

Silver i produktkedjan: Från konsumentvaror till avloppsslam med aktörsperspektiv

Derek Lyle Diener
Ulrika Palme



Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvatten
Management

SVU styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Agneta Granberg, ordförande	Göteborgs kommun
Daniel Hellström, sekreterare	Svenskt Vatten
Henrik Aspegren	VASYD
Per Ericsson	Norrvatten
Stefan Johansson	Skellefteå kommun
Henrik Kant	Göteborg Vatten
Lena Ludvigsson-Olafsen	Smedjebackens kommun
Lisa Osterman	Örebro kommun
Kenneth M. Persson	Sydvatten
Lars-Gunnar Reinius	Stockholm Vatten
Bo Rutberg	SKL
Lena Söderberg	Svenskt Vatten

Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB
Box 47607
117 94 Stockholm
Tfn 08 506 002 00
Fax 08 506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se
Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Silver i produktkedjan: Från konsumentvaror till avloppsslam med aktörsperspektiv
Title of the report:	Silver in the product stream: From consumer goods to sewage sludge with a focus on stakeholder perspectives
Rapportnummer:	2012-18
Författare:	Derek Diener och Ulrika Palme, Miljösystemanalys, Energi och miljö, Chalmers tekniska högskola
Projektnummer:	10-130
Projektets namn:	Silver i produktkedjan: Från gruva till avloppsslam med aktörsperspektiv
Projektets finansiering:	Svenskt Vatten Utveckling
Rapportens omfattning	
Sidantal:	72
Format:	A4
Sökord:	Silver, biocid, antiodör, textilier, REVAQ, KemI, slam
Keywords:	Silver, biocide, anti-odor, textiles, REVAQ, KemI, sludge
Sammandrag:	En undersökning av silver i konsumentprodukter, marknaden för dito, aktuell forskning, lagar och regler, aktörspositioner samt konsekvenser för VA-branschen. Arbetet bygger på litteraturstudier och intervjuer.
Abstract:	A study of silver in consumer goods, their market, current research, regulations, stakeholder positions and consequences for water and sanitation. The study rests on a literature review and interviews.
Målgrupper:	Beslutsfattare inom vatten och avlopp på berörda myndigheter samt inom industrin.
Omslagsbild:	Silver i miljön. Konceptuell bild av Derek Diener.
Rapport:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2012
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB

Förord

Under senare år har ett antal nya produkter innehållande silver lanserats, till exempel sårvårdsprodukter, tvättmaskiner och textilier. Inte minst har mängden nanosilverpartiklar ökat kraftigt. När detta silver når avloppsreningsverken kan det dels påverka processerna i verken, men framför allt påverkas kvalitén på det slam som produceras. Syftet med detta projekt var, i korthet, att undersöka de viktiga produktkedjor som avslutas med att silver hamnar i svenska avloppsreningsverk och att därmed bidra till en bättre förståelse för problemet.

Arbetet utfördes som ett examensarbete under 2011 av Derek Diener under handledning av Ulrika Palme på avdelningen för miljösystemanalys på Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Studien stöttades med finansiering av Svenskt Vatten Utveckling, och med rådgivning från en referensgrupp bestående av representanter för Borås VA, Gryaab och Hammargårds ARV, vilka vi härmed vill tacka för det ekonomiska såväl som det kunskapsmässiga stöd vi fått. Vi vill även tacka alla de personer som bidragit med sin tid och sina kunskaper, tankar och åsikter i intervjuer, möten och enkäter.

Denna rapport är en översatt och för Svenskt Vatten Utveckling anpassad version av Derek Dieners rapport "Silver in the product stream: From consumer goods to sludge and water ecosystems with a focus on stakeholder positions".

Göteborg, juli 2012

Derek Diener och Ulrika Palme

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	6
Summary	7
Förkortningar	8
1 Inledning	9
1.1 Inriktning och syfte	10
2 Metod	11
2.1 Avgränsningar	11
2.2 Aktörsstudie.....	13
3 Resultat	16
3.1 Dagens marknad	16
3.2 Forskning och risker.....	21
3.3 Regulatoriskt klimat	27
3.4 Aktörspositioner	30
4 Summering	51
4.1 Dagens marknad	51
4.2 Forskningstrender	51
4.3 Lagstiftning och regulatorisk verksamhet.....	52
4.4 Aktörspositioner.....	52
5 Diskussion	53
6 Slutsatser	56
7 Referenser	58

Bilagor

A Konceptuell illustration	65
B Intervjumall	66
C Silverutvinning och industriell användning	68
D Medicinsk och hälsofrämjande användning	69
E Exempel på resultat av modellering av silverkällor	70
F Regulatoriska åtgärder med anknytning till kosmetika i Kanada och USA	71
G Workshopsammanfattning via e-post	72

Sammanfattning

I ett av Sveriges 16 nationella miljömål ingår delmålet att 60 % av all fosfor i avloppsvatten ska återföras till jordbruksmark senast år 2015. Användning av slam som medium för att återföra fosfor till jordbruket ses som den bästa lösningen. Det finns dock samhälleliga och regulatoriska krav på att slammet ska hålla en viss kvalitet. I detta sammanhang är silver ett av de giftiga ämnen som uppmärksammas. Fram till nyligen har många svenska reningsverk noterat en snabb minskning av silverkoncentrationerna. Varför denna minskning har upphört är okänt, men nya konsumentprodukter anses vara en potentiell källa. Branschorganisationen Svenskt Vatten driver tillsammans med LRF, Lantmännen och Svensk Dagligvaruhandel systemet för certifiering av avloppsslam (REVAQ), och Svenskt Vatten intresserar sig för användningen av silver och för aktörspositioner och verksamheter.

Denna studie dokumenterar nischmarknader, aktuell forskning, regulatoriska trender och aktörspositioner. Arbetet bygger på en genomgång av litteraturen i ämnet, intervjuer och korrespondens med aktörer, samt en konsumentenkät. Silverbehandlade (antiodörbehandlade) textil- och hygienprodukter har fått viss uppmärksamhet i Sverige och utgör studiens primära fokus. Forskning visar att denna källa representerar en liten men spridd andel av de totala silverföroreningarna. Forskningsresultaten om graden av risk som är förknippad med silver är inte entydiga, men skärpta utsläppsbegränsningar är på väg inom ramen för EU:s biociddirektiv. Här är svenska Kemiinspektionen (KemI) ansvarig för rekommendationer som rör silver.

Vissa aktörer utanför textilindustrin oroar sig för att den ökande användningen av silver ska leda till marknadsexpansion och till (ökad) silveranrikning i mark. Konsumenterna förefaller i viss mån uppskatta antiodörfunktionen och vara beredda att betala för den, åtminstone när de inte på ett tydligt sätt görs medvetna om den potentiella risken. När de är medvetna om potentiella risker blir de betydligt mindre intresserade av antiodörfunktionen. De branschaktörer som är positiva till silver ser silverbehandling som den bästa tillgängliga tekniken just nu. De framhäver att det handlar om en ytterst liten mängd silver, och om något som totalt sett är miljövänligt ur ett livscykelperspektiv eftersom det, åtminstone teoretiskt, medför mindre tvättande. Modebranschens aktörer ser inte sådana behandlingar som intressanta. Andra aktörer inom branschen verkar allmänt försiktiga och nästan alla i branschen rapporterar att de söker efter förbättringar och alternativ – och några sådana finns. Denna försiktighet och strävan efter att hitta alternativ, tillsammans med kostnadsaspekter och tidigare teknikförändringar på antiodörmarknaden, gör det sannolikt att marknaden för silverbehandlade produkter torde bli begränsad i tid och omfattning

Summary

One of Sweden's 16 national environmental objectives includes a sub-objective that 60 % of phosphorus will be recycled from wastewater to agriculture by 2015. The use of sludge as a medium in which to return phosphorus to agriculture is seen as the best solution. There is however a societal and regulatory demand that the sludge be of a certain quality and silver is one toxin of focus. Until recently, many Swedish wastewater treatment plants have seen a rapid decrease in silver concentrations. Why the decrease has halted is unknown but emerging consumer products is considered to be a potential source. The Swedish Water and Wastewater Association (Svenskt Vatten) together with the Federation of Swedish Farmers (LRF), Lantmännen and Swedish Retailers organisation, oversees the sludge certification system (REVAQ), and The Swedish Water and Wastewater Association is interested in the use of silver and stakeholder positions and activities.

