

Behandling av avloppsvatten från sulfatblekerier

Biologisk rening och kemisk fällning

– konsten att utnyttja de bästa kombinationerna

När man vill finna en reningsprocess som uppfyller höga krav på tillgänglighet, flexibilitet, kostnadseffektivitet samt möjlighet till framtida behov av förändringar, är det viktigt att vidta rätt åtgärd vid rätt tillfälle. I det följande belyses detta, men för att begränsa artikelns omfattning beskrivs här endast behandling av avloppsvatten från sulfatblekerier.

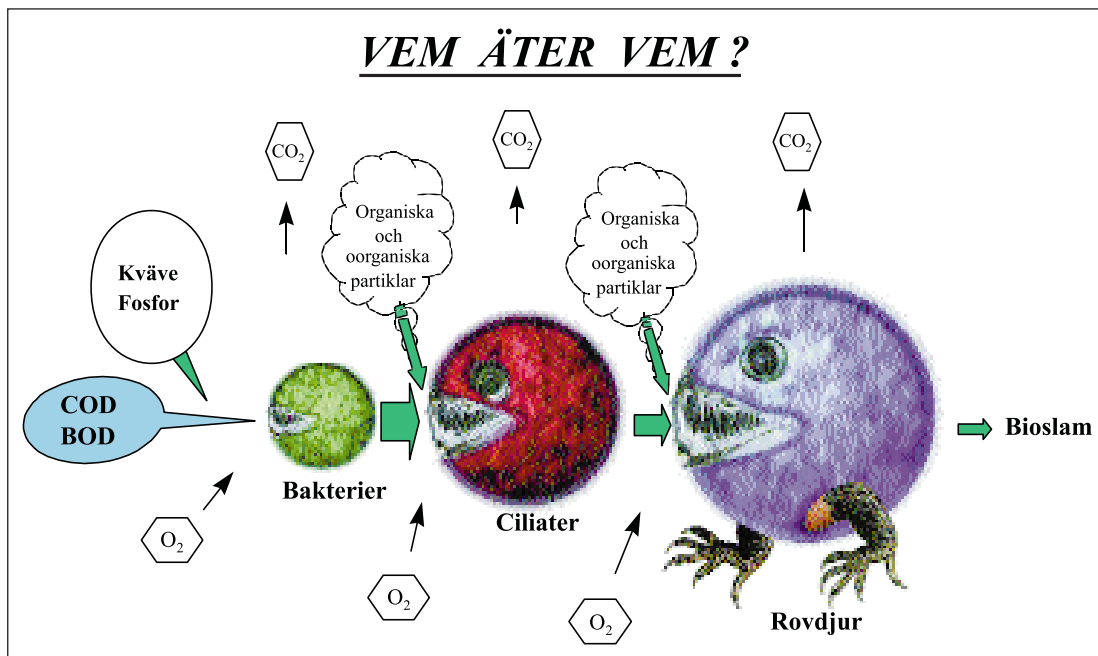
Genom att analysera vad som är den biologiska teknikens fördelar vid rening av avloppsvatten och samtidigt analysera vad som är fördelarna med kemisk fällning och sedan kombinera dessa effekter finns det goda möjligheter att finna kostnadseffektiva reningsmetoder.

I artikeln i *Svensk Papperstidning*, nr 5-1999, klargjordes att det endast är bakterier som reducerar löst organiskt material medan de högre organismerna reducerar mängden bildade bakterier samt även "konsumerar" organiska och oorganiska partiklar, *figur 1*. I denna artikel redovisas resultat av biologisk behandling följt av kemisk fällning.

Kemira har genom fraktionering



Torgny Kindh, Miljörevisorerna Environnet AB och Thomas Engström, Kemira Kemi AB.



Figur 1. Det är endast bakterier som reducerar löst organiskt material medan de högre organismerna reducerar mängden bildade bakterier samt även "konsumerar" organiska och oorganiska partiklar.

