

Katharina Lührig, Bacterial Communities in Drinking Water Biofilms

Katharina Lührig disputerade på avhandlingen Bacterial Communities in Drinking Water Biofilms vid Lunds universitet den 27 maj 2016. Katharinas arbete har finansierats av Sweden Water Research och hon blev också den första doktoranden ut från Sweden Water Research. Hennes avhandling handlar om hur bakterierna i dricksvattenledningar fungerar. Mikrobiella samhällen i vattenverk och ledningsnät utgör en komplex levande biosensor för kommunikation av säkerhet och dricksvattenkvalitet. Dessa samhällen, egentligen biofilmer, tar bort biprodukter efter desinfektion, bekämpningsmedel, läkemedel, toxiner och andra oönskade kemikalier och mikroorganismer via naturlig mikrobiologisk rening. Det är också möjligt att biofilmer utgör en genetisk reservoar för virulens, biocidresistens och antibiotikaresistens som kan tas upp av patogener och framkalla framtida hälsohot.

Katharina har studerat biofilmens sammansättning på djupet med hjälp av en mycket kraftfull analysteknologi, s.k. massiv parallellsekvensering. Denna teknik kan användas för att bestämma den mikrobiella biofilmssammansättningen från olika platser. I avhandlingen undersöktes vattenledningar och vattenmätare. Miljontals bakterier som utgörs framförallt av okända icke-odlingsbara bakterier kan identifieras med stor noggrannhet. Minst 99 % av den totala bakteriepopulationen utgörs av icke-odlingsbara bakterier, dvs. kan inte påvisas med traditionell mikrobiell analys. Vårt dricksvatten är långt ifrån sterilt. Ett glas dricksvatten innehåller miljontals bakterier. Med hjälp av DNA-baserad flödescytometri har vi och andra visat att antalet levande bakterier i en milliliter kranvatten är omkring hundratusen stycken. Bakterierna som är harmlösa kommer ursprungligen från vårt råvatten, där en del av dem kan bilda ett biofilmslager genom påväxt på vattenledningarnas ytor. Uppskattningsvis innehåller biofilmen mer än 95 % av det totala bakterieantalet i distributionssystemet. Bakterierna i biofilmen skyddas av en tapetklistlerliknande polysackaridmatris som underlättar återväxten. Biofilmens bakterier har en livsstil som skiljer sig markant från de bakterier som återfinns som enskilda celler i vattenfasen s.k. planktoniska bakterier. Arbetet visar att biofilmen som genereras från ytvatten och grundvatten har markant skilda bakteriepopulationer.

Tidigare har vi varit begränsade till att studera ett fåtal bakterier med begränsade möjligheter att korrelera vattnets kvalitet och säkerhet med mikrobiell status. Katharina analyserade ett hundratal biofilmsprover. Biofilmsproverna från ledningsrören är de mest intressanta, men ganska dyra att ta och kanske delvis beroende av vilka ledningsmaterial bakterierna växer på. Biofilmsproverna från vattenmätare är mer tillgängliga och jämförbara med avseende på vattenflöden och ytmaterial. Resultat baserade på samtliga biofilmsanalyser visar att ledningsnäten i Malmö med vatten från Vombverket och Landskrona med vatten från Ringsjöverket innehåller två vitt skilda biofilmer utifrån artsammansättningen. Eftersom merparten av bakterierna som

analyserats är okända arter används begreppet operativa taxonomiska enheter (OTU) som grovt motsvarar en bakterieart.

Lund som ibland erhåller blandvatten från både Ringsjöverket och Vombverket innan det distribueras ut i ledningssystemet visar ett mycket oväntat resultat. Istället för den förväntade OTU-mixen, dvs. en blandning av de två biofilmspopulationerna, erhålls en biofilmssammansättning som antingen motsvarar Malmös OTU-sammansättning eller Landskronas OTU-sammansättning. Dessa resultat indikerar att varje distributionssystem innehåller en specifik biofilm utifrån OTU-mönster, dvs. varje system har en unik artsammansättning som har svårt att samexistera med andra biofilmspopulationer. Resultaten kan tolkas såsom att varje ledningsnät innehåller en stabil biofilm med ett unikt genetiskt fingeravtryck eller OTU-mönster som kan nyttjas för källspårning.

Denna studie har även undersökt om det finns ett samband mellan brunfärgat dricksvatten och biofilmens bakteriesammansättning. I samband med att Bolmentunneln var stängt för reparation april 2009 t.o.m. mars 2011 förekom återkommande klagomål på missfärgat kranvatten i vissa områden i Landskrona med omnejd. Under reparationstiden användes reservvattentakten Ringsjön istället för Bolmen, dvs., en annan råvattenkvalité. 47 unika och representativa biofilmprover togs direkt från ledningsrör och vattenmätare från områden med dokumenterat bra dricksvatten och från områden med periodvisa kvalitetsproblem i syfte att påvisa ett eventuellt samband mellan missfärgat brunt vatten och distributionsnätets mikrobiologiska flora. Brunt vatten orsakat av järnutfällningar är ett väldokumenterat kvalitetsproblem.

Dock är det oklart om biofilmen bidrar till missfärgningen. Endast ett prov med återkommande klagomål visade en avvikande biofilmssammansättning. Denna bakterieavvikelse har inte kunnat påvisas i andra områden med periodvisa klagomål. Kemidata visade emellanåt höga järnhalter i kombination med höga sulfatkoncentrationer för några av dessa områden. Troligen har den periodvisa utfällningen av järn orsakats av en kombination av faktorer såsom stagnerat ledningssystem i kombination med annan kemisk vattenkvalitet (Ringsjön i stället för Bolmen) och fällningskemikalie (aluminiumsulfat istället för järnklorid). Problemet med missfärgat dricksvatten upphörde omgående i samband med att Landskrona återgick till Bolmenvatten våren 2011. Provet med avvikande biofilm som påvisades i en vattenmätare var troligen en sekundär effekt orsakat av långvarig exponering av höga järnhalter. Ett flertal bakterier som påvisades i vattenmätaren är associerad med järnmetabolism.

Avslutningsvis har projektet för första gången visat den mikrobiella komplexiteten i ledningssystemet. Dricksvattnets biofilmer visar stor artrikedom och påverkar direkt vattnets kvalitet. Med hjälp av den taxonomiska analysen kan ett stort antal mikrobiella DNA-markörer såsom familjen Sphingomonadaceae och släktet Nitrospira användas för snabb och effektiv PCR-analys. Projektet har också visat att man kan analysera råvatten och dricksvatten direkt utan komplex provbehandling.

Sammanfattning: Kenneth M Persson

[Länk till publikation \(på Lunds universitets webb\)](#)