This study documents niche markets, current research and regulatory trends and stakeholder positions surrounding this issue. Literature review was conducted, interviews and correspondence with stakeholders were executed and a consumer survey was administered to gather information. Silver-treated (anti-odor) textiles and hygiene products, which have received some attention in Sweden and are of most focus for this study, are shown by research to represent a minor but diffuse portion of total silver pollution. Research regarding degree of risk associated with silver is not conclusive but regulatory action is oncoming with the EU Biocide Directive, for which the Swedish Chemical Agency (KemI) is responsible for silver-related recommendations.

Some non-textile industry stakeholders are concerned about dispersive use of silver, accumulation in soils, and market expansion. Consumers appear to value the anti-odor function to a certain degree and are willing to pay for it, at least when not specifically made aware of potential risks. When aware of potential risks, reception to the function is considerably less favorable. Pro-silver industry stakeholders see silver treatments as the best available technology, as representing a miniscule amount of silver, and as something environmentally beneficial from the life-cycle point of view. Fashion industry stakeholders do not see such treatments as relevant. Other industry stakeholders appear generally cautious and almost all industry stakeholders report looking for improvements and alternatives, of which there are a few. This precaution and search for alternatives, along with cost limitations and past changes in the anti-odor market indicate rapid evolution and a silver-treated product market that is limited in time and scope.

Förkortningar

Ag	Silver
GMF	Göteborgs miljöförvaltning
KemI	Kemikalieinspektionen
KO	Konsumentverket
LRF	Lantbrukarnas Riksförbund
LV	Läkemedelsverket
NV	Naturvårdsverket
SNF	Svenska Naturskyddsföreningen
REVAQ	Svenskt icke-statligt slamcertifieringssystem där Svenskt Vatten, LRF, Lantmännen, Svensk Dagligvaruhandel och Naturvårdsverket medverkar
SLV	Livsmedelsverket
SV	Svenskt Vatten
USEPA	United States Environmental Protection Agency, USA:s Naturvårdsverk

1 Inledning

I ett av Sveriges 16 nationella miljömål ingår delmålet att 60 % av all fosfor i avloppsvatten ska återföras till jordbruksmark senast år 2015. Som jämförelse kan nämnas att 21 % uppskattades återföras år 2000 (NV 2002). Det vanligaste sättet att återföra fosfor från avloppet till jordbruket är genom spridning av avloppsslam.

För inte många år sedan var det vanligt att använda slam i det svenska jordbruket. Femtio- till sextiotusen ton slam uppskattades läggas ut på åkrarna per år under 70-talet och början av 80-talet, jämfört med endast tjugotusen under början av 2000-talet (NV 2002). Under 90-talet ökade andelen från cirka 20 % till 30 %, men sjönk på nytt efter en rekommendation från LRF 1999, att inte använda slam som gödningsämne på grund av miljörisker (NV 2002). År 2008 användes återigen 26 % av allt slam från svenska reningsverk (214 000 ton) inom jordbruk (LRF 2010). Det finns dock samhälleliga och regulatoriska krav på att slammet ska hålla en viss kvalitet och koncentration. NV har utfärdat rekommendationer för användning.

Även om mängden silver i slam från svenska reningsverk oftast ligger långt under det av SEPA rekommenderade gränsvärdet på 8 mg/kg TS-slam (SEPA 2010) överstiger den beräknade ackumuleringen i mark det svenska slamcertifieringssystem REVAQ:s mål på 0,2 % per år (Gryaab 2011). Övergången till digital fototeknik och minskad användning av silver inom vissa medicinska och dentala verksamheter är några av de trender i samhället som betraktas som orsak till minskningen av silverhalten i avloppsslam under de senaste åren. Silverinnehållet i slammet från reningsverket Ryaverket i Göteborg har till exempel minskat med 15 % under det senaste decenniet men nedgången verkar ha avtagit, kanske till och med avbrutits helt (Gryaab 2011). Med en växande marknad med över 600 produkter som innehåller nanosilver och andra former av silver ökar antalet silverkällor till avloppsvatten (WERF 2011).

Silver förekommer naturligt. Silverhalten i livsmedel ligger inom området 10–100 µg/kg (World Health Organization 1998) utan att det medför några uppenbara konsekvenser. Men även bortsett från silvrets relevans för slamcertifiering anses silver i jonform vara en av de mest toxiska metallerna (Svenson *et al.* 2008). Den fulla omfattningen av miljörisker från ökande mängd silver på marknaden är omdebatterad och okänd. Detta arbete fokuserar på silver i produkter och på aktörspositioner och åtgärder. Det ingår som en del i en större insats inom uppströmsarbete som har initierats av REVAQ och som leds av Svenskt Vatten. Se den principiella figuren, som visar den allmänna situationen och de faktorer som är relaterade till REVAQ och silver i miljön i Bilaga A (och omslaget).

1.1 Inriktning och syfte

Även om vissa effekter av silver som eventuellt utgör en risk för miljön har förklarats och dokumenterats, finns det frågor kvar att besvara. Vem som äger frågan är dock oklart. Denna utmaning kan för närvarande endast hanteras på den öppna marknaden och av de inblandade aktörerna. *Inriktningen* för detta arbete är: att etablera en bättre förståelse för användningen av silver i konsumentprodukter, generellt, och tillämpningar av silver som biocid i synnerhet, forskning och lagstiftning på området, samt olika aktörers ståndpunkter och handlingar.

Ett grundläggande sätt att få kunskap är att samla information om ämnet från många källor och organisera informationen för att skapa en sammanhängande förståelse. Följaktligen är *syftet* att dokumentera och beskriva den nuvarande situationen på marknaden för ickemetalliskt silver.

Detta betyder mera precist beskrivningar och dokumentation av:

1. dagens marknad; inkluderande silveranvändning, tillgängliga produkter och vilka kvantiteter silver som går till olika användningsområden.
2. forskning och trender; avspeglar aktuella vetenskapliga ståndpunkter och tillhörande risker.
3. regulatorisk verksamhet; inkluderande gällande lag, remisser och föreslagna lagar.
4. aktörers positioner; deras handlingar och åsikter.

Utifrån detta syfte var följande frågor viktiga.

1. Dagens marknad: Hur används ickemetalliskt silver idag? Vilka typer av silver används på marknaden och i vilka mängder? Vilka är alternativen?
2. Forskning och trender: Vad är viktiga faktorer när man studerar riskerna med silver? Vilka potentiella risker i samband med silver har dokumenterats? Vilka är kända och beräknade källor till silver i avloppsvatten och miljö? Vad mer av vikt har forskningen visat inom detta område?
3. Lagstiftning och regulatorisk verksamhet Vilka lagar och förordningar är relevanta för denna marknad? Vad gör myndigheter med avseende på silver?
4. Aktörspositioner: Vilka åsikter har olika aktörer och hur agerar de i saken? Anser aktörerna att silverbehandlade produkter och deras funktion är till nytta och till allmän fördel. Hur väger aktörerna fördelar mot risker och hur motiverar de sina åtgärder?