(Molekylvikt, MW enligt Dalton) av avloppsvatten tydligt visat vilken reningsteknik som gör vad vid avloppsvattenbehandling.

Resultat av fraktioneringar

I *figurerna 2, 3 och 4* redovisas fraktioneringsresultat av blekeriavloppsvatten från pilotförsök vid tre olika sulfatfabriker, varav två är från ECF-blekning och ett från TCF-blekning.

Av *figurerna* framgår tydligt att det är det lågmolekylära som reduceras med biologisk rening och att tendensen är likartad för både ECF och TCF. Vad som också framgår tydligt, är att en COD-fraktion mellan molekylvikten 3 000 och 100 000 MW Dalton har en begränsad påverkan av biologisk rening. I *figur 4* ska denna fraktion inte vara påverkad eftersom det biologiska steget, 0,5 tim, är ett bakteriesteg med begränsad mängd högre organismer.

Kemisk fällning har sedan genom-

förts på de biologiskt behandlade vattnen. Den kemiska fällningen har som förväntat stor påverkan på molekylvikter över 3 000 MW Dalton.

Försök med kort uppehållstid

De försök som redovisas i *figur 4* är genomförda med ett biofilmsteg med kort uppehållstid på cirka 0,5 timmar. Avloppsvattnet är förbehandlat i en Kebizuta-skrubber, dels för att sänka temperaturen till cirka 35°C, dels för att för-lufta vattnet före biologisk rening. Kemira utförde fällningsförsök i laboratorieskala på vatten uttagna före skrubbern och efter biofilmsteget, varefter fraktioneringar genomfördes på sedimenterade prover. Dessutom gjordes fraktionering på samma vatten efter befintlig luftad damm, 3,5 dygns uppehållstid.

Vid provtagningstillfället, i mitten av provperioden, var reduktionen av COD i biofilmsteget 27 procent. I slutet av

