonder chemicaliëndosering is de fosfaatbalans:

$$P_{infl.} = P_{effl.} + P_{primair\ slib} + P_{secundair\ slib,\ biomassa} + P_{secundair\ slib,\ poly\text{-}P}$$

In afbeelding 1 zijn voor een hypothetische rwzi (tabel I) op basis van deze fosfaatbalans de hoeveelheden van de verschillende soorten fosfaat weergegeven.
De hoeveelheden zijn uitgedrukt als percentage van de fosfaataanvoer. Er is uitgegaan van een effluenteis van 1 mg P/l. Bij een grotere fosfaataanvoer moet meer fosfaat als poly-P worden opgeslagen om de effluenteis te halen. Dit poly-P kan tijdens gravitatie-indikking en gisting door de lange anaërobe verblijftijd volledig worden afgebroken en weer in oplossing gaan.
Volgens afbeelding 1 is bij een fosfaatconcentratie in het influent kleiner dan 5 mg P/l geen biologische defosfatering nodig. In de praktijk worden echter bij lage concentraties niet altijd lage effluentwaarden gehaald. Actieve fosfaatopname door fosfaatophopende bacteriën is als aanvullende drijvende kracht nodig om stabiele lage effluentwaarden te halen.

Afb. 1 - Hoeveelheden fosfaat in een rwzi met voorbezinking.



TABEL I - *Gegevens model-rwzi.*

Capaciteit	100.000 ie
Hydraulische belasting	240 l/ie.d
BZV aanvoer	54 g BZV/ie.d
P in influent	5–10 mg P/l
P in effluent	1 mg PO_4/l
Primair-slibproductie	30 g ds/ie.d
Secundair-slibproductie	35 g ds/ie.d
Afbraak primair slib	30 % van ds
Afbraak secundair slib	20 % van ds
P in slib	
– primair slib	10 mg P/g ds
– secundair slib	
• organisch P	20 mg P/g ds
• poly-P	0-33 mg P/g ds
• totaal P	20-53 mg P/g ds

Literatuur en resultaten van de enquête

In Nederland zijn circa 50 biologisch defosfaterende rwzi's met gisting en/of gravitatie-indikking. Bij het merendeel van deze rwzi's is sprake van biologische defosfatering zonder anaërobe tank (spontane defosfatering). Geheel nieuwe rwzi's met anaërobe tank zijn meestal uitgerust met mechanische indikking en directe ontwatering. Van een tiental rwzi's stonden fosfaatbalansen ter beschikking, waarmee de fosfaatterugvoer is bepaald. Afgegeven fosfaat wordt via het overloopwater van de indikker en het slibwater naar de zuivering teruggevoerd. Het slibwater komt vrij tijdens de ontwatering van secundair slib of uitgegist slib. Bij rwzi's met alleen gravitatie-indikking bedraagt de totale fosfaatterugvoer 2–30% van het fosfaat in het influent. Bij rwzi's met gravitatie-indikking en gisting is de fosfaatterugvoer 20–80%. Van het in de indikker afgegeven fosfaat wordt 10–50% via het overloopwater naar de waterlijn teruggevoerd.
Met chemicaliëndosering in de sliblijn ($Me/P_{afg.} \pm 1{,}5$) of een aanvullende chemicaliëndosering in de waterlijn ($Me/P \pm 0{,}5$) kan fosfaatterugvoer worden tegengegaan.
Uit onderzoeken in Duitsland en Zweden is gebleken dat ook zonder chemicaliëndosering een gedeelte van het afgebroken polyfosfaat in de slibgisting aan metaalionen wordt gebonden (spontane fosfaatbinding).

De metalen zijn aanwezig in het influent en worden met het slib in de gisting gebracht. De metaalionen gaan een binding aan met het vrijkomende fosfaat. Uit analyse van de fosfaatfracties in het uitgegist slib blijkt dat magnesium, aluminium en calcium hierbij een rol spelen. Het aluminium is afkomstig van zeolieten in fosfaatvrije wasmiddelen. De fosfaatterugvoer uit de gisting van rwzi's in Duitsland bedraagt zonder chemicaliëndosering ongeveer 15% van de fosfaataanvoer naar de rwzi.
In Nederland speelt spontane fosfaatbinding waarschijnlijk ook een rol. Op de rwzi Ede was de fosfaatafgifte in de gisting veel kleiner dan op grond van het poly-P gehalte in het slib werd verwacht. Op de rwzi Etten was de fosfaatterugvoer 20% van de fosfaataanvoer.

Theoretische bindingscapaciteit in de gisting

In de gravitatie-indikker en in de gisting vindt afbraak van polyfosfaat plaats. Een gedeelte van het in de indikker afgegeven fosfaat komt via het slib in de gisting.
Op basis van een theoretische beschouwing van de bindingsmogelijkheden in de gisting kan gemiddeld 65% van het afgegeven fosfaat door spontane binding worden vastgelegd.
Mechanische indikking in plaats van gravitatie-indikking in een systeem met gisting heeft als voordeel dat geen fosfaat via het overloopwater wordt afgevoerd. Er kan dan een groter deel van het afgebroken poly-P door spontane fosfaatbinding worden gebonden.