2 Metod

En allmän metod med beskrivning av huvudaktiviteter, förutsättningar och avgränsningar diskuteras här. Dessutom ingår en mer djupgående förklaring av datainsamlingen för aktörsavsnittet eftersom de specifika metoderna för detta avsnitt ansågs vara mer komplexa än datainsamling och analys för övriga områden.

För att nå det ovan beskrivna syftet genomfördes studien i en serie huvudsakligen kronologiska, men delvis överlappande, steg.

1. Genomgång av litteratur och media: Dokumentation av aktuella marknadstrender, riskuppfattning, regulatoriskt klimat och för studien relevanta aktörer.
2. Intervjuer: definition av frågeställningar, formulering av frågor och genomförande av intervjuer.
3. Kontakt med aktörer: Definition av relevanta myndigheter, särskilda intressegrupper, branschorganisationer, tillverkare och återförsäljare. Kontakt via e-post och uppföljning via telefon när möjligt.
4. Konsumentundersökningar: Avgörande av inom vilka områden det är viktigt att studera konsumenternas medvetenhet och åsikter, och frågeformulering utifrån detta.
5. Seminarier: Anordnande av en workshop på Chalmers i syfte att samla in ytterligare aktörspositioner, data och argument, samt deltagande i ett seminarium på Lunds universitet i samband med lansering av silverbehandlade produkter.
6. Utvärdering av synpunkter som dokumenterats från aktörer i samband med korrespondens och intervjuer.
7. Kvantitativ analys av enkätresultaten.

Under studien hölls också regelbunden kontakt med den i samband med projektstarten bildade referensgruppen bestående av representanter för Borås VA, Hammargårds ARV samt Gryaab.

2.1 Avgränsningar

Generellt kan silverföreningar anses uppstå på grund av processer och produkter som förekommer i samhället. Dessa processer och produkter förekommer på dagens marknad, och det är mot den bakgrunden som potentiella föreningar av intresse (silver) måste diskuteras. Kunskaperna om dagens marknad (baserat på beskrivningen nedan) har använts för att avgränsa de återstående tre avsnitten: forskningsverksamhet, lagstiftning och regulatorisk verksamhet, samt aktörspositioner.

Avgränsningar för vart och ett av de *fyra* syftesområdena definierades enligt nedan.

Nuvarande marknad. Den nuvarande marknaden definierades som den svenska marknaden för ickemetalliskt silver (spridd användning av silver, silver i nano-, salt-, kolloidal- eller jonbytarform), med ett urval av internationella kompletteringar. Inom denna studie får termen ickemetalliskt silver representera allt silver som inte uppträder i massiv metallisk form (som bestick, smycken, mynt och elektronik). Begreppet marknaden används i vid bemärkelse, som den öppna marknaden: ”en marknad som är allmänt tillgänglig för alla investerare och konsumenter” (InvestorWords 2011).

Dessutom har textil- och klädindustrin beaktats särskilt:

- därför att Svenskt Vatten har redan identifierat denna industrigren som ett område av särskilt intresse och ansträngningar har redan gjorts för att etablera försiktighet i användningen av silver på denna marknad. Den nuvarande marknaden och dess aktörer förmodas kunna rapportera indikationer på om dessa insatser har haft verkan eller inte.
- därför att silver har utbredd användning på denna marknad och antidörfunktionen uppfattas som särskilt polariserande. Användning i medicinska produkter för att motverka infektion anses vara acceptabelt, men är det verkligen nödvändigt att använda silver i vanliga konsumentprodukter för att motverka lukt?
- eftersom hushållens föroreningar anses vara avgörande för målet att nå en lägre silverhalt i slammet, anses konsumenterna anses vara en viktig aktörsgrupp. Marknaden för textilier (kläder) anses vara mer konsumentdriven än marknader som till exempel byggmaterial, pigment och konserveringsmedel. Därför är denna marknad bättre för att utvärdera konsumenters synpunkter.

Forskning och trender. I litteraturgenomgången ingår sökbar forskning (på engelska och svenska) och forskning refererad i andra medier. Som sökmaskin användes i första hand Google Scholar. Ett urval av träffar som bedömdes som mest relevanta användes sedan i studien.

Lagstiftning och regulatorisk verksamhet. Ett försök har gjorts att nå förståelse för lagstiftningsarbetet inom detta område, främst inom Sverige, men även internationellt. Det senare har erhållits med hjälp av tidskriftsartiklar, framför allt refererande till verksamhet inom EU och USA. Dessa verksamheter har studerats närmare via EU:s och USEPA:s webbplatser. Inget annat lagstiftningsarbete har påträffats, men har heller inte sökts specifikt.

Aktörspositioner. Även om silver används på många sätt och i många tillämpningar bedömdes aktörerna inom textilmarknaden vara de mest intressanta. Detta segment av aktörer hade redan identifierats i motivationen till studien på grund av deras roll på konsumentmarknaden (till skillnad mot industrin och mot användare av metalliskt silver). Ingen information som samlats under studien av ”dagens marknad” visade att detta var omotiverat.

Det primära målet var att vinna förståelse för svenska aktörer. Det internationella perspektivet erhöles genom att identifiera aktörer utomlands, i första hand USA, men även EU. Som aktörer betraktades de som har intresse i eller som kan påverka eller påverkas av marknaden. Särskild uppmärksamhet har här ägnats sårintressegrupper och industriföretag, tillverkare och återförsäljare, experter och konsumenter.

2.1.1 Antaganden angående förutsättningar för studien

I enlighet med de fyra syftesområdena har följande antaganden gjorts.

Nuvarande marknad. Produkter som hittas via media och sökfunktioner är representativa för vad som är tillgängligt för konsumenterna på den öppna marknaden. Produkterna som valts ut för vidare undersökning förutsätts vara representativa för marknaden.

Forskning och trender. Sökbar forskning från Google Scholar (och andra källor), på engelska och svenska, betraktas som representativ för aktuellt kunskapsläge. Den forskning som hittats är representativ för aktuella vetenskapliga trender och åsikter. De som bedömts vara mest relevanta anses korrekt representera pågående forskning.

Lagstiftning och regulatorisk verksamhet. Officiella och allmänt tillgängliga uppgifter är representativa för den faktiska offentliga och icke-offentliga (bakom kulisserna) verksamheten. Sveriges, EU:s och USA:s lagar antas vara mest relevanta för den svenska rättsliga miljön och den relevanta marknaden.

Aktörspositioner. Valda aktörer (och aktörer med vilka korrespondens har förts) förutsätts vara de viktigaste på marknaden, i egenskap av de aktörer som har störst inflytande på marknadens utveckling. Individer representerar sin respektive tillhörighet, till en organisation eller en demografisk grupp. Aktörspositioner anses vara representativa för aktörer (av samma typ) i allmänt. Författarna upplevde ett visst motstånd från många aktörer (svarande och icke-svarande) orsakat av administrativa strukturer och rutiner som skyddar ämnesexperter, främst på större företag, från studenter och andra frågvisa personer. Därför har de flesta bortfall ansetts bero på sådana skyddsmekanismer, snarare än på att tilltänkta respondenter haft något att dölja.

2.2 Aktörsstudie

Aktör är vårt val av översättning av engelskans *stakeholder*, vilket ofta översätts *intressent*. Eftersom studien inkluderar aktörer som egentligen inte har några påtagliga (medvetna) intressen i frågan om hur silver används i konsumentprodukter har vi dock valt att främst använda oss av ordet *aktörer* här. För att kunna dokumentera aktörernas positioner och aktiviteter behövdes en definition av ”relevant aktör”, och ett sätt att hitta aktörer för datainsamling. Därefter valdes sättet att samla in och analysera data från de utvalda (och svarande) aktörerna. Dessa två delsteg beskrivs nedan.