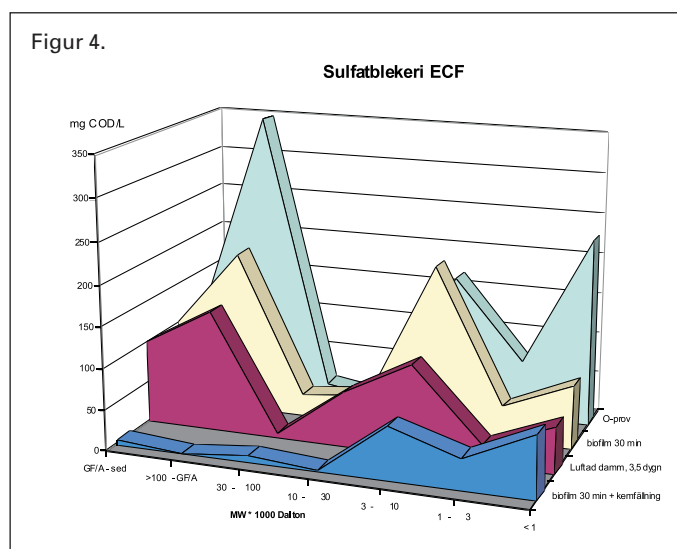
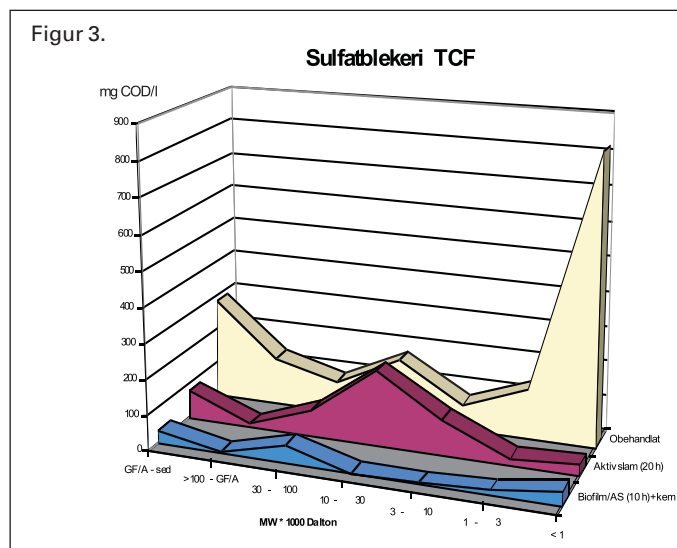
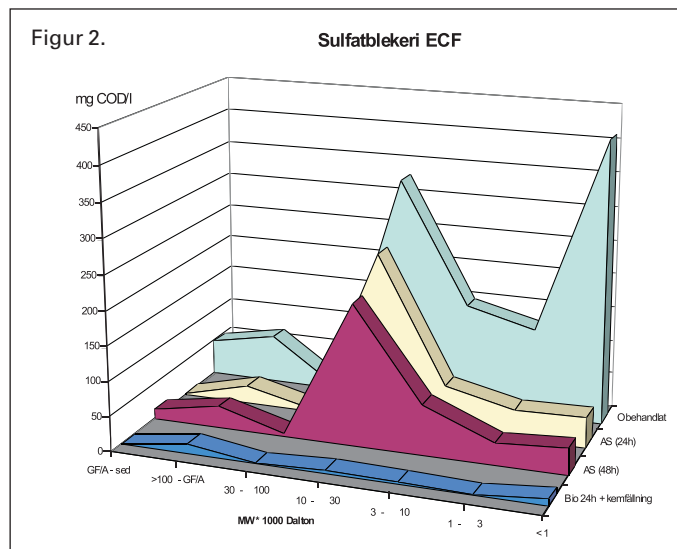
provperioden var COD-reduktionen 40 procent och reduktionen av BOD cirka 85 procent (uppehållstid 45 minuter). Reduktionen av COD i den luftade dammen var samtidigt 45 procent. I samband med försöken var det svårt att tillföra erforderlig mängd luft, vilket gav en syrehalt under 0,5 mg O₂/l, på grund av skumningsproblem, som ska hänföras till pilotanläggningens utformning. Halten klorat reducerades med mer än 99 procent. Detta visar att det samtidigt går att erhålla både en bra COD-reduktion och en klorat-reduktion med mycket korta uppehållstider i en och samma reaktor. Vid kemisk fällning av det biologiskt behandlade vattnet från pilotanläggningen kunde doseringen halveras jämfört med kemisk fällning på obehandlat vatten. Vid kemisk fällning på obehandlat vatten erhöles en COD-reduktion av 60 procent. Den totala verkningsgraden av COD, vid 27 procent COD-reduktion i biosteget, var 80 procent.

En fullstor anläggning

I figur 5 visas hur en fullstor bio/kem-anläggning kan utformas. I denna beskrivning förutsätts att fiberförande avlopp förbehandlas på lämpligt sätt.

I första luftningssteget förbereds avloppsvattnet för biologisk behandling. Om det skulle vara nödvändigt kan lättflyktiga illaluktande gaser avskiljas här. Sedan följer två biofilmsteg i serie med cirka 30 minuters uppehållstid. Två steg används dels för att få en högre tillgänglighet vid tillfälliga utsläpp, dels för att påbörja slamreduceringen i biofilmsteg två. Som slutsteg används flotation eller sedimentering. Finns ingen redan befintlig lämplig sedimentering är det mer optimalt att nyinstallationen utgörs av en flotationanläggning.

För att nå en optimal biologisk COD-reduktion erforder-



Figurerna redovisar fraktioneringsresultat av bekeriavloppsvatten från pilotförsök vid tre olika sulfatfabriker.

dras, för normalt förekommande avloppsvatten från skogsindustrin, inte uppehållstider över fem timmar med en modern utformning av en biologisk reningsanläggning.