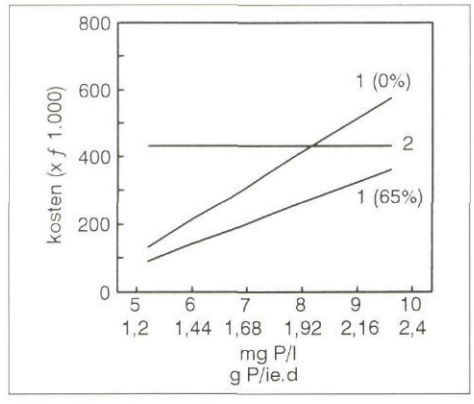
Kosten

Bij de traditionele slibverwerking kan fosfaatterugvoer worden tegengegaan door chemicaliëndosering. Een andere mogelijkheid is het vervangen van de slibverwerking door mechanische indikking of directe ontwatering. De kosten zijn uitgewerkt aan de hand van een rwzi met gravitatie-indikking en gisting die moet worden aangepast voor biologische defosfatering.

Fosfaatterugvoer kan op twee manieren worden voorkomen (afb. 2):
1. handhaven van de bestaande gravitatie-indikking en gisting en toepassen van chemicaliëndosering;
2. vervangen van de gravitatie-indikking en gisting (voor secundair slib) door mechanische indikking (direct ontwateren).
Voor de twee systemen zijn de volgende extra kosten nodig om fosfaatterugvoer tegen te gaan:
systeem 1:
- extra kosten van chemicaliën voor binding van afgegeven fosfaat;
- extra kosten van slibafzet (chemisch slib);
- extra kosten van een doseerinstallatie;

systeem 2:
- extra kosten van slibafzet (geen afbraak secundair slib in de gisting);
- extra kosten van een indik-installatie;
- extra kosten voor bediening van de mechanische indikker.

Afbeelding 3 geeft de extra jaarlijkse kosten voor systeem 1 en 2 als functie van de fosfaataanvoer. Hierbij is gebruik gemaakt van de hierboven beschreven hypothetische rwzi en de uitgangspunten voor de kosten (tabel II). Voor systeem 1 is ervan uitgegaan dat alle poly-P in de gravitatie-indikker wordt afgebroken en dat de helft van het afgegeven polyfosfaat via het overloopwater wordt afgevoerd. Het fosfaat in het overloopwater wordt door chemicaliëndosering vastgelegd. De rest van het afgebroken polyfosfaat wordt via het ingedikt slib in de gisting gebracht. Daarnaast komt in de gisting nog fosfaat vrij door afbraak van biomassa. Het fosfaat in de gisting wordt door spontane binding of chemicaliëndosering gebonden. Voor de spontane binding zijn twee uitersten beschouwd, namelijk 0 en 65% binding van fosfaat. Er moet dan 100 respectievelijk 35% van het fosfaat in de gisting met chemicaliën worden gebonden.
Uit de afbeelding blijkt dat, afhankelijk van de mate van spontane binding, bij een lage fosfaataanvoer chemicaliëndosering goedkoper is dan directe ontwatering.
Voor een rwzi met alleen gravitatie-indikking is een vergelijkbare kostenberekening uitgevoerd (exclusief spontane binding). Ook dan is bij een lage fosfaataanvoer chemicaliëndosering goedkoper dan directe ontwatering.



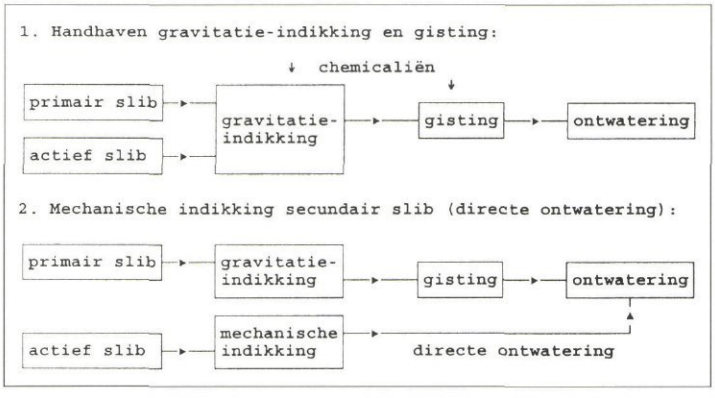
Afb. 3 - Jaarlijkse extra kosten.
1 (0%): grav. indikking + gisting, geen spontane binding;
1 (65%): grav. indikking + gisting, met spontane binding;
2: directe ontwatering.

TABEL II - *Uitgangspunten kostenberekening.*

Mechanische indikking	
- PE-dosering	2,5 g/kg ds
- PE-kosten	f 12 /kg
- kosten installatie	f 1.150.000
- bediening	1 uur/dag
Fosfaatbinding met $FeCl_3$	
- doseerverhouding (sliblijn)	1,5 mol Fe/mol $P_{afg.}$
- kosten $FeCl_3$	f 2 /kg Fe
- kosten doseer-installatie	f 250.000
Kosten ontwatering, afzet	f 1.000 /ton ds
Annuïteit	0,113

Conclusie

Fosfaatterugvoer uit de gravitatie-indikking en gisting kan met chemicaliëndosering in de sliblijn of met aanvullende dosering in de waterlijn worden tegengegaan. Bij rwzi's met gisting is door spontane fosfaatbinding een beperkte fosfaatterugvoer mogelijk.
Bij introductie van biologische defosfatering op een rwzi met gravitatie-indikking of gisting kan handhaven van deze onderdelen en toepassen van chemicaliëndosering voordeliger zijn dan directe ontwatering. Bij systemen met gisting is dit afhankelijk van de fosfaataanvoer en spontane fosfaatbinding. Bij systemen met alleen gravitatie-indikking speelt de fosfaataanvoer een rol. Bij een grote spontane fosfaatbinding en/of een lage aanvoer is chemicaliëndosering voordeliger dan directe ontwatering.



Afb. 2 - Maatregelen tegen fosfaatterugvoer.

Literatuur
STOWA. *Slibverwerking bij biologische defosfatering, 1995.*

● ● ●