2.2.1 Identifiering av aktörer

I denna studie definieras en aktör som varje entitet som kan påverka marknaden. Många andra instanser hade kunnat vara aktuella, men för enkelhetens skull och av tidsskäl begränsades datainsamlingen.

Viktiga aktörer identifierades som instanser som är verksamma inom produktion, försäljning, marknadsföring, konsumtion och reglering av aktuella produkter, eller som representerar motstånd mot sådana. Nedan följer en lista över aktörsgrupper från vilka någon typ av information ingår i studien. Vidare ges en kort beskrivning av gruppen och en förklaring till

varför den specifika aktörsgruppen har valts ut för att bistå med information, det vill säga en redogörelse för hur gruppen påverkar marknaden.

1. *Myndigheter*. Denna grupp förutsätts bestå av personer utsedda av regeringar och medborgare, antas kommunicera och genomdriva regler inom sina respektive kompetensområden, samt rekommendera lagstiftning utgående från aktuella kunskaper och trender.
2. *Industri och marknad*. Denna grupp förutsätts bestå av tillverkare, grossister, återförsäljare, marknadsförare och industriföretag. Gruppen förutsätts gemensamt identifiera och tillhandahålla de produkter och tjänster som bedöms som attraktiva av konsumenter, eller som anses säljbara av industrins aktörer. Denna grupp förutsätts i första hand agera utifrån sitt intresse av att nå framgång på marknaden, med hänsyn till den allmänna opinionen vilken byggs upp av andra aktörer.
3. *Konsumenter*. De som gör inköp och därmed sist och slutligen avgör om en produkt eller tjänst är attraktiv och värd sitt pris (med sina fördelar och risker) finns i denna grupp.
4. *Icke-statliga organisationer*. Dessa grupper kan vara vinstdrivande eller icke-vinstdrivande. De verkar till förmån för sina medlemmar och påverkar (eller försöka påverka) andra aktörers åsikter och beteenden för att nå sina mål. (Obs. Branschorganisationer ingår i detta sammanhang som industriella aktörer.)
5. *Experter*. Denna grupp består av forskare som har fokuserat på det aktuella ämnet eller på näraliggande dito. De förutsätts producera forskningsresultat som andra aktörer stöder sig på i varierande utsträckning för att stärka sina egna eller motbevisa andras åsikter och åtgärder.
6. *Certifierade instanser*. Dessa instanser förutsätts tillhandahålla någon form av kvalitetssäkring för marknaden (processer, produkter) och fungera som en signal till andra aktörer. De representerar en form av extern, i dagsläget mer eller mindre allmänt accepterad, granskning av industriell verksamhet och produkter.

2.2.2 Datainsamling och -analys

Data samlades in från viktiga aktörer på marknaden med hjälp av litteraturgranskning, studier av officiella webbplatser och andra publikationer, intervjuer, e-postkorrespondens och konsumentundersökningar. Kvantitativ analys av data användes för enkätresultat.

Litteraturgenomgången och dokumentationen omfattade sökning och läsning av webbplatsmaterial, publicerade dokument och annan information. Relevanta insamlade data användes som stödjande dokumentation och har citerats. Webbplatserna hittades med hjälp av konventionella sökfunktioner på internet.

Intervjuer och annan personlig kommunikation ägde rum i direkta möten, per telefon eller via e-post. Diskussioner och intervjuer spelades in, med undantag för oplanerade mobiltelefonsamtal och liknande, vid vilka anteckningar fördes istället. Under och efter intervjuerna gjordes anteckningar där information och synpunkter från diskussionen i intervjun dokumenterades. Anteckningar som potentiellt skulle kunna publiceras eller citeras sändes till intervjuaren för granskning och godkännande. En lik-

nande strategi tillämpades med information som samlades in i samband med workshop och seminarium (Chalmers och Lund).

Kundundersökningar skickades till både målgrupper och icke-målgrupper via e-post och Facebook. All datainsamling var inriktad på att ge en allmän bild av varje marknadsaktörs kunskaper, uppfattningar, åsikter och aktiviteter relaterade till ämnet *silver i produktkedjan*.

Den största utmaningen var att hitta företag och individer som var villiga att bli intervjuade eller undersökta. Detta gällde i synnerhet industriella aktörer. För att hitta villiga aktörer skickades e-postmeddelanden till företag och industrigrupper med förfrågan om intervjumöten.

Att hitta stora grupper av konsumenter för en elektronisk enkät var också en utmaning. Många grupper skyddar sina medlemmar mot sådana utskick (Chalmers har inte heller några verktyg för massdistribution) och därför blev personliga kontakter huvudmetoden att hitta potentiella enkätrespondenter.

2.2.3 Frågor och intervjuer

Den första kontakten med aktörerna togs via e-post, med information om det övergripande syftet med studien och vikten av att få information från adressaten. Under intervjuerna gjordes ett försök att bara få svar på förberedda frågor. Men som Miles framhåller, "En intervju är ett samspel mellan två parter, inte en part som samlar information från den andra" (Miles & Huberman 1994). Detta innebär att båda parterna i intervjun styr tonen i diskussionen. Detta har direkt inverkan på vilken information som erhålls och på hur den överförs – vilket var fallet även i den här studien.

Sju grundläggande frågor fastställdes som grund för intervjuer och enkäter (en mer detaljerad intervjumall finns i Bilaga B):

1. Medvetenhet om att vissa produkter innehåller silver?
2. Åsikt om produkter som innehåller silver, sett till funktion och risker?
3. Förståelse för möjligheterna och begränsningarna i tekniken för avloppsbehandling?
4. Medvetenhet om användning av slam för återföring av fosfor?
5. Medvetenhet om de potentiella negativa konsekvenserna med silverbehandlade produkter?
6. Värdering av de potentiella negativa konsekvenserna i förhållande till positiva funktioner (och marknadsefterfrågan)?
7. Hur förväntas detta marknadssegment växa eller utvecklas? Efterfrågar dagens konsumenter denna typ produkter?

3 Resultat

Resultaten från intervjuerna användes tillsammans med litteratur och andra referenser för att besvara forskningsfrågorna i studien. Därför presenteras alla former av data kombinerade i resten av rapporten. Icke desto mindre är det i avsnittet om de olika aktörerna som merparten av informationen från intervjuer används och är mest relevant. Avsnitten om dagens marknad, forskning och rättslig situation bygger i högre utsträckning på information från offentliga publicerade källor.

3.1 Dagens marknad

Hur används ickemetalliskt silver idag?

