

Vad är bio-P?

Bio-P är en metod för biologisk fosforavskiljning som tog sin början av en slump redan på 1960-talet. Vid specifika processbetingelser kunde ett förhöjt nettoupptag av fosfor observeras i aktivslamprocessen på reningsverk runt om i världen. Aktivslamprocessens huvudsakliga syfte var då att rena spillvatten från organiskt material (BOD) och inte näringsämnen såsom fosfor. Det fördelaktiga fenomenet uppstod vid vissa processbetingelser med omväxlande anaeroba och aeroba förhållanden som verkade gynna naturligt förekommande mikroorganismer i vattnet med egenskapen att ackumulera fosfor. Dessa specifika bakterier har senare visat sig ta upp löst fosfor från vattenmassan och lagra detta i cellstrukturen i större utsträckning än vad vanliga bakterier gör. Cellmassan, som utgör bioslammet, kan då mikroorganismerna tagit upp tillräckligt med fosfor avlägsnas ur systemet och på så vis avskiljs en betydande mängd fosfor från vattenströmmen.

Bio-P i Sverige

Bio-P introducerades i Sverige i liten skala på 1980-talet då många reningsverk som ställde om till biologisk kväverening samtidigt passade på att införa en bio-P-process. I takt med att större krav ställs på ekologiskt hållbar vattenrening med minskad energi- och kemikalieanvändning samt ökade krav från EU på minskad tillförsel av fosfor till naturen ökar också intresset för bio-P som ett alternativ till den konventionella kemiska fosforavskiljningen.

Varför bio-P?

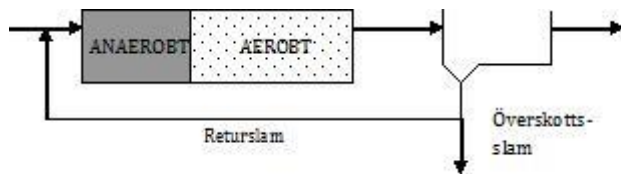
Bio-P minskar halter av vissa metaller och ger ett för växterna snabbare tillgängligt fosforinnehåll i slam. Biologisk fosforrening ger dessutom minskade slammängder och transporter jämfört med kemisk fosforfällning. En nackdel med den biologiska fosforreningen är att den behöver lättillgängligt organiskt material, som även kan behövas för ökad biogasproduktion.

Skillnaden mellan slam från biologisk respektive kemisk fosforavskiljning är att det kemfällda slammet innehåller mer metallsulfater och metallhydroxider jämfört med slammet från en bio-P-process. Metallkomplexen i kemslammet är hydrofila vilket betyder att de binder kemiskt till vattenmolekyler. Följden blir att kemslam kan vara mer svåravvattnat jämfört med slam från en bio-P-process. Ett högt vatteninnehåll är också negativt ur transportsynpunkt eftersom större volymer måste tas om hand.

Driftsättet som tillämpas vid en bio-P-process anses gynna flockformade bakterier framför filamentbildande, och därmed främjas goda slamegenskaper som gör att slammet lättare sedimenterar. Fosfor är också mer biotillgänglig eftersom den inte är uppbunden i ett metallkomplex. Detta betyder att slammet från en bio-P-process är mer lämpat att nyttja i jord- eller skogsbruk och därmed har en större potential att ingå i ett kretslopp.

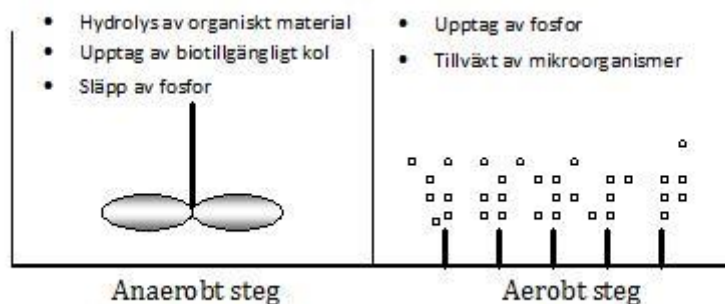
Hur fungerar det?

Ett fundamentalt krav för en fungerande bio-P är att vattnet förs genom alternerande anaeroba och aeroba zoner samtidigt som en del av slammet recirkuleras för att bibehålla en stabil bakteriekultur. Den enklaste konfigurationen kallas A/O-processen (Anaerobic/Oxic) och visas i figur 1 nedan. Uppställningen består av en anaerob del följt av en aerob del, sedimentering och returslampumpning.



Figur 1. A/O-processkonfiguration för biologisk fosforavskiljning.

I figur 2 illustreras vad som händer i de olika stegen i en bio-P-process. I det anaeroba steget får förbehandlat avloppsvatten möta det aktiva slammet där mikroorganismer tar vid i fosforavskiljningen. Mikroorganismerna som står för bio-P-processen har en specifik egenskap att under anaeroba förhållanden kunna nyttja energi från lagrat cellulärt polyfosfat för upptag av organiskt kol. Detta uppnås genom att fosfor släpps simultant med upptaget av organiskt kol till cellen. Bakterierna får då konkurrensfördelar i förhållande till vanliga bakterier eftersom de inte har behovet att konkurrera om biotillgängligt kol i den efterföljande aeroba zonen. I den anaeroba zonen sker också en hydrolys (nedbrytning) av komplext organiskt material till enklare biotillgängliga kolföreningar.



