## Populärvetenskaplig sammanfattning

**Läkemedel i avloppsvatten**

Årligen stoppar vi i oss omkring 100 gram läkemedel, men bara en liten del av dessa kommer till önskad användning i våra kroppar. Den största delen utsöndras med urinen och hamnar i det avloppsvatten som så småningom släpps ut i våra bäckar, sjöar och hav. Tyvärr renas läkemedel, bekämpningsmedel och andra problematiska ämnen bara delvis i dagens avloppsreningsverk, och trots att de ämnen som släpps ut finns i små mängder har de visat sig kunna orsaka problem för vattenlevande organismer. Till exempel kan hormonstörande läkemedel från p-piller ge fortplantningssvårigheter för fiskar, vilket kan sätta vattendragens ekosystem ur balans. Det finns också en oro för att dessa ämnen ska förorena våra dricksvattenkällor, speciellt då en ökad befolkning, urbanisering och klimatförändringar sätter ökad press på återanvändning av vatten. För att minska mängden läkemedel som släpps ut i våra vattendrag måste vi införa nya reningsprocesser vid våra avloppsreningsverk.

**Ozon och aktivt kol de vanligaste reningsteknikerna**

De vanligast förekommande teknikerna för rening av läkemedel i avloppsvatten är adsorption till aktivt kol samt ozonering. Med aktivt kol avlägsnas läkemedel genom att dessa adsorberar (fastnar) på det aktiva kolets yta. Vid ozonering tillsätts i stället ozon (O3) till avloppsvattnet, där det reagerar med läkemedlen.

**Synergier mellan adsorption och nedbrytning i kolfilter.**

Ett vanligt sätt att använda aktivt kol är i kolfilter, där vattnet filtreras genom en bädd av kolpartiklar. Så småningom börjar mikroorganismer växa i filtret och bildar en så kallad biofilm, som skulle kunna bryta ned vissa ämnen. Med hjälp av kol-14-märkta läkemedel har biofilmens och det aktiva kolets bidrag till läkemedelsreningen kunnat särskiljas inom detta avhandlingsarbete. Det visade sig att det smärtstillande ämnet diklofenak effektivt kunde brytas ned av biofilmen i kolfilter, trots att detta ämne tidigare visat sig vara svårt att bryta ned med andra biologiska processer. Vi tror att just samverkan mellan adsorption och nedbrytning i kolfilter är nyckeln till den ökade nedbrytningen, något som i framtiden skulle kunna användas för att förbättra andra biologiska processer.

**Reaktionen med ozon inte komplett**

När ozon reagerar med läkemedelsmolekylerna slås de sönder och det bildas i sin tur nya ämnen, så kallade transformationsprodukter. Men hur vet man att dessa ämnen är mindre problematiska än de ursprungliga läkemedlen? Man har tidigare sett att ozon ofta förstör molekylerna på ett sätt som gör att deras huvudsakliga effekt, såsom en hormonstörande påverkan, försvinner. Samtidigt kan nya okända effekter uppstå. Vi vet idag väldigt lite om de ämnen som bildas vid ozonering, och i praktiken blir det därför mycket svårt att förstå hur farliga de är. Vi tar hand om ett problem, men skapar samtidigt nya.

För att få bukt med transformationsprodukter och andra ämnen som bildas vid ozonering så använder man oftast en reningsprocess med mikroorganismer efter ozoneringen, såsom ett sandfilter. På senare tid har man också föreslagit adsorption till aktivt kol som ett möjligt sätt att få bukt med problemet. Troligtvis får man också bort flera ämnen, men i verkligenheten vet vi väldigt lite om hur komplett reningen av transformationsprodukter verkligen är.

**Kol-14-märkta läkemedel möjliggör spårning av transformationsprodukter**

Men varför är så många transformationsprodukter okända? Dagens analysmetoder är suveräna på att hitta ämnen i vatten, men bara när vi vet exakt vad vi letar efter. Så fort vi behöver hantera okända ämnen blir det en helt annan process som är tidsödande då det finns en närmast oändlig mängd av möjliga transformationsprodukter. Att följa alla blir i praktiken helt omöjligt. I vår forskargrupp har vi därför använt oss av kol-14-märkta läkemedel för att kunna följa transformationsprodukterna på ett nytt sätt. Vi kan inte visa vilka ämnen som bildas, men vi kan spåra hur väl de kan tas bort på ett sätt som inte är möjligt med andra tekniker.

**Adsorption av transformationsprodukter – kanske inte en bra lösning**

Med hjälp av kol-14-märktningen har vi kunnat visa att en stor del av transformationsprodukterna från ozonering verkar adsorbera dåligt till aktivt kol, något som till viss del motsäger resultat från tidigare forskning. Vi tror att vår metod har lyckats representera en grupp av ämnen som i andra studier varit osynlig, och som generellt adsorberar dåligt till aktivt kol. I den fortsatta forskningen undersöker vi hur transformationsprodukterna kan avlägsnas med hjälp av mikroorganismer samt kombinationen av mikroorganismer och aktivt kol. Även här kan kol-14-tekniken få en avgörande roll för att avgöra transformationsprodukternas öde.