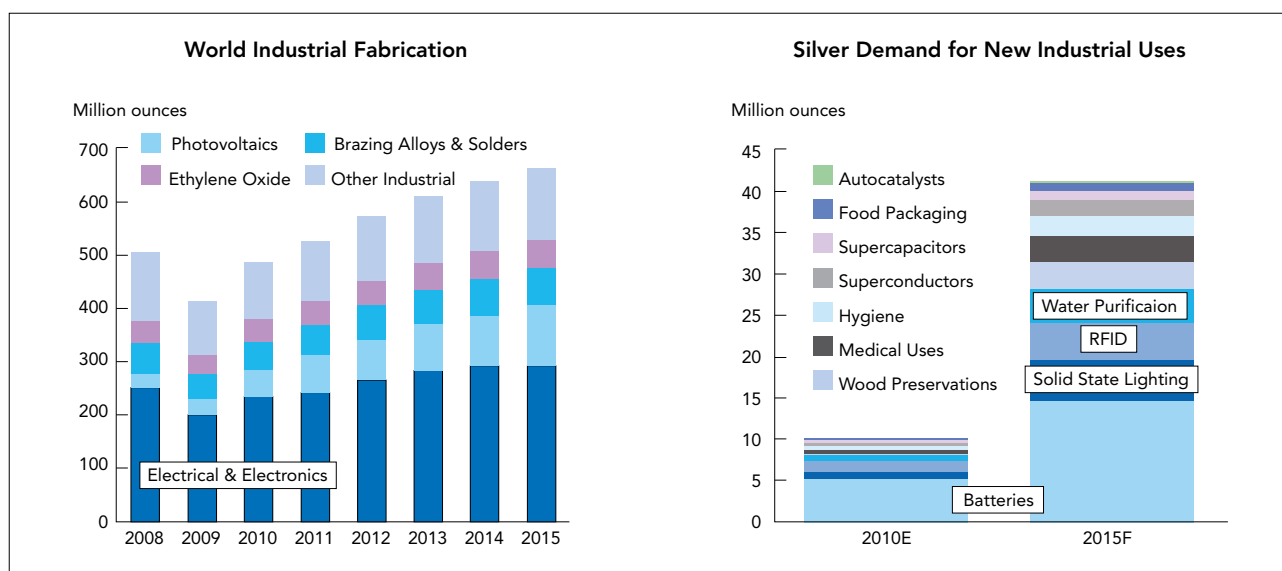
Vilka typer av silver används på marknaden och i vilka mängder?

Icke-konsumentanvändning av ickemetalliskt silver omfattar fotoframkallning, processer i kommunala vattenreningsverk och andra vattenreningsprocesser samt en rad industriella processer. Figur 3-1 från internationella Silver Institute¹ (hädanefter Silverinstitutet) ger en överblick över marknaden. Industriell användning utgör ungefär 50 % av den totala globala silveranvändningen och står för 14 175 ton av 28 325 ton totalt. Av dessa 14 175 ton förmodas mindre än 300 ton gå till nya industriella användningsområden, såsom medicin, hygien, textilbehandling med mera (GFMS 2011). Detta innebär att det primära området för denna studie utgör mindre än 2 % av industrins silveranvändning.

Även om de nya industriella användningsområdena är små sett till den totala mängden nyttjat silver är användningen spridd och, framför allt, växande. Silver används allt mer i konsumentprodukter, eftersom det är en mångsidig biocid. Substansens effektiva bakteriedödande verkan är beprövad och oomtvistad. Silver har därmed tillsatts i så gott som vad som helst som någon gång kommer att komma i kontakt med fukt (och därmed riskerar att gynna bakterietillväxt; GFMS 2011). Silver finns på konsumentmarknaden i en rad former: nanosilver, silversalter, kolloidalt silver, silverjoner (och jonbytare) och silverfibrer, för att nämna de vanligaste. På den förhållandevis svagt reglerade marknaden har det dykt upp ett stort antal produkter med silverinnehåll utan att dessa utsatts för granskning. Detta beror delvis på bristen på forskning och kunskap om ämnet (Luoma 2008). Silver förekommer i tandkrämer, kosttillskott, kosmetika, duschmunstycken och klädesplagg (Jacobsson 2008).

Data från "Project on Emerging Nanotechnologies" (PEN) visar att nanosilver troligen är det vanligaste nanomaterialet i konsumentprodukter idag (Luoma 2008). Enligt denna inventering, som fokuserade på nanomaterialbaserade konsumentprodukter, innehöll 24 % av de aktuella produkterna nanosilver. Från mars 2006 till mars 2011 hade antalet sådana

¹ Branschorganisation som representerar silverindustrin.



Figur 3-1 Världens industriella användning av silver inom nya områden (GFMS 2011).

produkter tiofaldigats, från 212 till 1 300 (PEN 2011). Uppskattningarna av vilka kvantiteter silver (ickemetallisk) som ingick i produkterna varierar. Användningen av silver för dricksvattenrening har uppskattats till 56 ton för år 2010 (GFMS 2011). En tysk studie av silverbaserade biocider rapporterade att uppskattningsvis 8 ton silver användes totalt för detta ändamål i Tyskland. Större delen användes för vattenrening, medan 0,5 ton respektive 0,4 ton gick till textil- och polymersektorn (Hund-Rinke *et al.* 2007).

En tillverkare (HeiQ, Schweiz) uppskattar att den europeiska marknaden för produkter med silverinnehåll (ickemetalliskt silver) når 100–230 ton silver 2010 och stabiliseras omkring 2015 (Blaser *et al.* 2008). En senare uppskattning från HeiQ uppskattade dock dagens EU-marknad till mindre än 25 ton (Height 2011).

När det gäller den globala marknaden uppskattar Nowack *et al.* (2011) mängden nanosilver som för närvarande produceras och används globalt (den specifika användningen anges dock inte) till cirka 290 ton per år. Dessa uppskattningar förvirras ytterligare av en uppskattning från Silverinstitutet att ”hygienmarknaden”, inklusive textil-, ytbehandling, beläggningar och bakteriedödande färger (exklusive fotografi), inte kommer att överstiga 85 ton år 2015 (GFMS 2011).

På företagsnivå uppskattar Polygiene, ett känt företag som erbjuder antidörfunktion (via silversalter) inom textilindustrin, en förbrukning av 10–15 kg silver per år i Sverige och 120 kg per år globalt (främst på EU- och USA-marknaderna) (von Uthmann 2011).

Uppskattningar och deras underliggande parametrar varierar kraftigt. Uppskattningar kan göras med olika geografiska avgränsningar, och kan påverkas av klassificering och silverform (nanosilver eller annan form). Variationen visar den potentiella oförutsägbarheten och svårigheten att få fram tillförlitliga uppgifter.

I följande avsnitt ges en kort beskrivning av nischanvändare av silver. En kort beskrivning av silverutvinning och vissa industriella användningsområden finns i bilaga C.

3.1.1 Textilier och ytmaterial

Som tidigare nämnts förväntas den totala hygienmarknaden – inklusive silveranvändning i textilier, sängkläder, apparater och ytbeläggningar – uppgå till högst 85 ton under de kommande fem åren (GFMS 2011). Detta kan jämföras med en uppskattning på mindre än 25 ton för EU-marknaden (Height 2011).

Kläder, golv, vitvaror, och ytmaterial finns alla i silverbehandlade utföranden, som ska förebygga och minska tillväxten av bakterier, svampar och alger (GFMS 2011). Silverimpregnerade plaster har dykt upp, och används i allt från telefonlurar till leksaker (Blaser, Scheringer *et al.* 2008). Byggmaterial anses också vara ett möjligt produktsegment för silverbehandling. Byggmaterial skulle kunna förses med en tillväxthindrande silverbaserad tillsats. En silverbehandlingstillverkare, AgIon, har en lång lista av kunder inom byggmaterialektorn (Agion 2011). Polygiene används i minst ett golvmaterial, som kallas Flowcrete. Tillverkaren kallar det för marknadens främsta val inom hygiengolv, och framhåller Polygiene som ”verksam mot bakterier, inklusive E.coli, Staphylococcus Aureus, MRSA, Salmonella Typhi, Streptococcus Pyogenes och SARS” (FBR 2008, översatt från engelska).

Inom textilmarknaden kan konsumenter köpa silverbehandlade varianter av strumpor, underkläder, superunderställ och innersulor. Denna typ av plagg absorberar mycket svett och är därmed mottagliga för bakterietillväxt (von Uthmann 2011).

3.1.2 Rening och desinfektion av vatten

Som tidigare nämnts uppskattar Silverinstitutet att 56 ton silver användes för dricksvattenrening 2010 (GFMS 2011). Silver har använts till vattenrening under mycket lång tid. Tekniken förekommer småskaligt på till exempel sjukhus och kryssningsfartyg. Ämnets egenskaper gör det till en attraktiv ersättning för mer aggressiva kemikalier som klor och brom för poolrengöring (SI 2009). Företaget Brita, som tillverkar vattenfilter för konsumentmarknaden, har några produkter med silver blandat i det aktiva kolet (Blaser *et al.* 2008). Dessutom har olika nanosilverprodukter använts som medel mot algutväxt i pooler i flera decennier (Nowack *et al.* 2011).

