



LUND UNIVERSITY

Renare vatten

Cimbritz, Michael

Published in:
KEMISK TIDSKRIFT

2023

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):
Cimbritz, M. (2023). Renare vatten. *KEMISK TIDSKRIFT*, (2), 20-23.

Total number of authors:
1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Renare

2040 ska Europas avloppsreningsverk vara utrustade med teknik som kan rena vattnet från läkemedelsrester, biocider och andra mikroföroreningar. Vanliga metoder är kolfilter eller ozon. Kemisk Tidskrift går på djupet i kolfiltren för att se vad som händer där.

Text Michael Cimbritz Foto Maria Takman, Jenny Brandt Grönberg

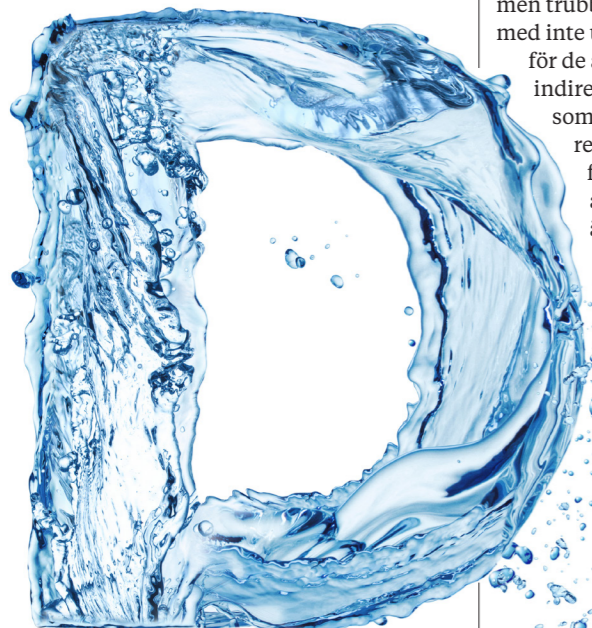


Vattenprover visar att granulerat aktivt kol (GAK) kan adsorbiera diklofenak, metoprolol och andra läkemedel som finns i avloppsvatten.

På Österlen finns några anläggningar som renar vattnet från organiska mikro-föroreningar, som exempelvis reningsverket i Kivik.

vatten





AGENS AVLOPPSVATTENRENING är byggd för att förhindra syrebrist och övergödning i hav, sjöar och vattendrag. Med framtidens rening ska även svårnedbrytbara, persistenta, ämnen avskiljas eller i alla fall oskadliggöras. Det handlar om läkemedelsrester, hormoner, biocider och andra ämnen som finns i mycket låga koncentrationer, inte sällan några enstaka nanogram per liter. Ämnena, som räknas i tusental, benämns ofta som organiska mikroföroreningar och har i studie efter studie uppvisat skadliga effekter på både växt- och djurliv. Konsekvenserna för människors hälsa kan vara svårare att bedöma, men det finns goda skäl att skydda våra dricksvattenresurser genom att avskilja de oönskade föreningarna vid avloppsreningsverken.

DE VANLIGASTE TEKNIKERNA för att avskilja organiska mikroföroreningar i vatten är adsorption till aktivt kol eller oxidation med ozon. Det är välkända processer som nu får en ny tillämpning när de ska anpassas för avloppsvatten. Ett avloppsvatten är fullt av inte bara organiska mikroföroreningar utan också av andra ämnen, organiska och oorganiska, kända och okända. De organiska mikroföroreningarna utgör bara en bråkdel av de organiska ämnen som finns i vattnet. När vi vill adsorb

någon av dem, exempelvis PFAS, till kol adsorberar vi samtidigt allt annat som låter sig adsorberas. När vi vill oxidera det smärtstillande ämnet diklofenak oxiderar vi också allt annat som kan oxideras. För att bestämma kapaciteten på ett kolfilter eller storleken på en ozongenerator måste därför den totala mängden organiskt material i vattnet beaktas. Det är ett pragmatiskt men trubbigt angreppssätt eftersom vi därmed inte utformar reningsprocessen direkt för de ämnen som ska avskiljas, utan indirekt utifrån alla organiska ämnen som finns i vattnet och som konkurrerar om adsorptionsplatser och förbrukar ozon. Framställning av aktivt kol och generering av ozon är energikrävande processer som kräver plats på våra reningsverk. Det finns därför pengar, yta och energi att spara om vi lär oss mer om hur processerna bör utformas.