Slamavvattning

I många diskussioner anges minskad slamproduktion som ett skäl till långa uppehållstider i det biologiska reningssteget. Det är dock inte det slam som finns i själva reningsanläggningen som reduceras utan överskottsslammet.

Överskottsslammets flöde utgör endast cirka fem procent av det totala ingående flödet. Det är alltså denna volym som erfordrar lång uppehållstid. Samma volymstorlek för avloppsbehandling under 30 minuter räcker följaktligen till en slambehandlingsvolym för en uppehållstid på cirka tio timmar.

Det är på många sätt fördelaktigare att biologiskt behandla överskottsslammet separat. Dels påverkas detta steg då mindre av eventuella driftstörningar i huvudanläggningen, dels kan detta steg ges optimala biologiska förutsättningar för att just reducera mängden slam, vilket bland annat kräver speciell utformning av luftningssystemet. Genom att det biologiska livet hålls aktivt i detta slamlagersteg genom luftning undviks flera negativa följdverkningar som t ex bildning av svavelväte. Svavelväte är förutom att det är illaluktande mycket toxiskt.

Minskade kostnader

Byggekostnaden för en kombinerad bio/kem-anläggning är mindre än hälften än för en konventionell långtidsluftad aktivslam-anläggning för behandling av ovanstående beskrivna avloppsvatten och med ett flöde på cirka 40 000 m³/dygn. Då är inte extra kostnader inräknade för att en stor

- anläggning inte kan placeras centralt och kräver större areal.

Kemikaliekostnaderna för fällning av avloppsvatten från ovanstående pilotförsök uppgår till cirka 80 öre per kg reducerat COD. Motsvarande kostnad för fällning på obehandlat vatten var 2,10 kronor.

Dessa 80 öre är av samma storleksordning som erhålls i besparingar av driftskostnader för energi, personal och underhåll jämfört med en traditionell aktivslam-anläggning. Till detta kommer minskade kapitalkostnader.

I detta sammanhang bör också beaktas att kostnaderna har en tendens av en kraftigt stigande kurva för varje ytterligare procent COD-reduktion. Det blir också stora värdesförändringar (räknat i procent) av de totala utsläppsmängderna vid nivåerna runt 80 procent. Skillnaden mellan enbart biologi och bio/kem kan innebära en nära halvering av utsläppsmängden.

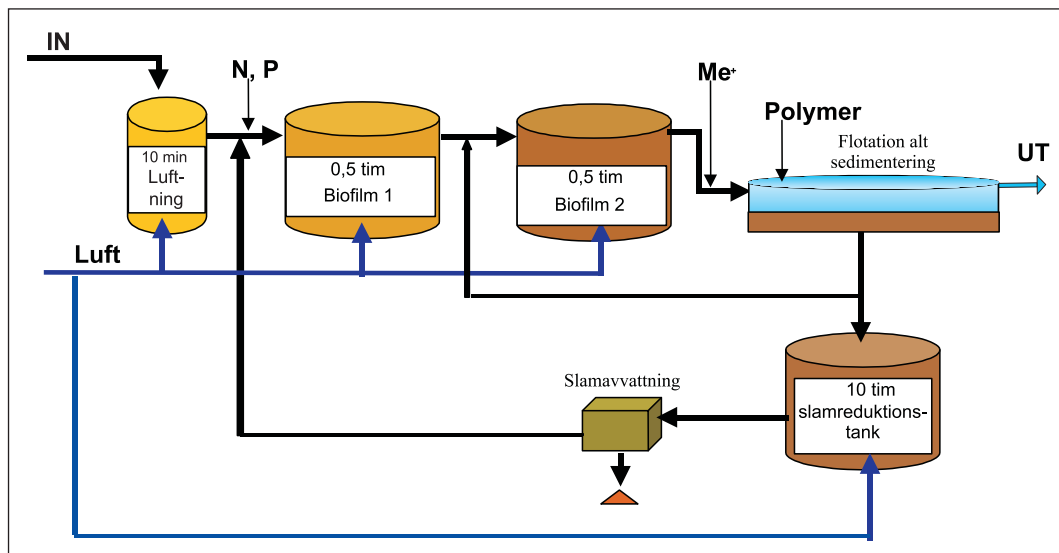
Det har också visat sig i praktiken att det är lättare att styra närsaltdoseringen i en biofilmbaserad process på grund av att biologin är betydligt stabilare än vid en aktivslamprocess. Fosfor reduceras med kemisk fällning. Detta innebär samtidigt att utsläppen av närsalter kan minimeras utan extra investeringar eller driftskostnader.