Enligt en förteckning över godkända leverantörer av silverbaserade vattenreningssystem i USA är tolv leverantörer av dricksvattenreningssystem registrerade av USEPA, godkända av Food and Drug Administration (FDA), listade av National Science Foundation (NSF) och godkända av Drug Administration (USDA). Härtill kommer sju leverantörer av pool- och spaprodukter, och kyltornsystem (USEPA-godkända, NSF-listade), och en leverantör av fluidreningssystem (SI 2010). Dessutom rapporterade Polygiene (tillverkare av silverbehandlingsprodukter) att en av deras ansökningar till USEPA har godkänts, men för närvarande inte utnyttjas i sådana system (von Uthmann 2011).

I vissa livsmedelsförpackningar utnyttjas biocidegenskaperna hos silver. Silver kan då ingå i ytbeläggningen, eller vara uppblandat med en polymer. Dessa och andra livsmedelshygieniska tillämpningar uppskattas förbruka avsevärt mindre än 28 ton Ag per år (GFMS 2011). Dessutom säljs silver-

haltigt gelatin i ett fåtal länder, för rengöring och desinficering av grönsaker (Silver 2003).

Slutligen, ett klipp från Washington Post om ett silverhaltigt desinfektionsmedel som säljs i USA och som presenteras som miljömässigt att föredra:

”Vissa mindre företag erbjuder dock produkter som uppfyller EPA-normer utan att tillgripa sådana ingredienser som en del miljöaktivister anser vara tvivelaktiga. Här kan nämnas natriumhypoklorit, fenoler och kvartära aminer, eller 'quats'. PureGreen24, för att ta ett exempel, har en aktiv ingrediens som består av silverjoner och citronsyra. Företaget hävdar att tillverkningsprocessen inte ger upphov till avfall eller biprodukter.” (Rastogi 2009)

Det anmärkningsvärda i sammanhanget är att en substans som betraktas som toxisk av en part kan betraktas som miljömässigt fördelaktig av en annan part.

3.1.3 Medicinsk, dental och hälsofrämjande användning

Silver har en lång historia av medicinsk tillämpning. Dess antibakteriella verkan är väl känd och även viss anti-viral verkan finns dokumenterad. Silver används för närvarande som antimikrobiell agent i brännskadesalvor, bandage för trauma och diabetiska sår, silverbelagda katetrar och medicintekniska produkter, dentalt amalgam och som en homeopatisk agent eller tillsats. Tandkräm och lotioner finns också i varianter med silverinnehåll (SI 2011).

Receptfria produkter och kosttillskott (ofta kolloidalt silver) säljs i stor utsträckning i livsmedels- och hälsokostbutiker världen över – en webbsökning visar en lång lista av produkter (Silver 2003). Dessa produkter har varit föremål för debatt både i Sverige (Jacobsson 2008) och utomlands (Silver 2003). Se en närmare beskrivning i Bilaga D.

3.1.4 Kosmetika och skönhetsprodukter

I en japansk studie identifieras nanosilver som ett bra konserveringsmedel och ett bra alternativ till andra konserveringsmedel i kosmetika (och eventuellt i läkemedel) på grund av dess antimikrobiella egenskaper och begränsade respons på UV-strålning (Kokura *et al.* 2010). Minst ett sådant konserveringsmedel säljs av Johnson Matthey Chemicals (Storbritannien) för användning i kosmetika och hygienartiklar (Silver 2003). Deodoranter med silverinnehåll har sålts i Sverige, men togs bort från marknaden (Holmer 2011) efter kritik från myndigheter, forskare och konsumenter (Guzikowski 2011). De kan dock fortfarande köpas i nätbutiker, som Amazon (Amazon.com 2011). Dock förekommer inte silver i kosmetika i Sverige enligt Kemisk Tekniska gruppen, en branschorganisation som stödjer den kosmetiska industrin i Sverige (Holmer 2011).

På världsmarknaden marknadsförs diverse skönhetsprodukter med tillsats av nanosilver på internet. Bland dessa kan nämnas produktlinjen Nano-ver, tillverkad i Sydkorea, och Simengdi Phyto Silver Cream (MadeInChina 2011).

3.1.5 Fotografi

Inom fotografi används silver (framställt som silvernitrat) i form av silverhalider (silverjoner i kombination med negativ jon från halogengruppen). Dessa är mycket ljuskänsliga och appliceras på filmen. Vid framkallning av film och papper reduceras de exponerade silverhaliderna till metalliskt silver. Enligt Silverinstitutet (2011) räcker 28 g silver till cirka 5 000 färgbilder.

Även om användningen av silverhalider inom fotografi har minskat under de senaste åren i och med ökande användning av digitalt foto förekommer de i stor omfattning inom röntgenteknik och i spelfilmsindustrin, på grund av kostnadseffektivitet och hög kvalitet (SI 2011).

Även om användningen av silver inom fotoframkallning minskar är fotoverksamhet fortfarande en av de största icke-industriella användarna av ickemetalliskt silver. Den totala globala användningen av silver inom fotografi uppskattades för 2010 till strax över 2000 ton (Klapwijk 2011).

3.1.6 Färger, konserveringsmedel och pigment

Silver används i vissa färger och pigment (Svenson *et al.* 2008). Silver har testats i färger som en extra biocid för målning av ytor i vattenverk. I en studie reducerade en silverbehandlad yta bakterietillväxt och förekomst av *Legionella pneumophila* mycket bättre än en liknande obehandlad yta, men bara i två veckor (Rogers *et al.* 1995). En annan studie visar att hushållsfärg med tillsats av nanosilver som ett miljövänligt alternativ med förmåga att minska både grampositiv och gramnegativ mikrobiell tillväxt (John *et al.* 2008). Användning av silver för sådana ändamål förväntas dock förbli marginell (GFMS 2011).

Silverinstitutet rapporterar en liten (5,7 ton), men ökande användning av silver i träkonserveringsmedel i sin rapport från mars 2011 (GFMS 2011). År 2003 höll en underkommitté i USA:s senat en utfrågning om möjligheterna att ersätta kopparbaserade träskyddsmedel med silverbaserade produkter. Det silverbaserade alternativet ansågs vara ett miljömässigt bättre alternativ till kromerade koppararsenater (CCA) som visat sig vara miljöskadliga (SI 2011). När en överenskommelse träffades om att fasa ut CCA fick silverbaserade alternativ, som kostar nästan tre gånger mer än andra alternativ, bara en bråkdel av marknaden. Åtgången uppskattas till 5,7 ton Ag per år (GFMS 2011).

”Radio Frequency Identification” (RFID), som kan användas som ett alternativ till statiska streckkoder, bygger på användningen av silverbläck (i form av silvernitrat) och beräknas globalt förbruka 28 till 56 ton silver per år (GFMS 2011). Dessutom anses silver vara ett lämpligt pigment för användning i vattenbaserade bläckstråletillämpningar (Magdassi *et al.* 2003), och nanosilver har förekommit i några kommersiella bläcktyper (GFMS 2011).