VI VET ATT kolfilter fungerar men kunskapen är begränsad om vad som händer i dem. Forskare vid Lunds universitet och Högskolan i Kristianstad har därför bokstavligen gått på djupet i ett filter och vid olika tidpunkter under ett år hämtat granulerat aktivt kol på olika djup. Därefter har de adsorberade ämnena utvunnits från kolet med hjälp av en metod baserad på ultraljudsteknik och kemisk analys. På så sätt går det att beskriva vilka ämnen som fastnat var i filtret och vid vilken tidpunkt. De ämnen som klarar sig sämst i konkurrensen om adsorptions-



Sverige ligger långt fram

Ett antal anläggningar i Schweiz och Tyskland renar redan vattent från organiska mikroföroreningar. Även Sverige ligger i framkant. I exempelvis Kivik – liksom i Simrishamn och S:t Olof i Simrishamns kommun – är sådan rening på plats.

I USA, Singapore, Namibia och i några länder till finns anläggningar där man med avancerad rening återanvänder avloppsvatten för dricksvattenproduktion.

platserna (till exempel PFOS och antibiotikan sulfametoxazol) tenderar att lättare passera genom filtret, medan andra ämnen som framstår som vinnare i konkurrensen (till exempel betablockeraren metoprolol och antibiotikan trimetoprim) kan kosta på sig ett ganska långsamt segertåg ner genom filtret. Förlorarna trycks ner genom filtret och hittar kanske inga adsorptionsplatser vilket, förr eller senare, betyder att de kommer att följa med vattnet ut genom filtret.

DET HISTORISKA PUSSLET ger också möjligheter att kartlägga mer oväntade händelser. Granuler från en viss tidpunkt visade sig innehålla förhållandevis höga halter av neonikotinoiden imidakloprid som används för insektsbekämpning. Ämnet har bidragit till att Europas bipopulation minskat och är numera förbjudet för användning utomhus. Metoden kunde visa att det förekommit ett utsläpp av detta någonstans i avloppsreningsverkets upptagningsområde flera månader tidigare. Andra ämnen fanns inte alls eller i betydligt lägre koncentration än de förväntade. En möjlighet är att de inte har adsorberats, men om de inte heller hittas i vattnet som lämnar filtret måste det finnas en annan förklaring.

Det finns några ämnen som är särskilt intressanta i sammanhanget och som kan fungera som referenspunkter. Ett är läkemedlet karbamazepin som bland annat används för behandling av epilepsi. Ämnet är i princip helt persistent och bryts inte ned på biologisk väg. Andra ämnen kan under vissa omständigheter brytas ned, även om många läkemedel är förhållandevis svårnedbrytbara. Det betyder att karbamazepin kan fungera som indikator och vägvisare. Finns karbamazepin men inga eller små mängder av ett annat ämne som borde finnas i vattnet, kan förklaringen vara att ämnet helt eller delvis brutits ned och kanske uppträder i nya former. Förändringar i strukturen efter biologisk nedbrytning gör att det inte längre går att detektera och kvantifiera exempelvis diklofenak som just diklofenak, utan som olika nedbrytningsprodukter.

Lundaforskarna har också utvecklat en metod för att följa olika ämnen med en radioaktiv kol-14-märkning på en känd plats i molekylstrukturen. På så sätt går det att visa vilken väg ett givet ämne, eller en grupp av ämnen, har tagit. Skulle ämnena brytas ned kan den koldioxid som bildas detekteras och därigenom kan nedbrytning särskiljas från adsorption. Kunskaper om vilka ämnen som kan brytas ned är viktiga för att kunna optimera drift och design av kolfilter. Kanske frigörs nya adsorptionsplatser vid nedbrytning. Att byta eller rege-

nerera kol är en kostsam process och kan filtren användas längre och utnyttjas bättre finns både energi och pengar att spara.


OZONERING HAR LÄNGE använts inom dricksvattenrening. De första anläggningarna för ozonering av avloppsvatten är nu i drift i Tyskland, Schweiz och Sverige. När ozon löses i avloppsvatten sätts en rad reaktioner igång med både ozonet i sig och de hydroxylradikaler som bildas. Eftersom ozonet kommer att reagera med det mesta i vattnet blir resultatet en rad olika så kallade bi- och transformationsprodukter. Transformationsprodukter är de ämnen som bildas utifrån organiska mikroföroreningar. De flesta ämnena bryts alltså inte ned fullständigt, utan antar nya former precis som vid biologisk nedbrytning i ett kolfilter. Men det bildas samtidigt biprodukter av alla andra ämnen i vattnet som låter sig oxideras. En biprodukt efter ozonering som ofta uppmärksammas är bromat, som bildas av bromid. Bromat är cancerogent och toxiskt för växt- och djurliv. Om vi vill återanvända det reade vattnet för dricksvattenproduktion måste vi vara säkra på att bromathalterna är låga. I Sverige visar mätningar att bromidhalterna i avloppsreningsverk utmed kusterna kan vara höga, ibland så höga att de överskrider gräns-

värden för när ozonering anses lämpligt. Bromid har sannolikt nått avloppsledningarna via inträngande havsvatten, eftersom det finns ett samband med både innehåll av klorid och havsnivå. Är då ozonering inte ett alternativ för dessa avloppsreningsverk? Jo, kanske. Det beror på bromidhalterna, vilka ozondoser som tillämpas och vilka bromathalter som kan accepteras. Vattnet kan också renas från bromid. En möjlighet är att vidareutveckla en denitrifikationsprocess för biologisk kväveavskiljning så att den klarar inte bara kväveavskiljning, utan också omvandling av bromat till ofarlig bromid.