Genom en optimal reduktion av slammängderna minskas denna mängd kraftigt och gör den mer lättavvattade, vilket innebär en förhöjd sluttorrhalt efter avvattning. Detta innebär minskade kostnader för vidare slamhantering. Ovan beskrivna sätt att behandla överskottsslam gör att inga luktproblem uppstår i samband med slambehandlingen.

Det finns idag också intressanta utvecklingsprojekt, av bland annat STEP Development i Norrköping, för destruktion av biologiskt slam i sulfatfabrikens kausticeringsanläggning.

Slutsatser

Kemira har genom sina fraktioneringar visat en väg att undersöka hur olika ämnen i avloppsvattnet från sulfatfabri-



Figur 5. Principiell utformning av en fullstor bio/kem-anläggning. I denna beskrivning förutsätts att fiberförande avlopp förbehandlas på lämpligt sätt.

ker, före och efter extern rening, fördelar sig i olika molekylfraktioner. Kemira genomför för närvarande även andra analyser än COD i de olika fraktionerna t ex extraktivämen och lignin.

Det går samtidigt att erhålla bra COD-reduktion och total kloratreduktion vid korta uppehållstider. Fördelen att arbeta med biofilm med korta uppehållstider är att reduktionen under ett längre perspektiv kommer att öka till skillnad mot längre uppehållstider, där reduktionen successivt sjunker. I det första fallet kommer bakterierna att anpassa sig till snabbare tillväxthastigheter med högre COD-reduktioner som följd, och utan så stor konkurrens av högre djur. I det andra fallet kommer de högre djuren att öka i antal, också som ett resultat av anpassning, med ökad bakteriekonsumtion (COD-reducerarna) som följd.

Nedbrytningen av det lågmolekylära COD, som biologisk rening är bra på, kan göras med kort uppehållstid. Även om höga verkningsgrader i det biologiska steget ska uppnås kan man, enligt moderna biologiska reningsmetoder – biofilm kombinerat med aktivslam – uppnå detta på mindre än fem timmars uppehållstid.

Minskad slammängd ökad kvalitet

- Genom att kombinera de optimala effekterna av biologisk rening och kemisk fällning erhålls kompakta re-

ningsanläggningar med högre verkningsgrad än vad som kan erhållas med respektive metod var för sig.

- Genom att kombinera biologi med kemi erhålls en bra reduktion i alla molekylstorlekar. Detta torde minska risken för framtida överraskningar avseende följdpåverkan i recipienten på grund av utgående avloppsvatten.
- Genom att kombinera de optimala effekterna av biologisk rening och kemisk fällning erhålls kostnadseffektiv rening, dels genom att kostnaderna för kemfällning minskar med biologisk förbehandling, dels ökar totala verkningsgraden väsentligt, vilket innebär att kostnaden fördelas på en större reducerad mängd.
- Genom att inte försöka minimera biomassan i själva biosteget, utan separat före själva avvattningssteget, blir denna hantering effektivare, säkrare och billigare.

Det torde därför finnas goda möjligheter, jämfört med en konventionell aktivslam-anläggning, att halvera både utsläppsmängden av COD och investeringskostnaden vid oförändrade driftskostnader, samt att minska mängden och öka kvaliteten på generat bioslam.

Torgny Kindh