3.1.7 Alternativa biocid- och antidörprodukter

Triklisan och triklokarban är kemiska bekämpningsmedel som är kända för att vara farliga för miljön (och för människors hälsa när det gäller triklisan). Dessa produkter används i viss mån på den studerade marknaden (Adolfsson-Erici 2007). Fyra ton triklisan används enligt uppgift i Sverige

varje år, två ton i tandkräm och 0,3 ton i kosmetika och deodoranter, samt dokumenterad användning i textilier (Adolfsson-Erici 2007). Microban, en patenterad antibakteriell produkt som ibland innehåller triklosan² som aktiv ingrediens, har dokumenterats ingå i ett antal produkter på den svenska marknaden. Triklokarban används enligt uppgift i 85 % av antibakteriella tvålar i USA och förekommer även i vissa textilier (Adolfsson-Erici 2007).

Positivt laddade polymerer, generellt sett, kan fungera som mekaniska biocider, men ännu så länge verkar användningen vara begränsad. Laddade polymerer rapporteras endast förekomma experiment och utvecklingsprojekt enligt den svenska tekniktidningen *Ny Teknik* (Karlsson-Ottosson 2011). Dock erbjuder Adidas enligt uppgift produkter med en teknik som säljs under namnet, AEGIS (Meister 2011), tillgängliga på microbeshield.com.

Det finns också sprejer som tillverkas för att motverka doft och som konsumenten själv använder på önskade objekt. Förutom Polygienes silversprej finns det produkter som sprejen Stink-free med andra ingredienser (bensalkoniumklorid, cetrimoniumbromid, propylenglykol) (2toms 2011).

Det finns även några icke-biocidbaserade alternativ som försämrar förutsättningarna för kraftig biologisk tillväxt. Då det gäller textilier har vi ”wicking-effekten”, som går ut på att sprida fukt i syfte att minska tillväxten. Bambu, kokos och vissa former av hampa är kända för att ha dessa egenskaper (von Uthmann 2011). Tekniktidningen *Ny Teknik* rapporterade nyligen om nanokiselbeläggning som ska underlätta rengöring (von Schultz 2011).

3.2 Forskning och risker

Vilka faktorer påverkar silvers giftighet?

Vilka är de risker som dokumenterats i samband med silver?

Vilka kända och beräknade källor till silver i avloppsvatten och miljön finns?

Vad mer har forskningen visat inom detta område?

Genom att använda silversubstanser i de tillämpningar som nämns i föregående avsnitt lakas silverföreningar ut och hamnar i avloppsslam och miljö. Detta orsakar kända och mindre kända konsekvenser. Riskerna med silver för människors hälsa och för miljön beror av ett antal: typ av förening, kvantiteter och källor, samt silvrets inneboende toxicitet. Dessa aspekter diskuteras i detta avsnitt, utgående från dokumenterad forskning i ämnet. Kända aspekter på silverrelaterade risker diskuteras också.

3.2.1 Föreningstyper och toxicitet

Även om det kunde vara praktiskt att sammanfatta alla former av ickemetaliskt silver till en enda kategori anses typindelning vara avgörande för riskbedömning (se figur 3-2, nedan). En silverjon är en atom som har en elektron mindre än en vanlig silveratom, vilket betecknas Ag^+ . Nanosilver är Ag -partiklar som på minst en ledd är mindre än 100 nanometer (Luoma 2008).

² Microban är företagets och funktionens namn. Vilket ämne som ingår beror på användningen men Microban är inte transparent med sådan information.

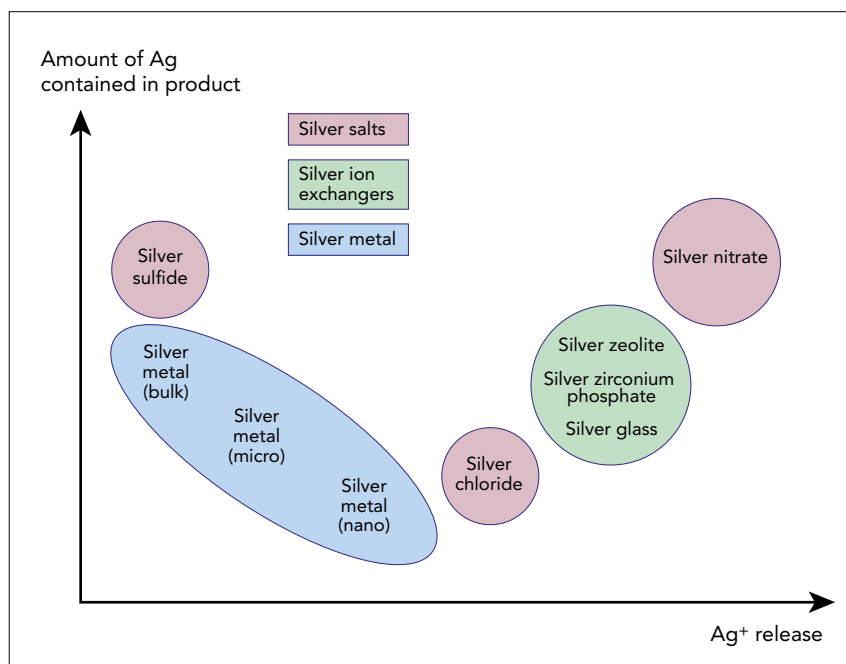
Kolloidalt silver innehåller både nanosilver och icke-nanosilver och betraktas som silverpartiklar (tvärsnittsbredd <1000 nm) (Luoma 2008). Silversalter är silverföreningar som silverklorid, silvernitrat och silversulfider, med olika förmåga att frigöra joner. Silver kan också användas i jonbytare. Det har då formen av en yta som avger joner, eller av fibrer, vilket helt enkelt är metalliskt silver i form av mycket tunna trådar (Nowack *et al.* 2011).

En allmän illustration av graden av jonfrigöring i förhållande till total mängd silver för olika silverföreningar ges i figur 3-2. Som framgår av figuren förmodas nanosilver frigöra stora mängder joner per viktenhet silver. Jonfrigöring från silversalter varierar mycket. Den är liten för silversulfid och betydande för silvernitrat.

Nanosilver anses allmänt vara den mest skadliga fysiska formen, eftersom den medför en stor yta som kan frigöra silverjoner (Ag^+). Det är fortfarande inte fastställt om nanosilver i sig är toxiskt, eller om bara frigjorda joner är det (Nowack *et al.* 2009). Nanosilver har visat sig finnas även i silverfibrer och i kolloidalt silver med större partiklar (Benn *et al.* 2008).

I laborietester har joniskt silver visat sig vara en av de mest toxiska metallerna för vattenlevande organismer (Svenson *et al.* 2008). Detta ligger till grund för teorin om ekotoxicitet (giftighet för ekosystem) hos silver, men dessa tester görs för att bedöma toxiciteten hos jonerna i sig själva, inte hos joner i verklig miljö. Den viktiga frågan är vilken faktisk verkan silver har i miljön. Det har dokumenterats att vatten och sediment förorenat med silver visar tydlig korrelation med skador på miljön. Under 1970- och 80-talet försvann vissa arter från lerbankar i San Francisco Bay samtidigt som industrins utsläpp visade mycket höga halter av koppar och silver.

På den tiden var silvernivåerna i lerbankarna 100 gånger koncentrationen i öppet vatten. Efter att striktare regler infördes och silverkoncentrationerna minskade återetablerade sig de försvunna arterna i området (SD 2005).



Figur 3-2 Silverutsläpp och mängden silver som krävs i olika silverbiocidprodukter (Nowack *et al.* 2011).