Figur 2. Schematisk bild över händelseförloppet i de olika stegen i en bio-P-process.

Mikroorganismerna som möjliggör bio-P har också den för processen nödvändiga egenskapen att de aerobt kan ta upp mer fosfor än vad som krävs för tillväxt. Denna fosfor lagras i cellstrukturen för senare behov. För att ett nettoupptag av fosfor ska ske över biosteget krävs en initial anaerob miljö där bakterierna först släpper fosfor och tar upp organiskt kol. Energin från det upptagna kolet nyttjas sedan av mikroorganismerna för upptag av fosfor i det aeroba steget. Vanliga bakterier tar endast upp så mycket fosfor som de behöver momentant och kan inte ta upp organiskt kol i anaeroba miljöer. När mikroorganismerna byggt på sig tillräckligt mycket fosfor avskiljs bioslammet från vattenströmmen som på så vis blir renad från fosfor. En viss del av det avskiljda bioslammet förs i retur till det anaeroba steget för ytterligare en cykel med bio-P medan resterande mängd avskiljs för slambehandling.

Viktiga parametrar

Bio-P-processen är generellt mycket känsligare för störningar och kräver mer processkunskap till skillnad från konventionell fosforavskiljning med en fällningskemikalie. Bakteriekulturen som avskiljer fosfor måste gynnas för att inte andra mikroorganismer ska ta över i bioslammet. Vid en nystartad eller utslagen process kan det ta flera veckor innan en fosforavskiljande bakteriekultur etablerar sig i slammet.

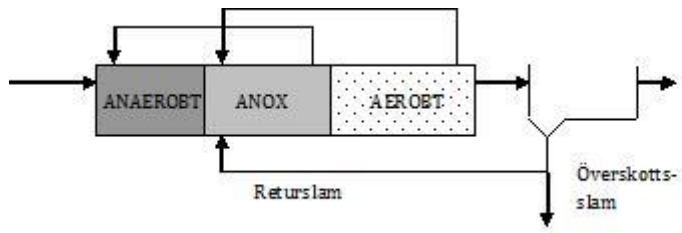
Vid ett konstant flöde, en jämn tillförsel av biotillgängligt kol och optimala processbetingelser, ställer processen in sig och man får ett slam med en god fosforavskiljande kapacitet. Processen bör således styras så att betingelserna för bio-P-bakterierna blir så gynnsamma och konstanta som möjligt. Detta är av förklarliga skäl inte helt lätt att åstadkomma vid ett kommunalt avloppsreningsverk där flöden och belastning varierar över året men också över veckor, dygn och timmar. Systemet klarar av små förändringar i flöden och belastning medan det lätt störs vid stora förändringar, t.ex. vid långvariga regn och snösmältning. Ett sätt att minska de negativa effekter som uppstår vid höga flöden är att begränsa inflödet till biosteget med hjälp av bräddmagasin eller separat behandling av en delström av spillvattnet.

Fällningskemikalier kan i de fall kemslam recirkuleras till biosteget ha en negativ inverkan på bio-P-processen eftersom metallkomplexen binder upp den biotillgängliga fosfor. Vissa reningsverk samkör bio-P med kemisk fällning medan andra endast använder kemisk fällning som ett polersteg i de fall den biologiska fosforavskiljningen inte klarar av att uppfylla aktuella utsläppskrav.

En av de viktigaste parametrarna för att få till stånd en väl fungerande bio-P-process är att tillförseln av biotillgängligt kol är jämn och tillräckligt stor i förhållande till mängden fosfor som ska avskiljas. Den största anledningen till att detta är viktigt är att bio-P-bakterierna annars kan konkurreras ut av andra mikroorganismer som inte avskiljer fosfor. Ett sätt att stabilisera tillförseln av biotillgängligt kol kan vara att hydrolysera primär- eller bioslam i huvudströmmen eller i en separat bioreaktor på reningsverket.

Andra parametrar som är viktiga att beakta vid drift med bio-P är den anaeroba uppehållstiden som bör hållas tillräckligt lång för att få till stånd en hydrolys av biotillgänglig kolkälla och ett tillräckligt fosforflöde. Fosforflödet står nämligen i direkt proportion till det aeroba fosforupptaget och därmed det totala nettoupptaget av fosfor. Det är också viktigt att motverka turbulens och tillförsel av tillskottsvatten som kan skapa syreinblandning och därmed hämmar de anaeroba processerna.

Körs biologisk kväveavskiljning parallellt med bio-P-processen finns också risk för att nitrat följer med returslammet till den anaeroba zonen. Nitrat kan liksom syre verka hämmande på processen eftersom vissa typer av bio-P-bakterier kan ta upp fosfor under anoxa förhållanden. En vanlig processkonfiguration som tillämpas på reningsverk med kombinerad biologisk fosfor- och kväveavskiljning är den så kallade UCT-processen som illustreras i figur 3. Processen har fått sitt namn eftersom den utvecklades vid University of Cape Town och går ut på att returslammet förs tillbaka till det anoxa steget där denitrifikation sker och sedan vidare till det anaeroba steget.



Figur 3. UCT-processen. Kombinerad biologisk kväve- och fosforavskiljning.