I OKTOBER 2022 kom EU-kommissionen med ett förslag till nytt avloppsvattendirektiv. Det innehåller krav på att alla avloppsreningsverk som tar emot vatten från minst 100 000 personer ska utrustas med reningsteknik för att avskilja organiska mikroföroreningar. För mindre avloppsreningsverk ska det göras en särskild behovsprövning för att se om det mottagande vattendraget, recipienten, behöver skyddas. I förslaget uttrycks även att det

renade vattnet ska kunna återanvändas för olika ändamål. Det kan handla om allt från spolning av ledningar eller bevattning av äppelodlingar och åkermark, till att skapa ett råvatten för beredning av dricksvatten.

”Det finns pengar, yta och energi att spara om vi lär oss mer om hur processerna ska utformas”

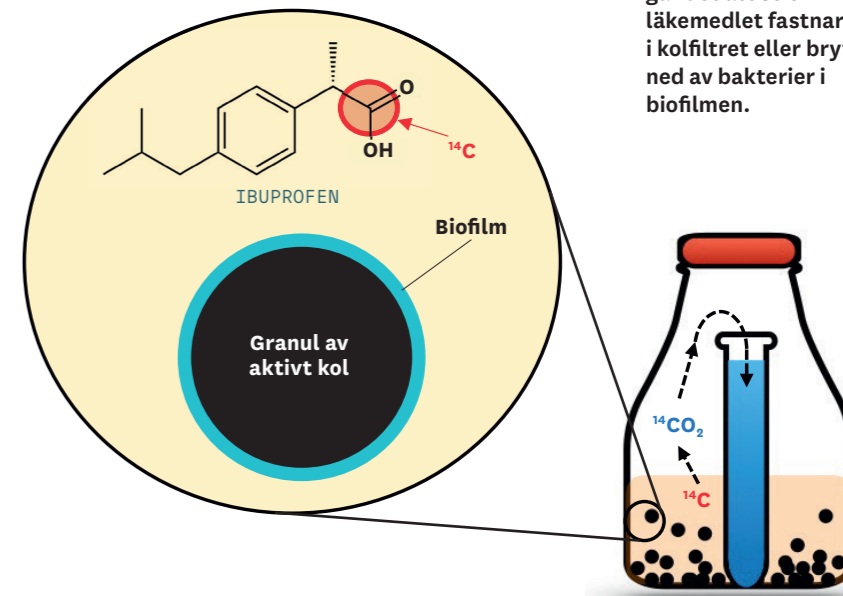
Detta kan göras direkt genom att ytterligare reningsslag läggs till, eller genom indirekt återanvändning där det reade avloppsvattent infiltreras till ett grundvattentmagasin. Framtidens avloppsvattenrening handlar därför inte enbart om att skydda våra vattendrag, utan också om att producera rent vatten som kan återanvändas. Avloppsreningsverken blir produktionsanläggningar för rent vatten. 

Michael Cimbritz är docent vid Institutionen för kemiteknik, Lunds universitet, och forskar om hur vatten ska renas från olika organiska mikroföroreningar. Arbetet som beskrivs i artikeln har gjorts tillsammans med bland annat Ola Svahn, forskare vid Högskolan Kristianstad.

Kol-14 visar vad som händer i kolfiltret

Med dagens analysteknik och analysmetoder går det att detektera och kvantifiera ämnen i väldigt låga halter med hög precision, och därmed beskriva adsorption och oxidation av organiska mikroföroreningar i avloppsvatten.

Genom att arbeta med kol-14-märkta läkemedel går det att visa också om ett ämne avskiljs i filtret genom att adsorb till kolet, eller genom biologisk nedbrytning i den biofilm som växer på granuler med aktivt kol. Vid nedbrytning kommer kol-14-märkt koldioxid att bildas. Denna kan sedan fångas i en fälla och registreras genom så kallad vätskescintillation.



Genom att följa radioaktivt kol-14 går det att se om läkemedlet fastnar i kolfiltret eller bryts ned av bakterier i biofilmen.