Trots fallet med potentiellt kroniska (långvariga) effekter i San Francisco Bay har ekotoxiciteten för silver huvudsakligen fastställts genom test av akut (kortvarig) toxicitet hos silver på organismer. Sådana test karakteriseras av korta exponeringstider, få arter och ingen exponering via föda (Luoma 2008). Eftersom test av verklig kronisk toxicitet kräver mycket större resurser och inte är lika lätta att kvantifiera (bedömning av subletala effekter snarare än att som vid akut toxicitet helt enkelt räkna dödsfall), finns det få resultat från test av kronisk toxicitet (Luoma 2008). Med tanke på att vissa arter av djurplankton hämmas i sin fortplantning när de konsumerar mat som förorenats av 50–100 ng/l silver och att konventionella test av akut toxicitet har visat en toxisk gräns för löst silver vid 10 000–40 000 ng/l kan dagens gränsvärden i USA diskuteras (Luoma 2008). Nanosilver har också visat sig ”orsaka förändringar i genuttryck och orsaka oxidativ skada på proteiner i daggmaskar som utsatts för relativt låga halter i mark” (Unrine 2010).

Andra studier nedvärderar riskerna med joner något och drar slutsatsen att de flesta partiklar binds av sulfider (och bildar salter av silversulfid) både i reningsverk och i miljön, vilket skulle göra silvret praktiskt taget ofarligt (Nowack *et al.* 2011). En annan studie ansluter sig till samma teori, och fastslår att ett initierat batchexperiment resulterade i att silvernanopartiklar omvandlades till silversulfid inom loppet av två timmar (Kaegi *et al.* 2011). Nowack drar slutsatsen att om silverinnehållet avlägsnas från avloppsvattnet till 90 %, som rapporterats av Kim *et al.* (2010), och om detta oftast sker i form av Ag₂S (silversulfid), skulle det nanosilver som nu används på konsumentmarknaden inte kunna bedömas vara mer skadligt än andra tillämpningar av silver (Nowack *et al.* 2011).

Även om de akuta riskerna med silver under normala miljöförhållanden allmänt anses vara minimala, rekommenderas viss försiktighet. Kronisk påverkan är i stort sett okänd och Luoma konstaterar att det var observationer i naturen, inte tester av akuttoxicitet, som gav de första indikationerna på negativa effekter av vissa toxiska ämnen som bly, kvicksilver, DDT och PCB (Luoma 2008).

3.2.2 Specifika riskområden

Silver anses utgöra en potentiell risk på flera sätt, inklusive dem som beskrivs i föregående avsnitt. Förutom försiktighet med nanopartiklar av silver diskuteras ofta närvaron av silver i biomull som används i jordbruket, silvrets tendens att bioackumuleras i organismer, verkan i reningsverk och potentialen att ge upphov till resistenta bakterier.

Bioackumulering (och nanopartiklar)

Bioackumulering anses vara en av de starkast bidragande faktorerna till risker med kvicksilver, DDT och PCB i miljön och anses även vara en viktig faktor vid bedömning av riskerna med vissa metaller.

Silver bioackumuleras snabbare än någon annan spårmetall. Föda svarar för 40–95 % av bioackumuleringen av silver i vissa organismer (Luoma 2008). Zhao och Wang (i Luoma 2008) konstaterade att över 70 % av ackumuleringen av nanosilver i *Daphnia magna* kommer från konsumtion av alger.

Bianchini och Wood (i Luoma 2008) fastställde 20 % dödlighet hos silverexponerade *Daphnia* jämfört med 0 % hos kontrollgruppen vid ett experiment utfört 2001 (Luoma 2008).

Användning av kontaminerat slam

Även om det är osannolikt att hälsorisker för människor uppstår på grund av silver i jordbruket är konsekvenserna av drastiskt förhöjda halter av silver i markmiljön okända. Detta sagt är silverackumulering en oönskad effekt, åtminstone för dem som arbetar i det svenska jordbruket och för en del välinformerade konsumenter (Finnson 2011). Denna studie motiveras delvis av denna risk, som har uttryckts även i andra sammanhang. Studier har gjorts för att påvisa bioackumulering hos organismer som utsätts för metaller, bland annat koppar och guld. Om denna ackumulering har någon verkan, och i så fall vilken, är okänt. Därför är det motiverat med det arbete som REVAQ utför (Finnson 2011).

Inverkan på avloppsvatten

Inverkan på avloppsvatten handlar främst om effekter av nanosilver på de nitrifikationsbakterier som ingår i avloppsreningsprocessen. Choi och Hu (2008) rapporterar en tendens hos nanosilver, särskilt med storlek 5 nm eller mindre, att hämma nitrifikationsbakterier. De flesta silverjoner som frigörs är dock större än så (Choi och Hu 2008). Benn *et al.* (2008) noterade också en hämmande verkan hos nanosilver vid koncentrationer så låga som 0,14 µg/l (Benn *et al.* 2008). Senare studier har visat att silver binds i form av silversulfider i avloppsreningsverk, och detta minskar rimligtvis risken för hämning av nitrifikationsbakterier (Kim *et al.* 2010).

Resistens hos bakterier och antibiotika

Den första dokumentationen av bakterier resistenta mot silver rapporterades år 1969 (SBU 2010). Senare studier har visat resistens mot silver både hos bakterier i kontakt med människor och hos bakterier i naturen. En studie visade att 10 procent av de studerade tarmbakterierna bar silverresistensgener. Silver *et al.* rapporterade att 10 av 70 bakterieprover från ett sjukhus (från katetrar och andra silverexponerade objekt) hade påvisbara silver (sil) gener, det vill säga de hade blivit genetiskt modifierade av silver (Silver 2003). Resistens mot silverbehandlade brännskadeförband har också rapporterats (Luoma 2008).

Bakteriell resistens mot silver är bevisad, men är inte alarmerande i sig, eftersom bakterier kan vara resistenta mot många olika ämnen. Frågan av störst intresse är om den dokumenterade resistensen mot silver direkt kan relateras till antibiotikaresistens. Silverresistensgener och antibiotikaresistens ligger på samma plasmid (mini-kromosom) och utbyte av genetiskt material för att främja resistens är teoretiskt möjligt. Dessutom har resistens mot desinfektionsmedel varit kopplad till resistens mot antibiotika, varför ett liknande förhållande mellan silverresistens och resistens mot antibiotika är tänkbart (Silver 2003). Dock har inget sådant samband bevisats ännu (SBU 2010).

Risk för människors hälsa

Två potentiella risker (utöver de indirekta risker som är relaterade till vad som beskrivits ovan) för människors hälsa noterades: effekter på arvs massa och argyria. Ytterst lite har forskats om hur nanosilver kan påverka arvs massan (Yang *et al.* 2009) och vetenskapen om effekter på DNA är teoretisk. Argyria är den enda dokumenterade direkta verkan på människor. Argyria är ett mycket sällsynt irreversibelt tillstånd som gör en människas hud blågrå när silver droppas på huden (Svenson *et al.* 2008). Effekten har bara dokumenterats på personer som har konsumerat extrema mängder silver, oftast i form av kolloidalt silver (Svenson *et al.* 2008).

När det gäller direkta effekter av antibakteriella silverprodukter i kontakt med huden är det särskilt en studie som har fokuserat på verkan av silverbehandlade kläder på hudens hälsotillstånd och på hudytans organiska liv (bakterier etc.). Ingen verkan konstaterades av denna studie (HI 2011).

3.2.3 Källor till silver i miljön

Silver frigörs från ett antal produkter medan de används, och via vatten och luftföroreningar från många industriella processer. De högsta halterna som någonsin registrerats i öppet hav mättes utanför USA:s norra Stilla-havskust och tros vara kopplade till luftföroreningar från Kina (Science Daily 2005). En liknande typ av luftburen spridning till mark och dagvatten nämndes i en publikation från Naturvårdsverket 1997 (NV 2002).

Utsläpp i vatten tros i huvudsak härröra från fotoframkallning, vattenrening och från tandamalgam. Dessa källor minskar i omfattning, men bör inte förbigås. En studie från 2001 visade att silverhalterna i avloppsvatten var större än i gråvatten. Detta kan möjligen peka på tandamalgam som en betydande källa (NV 2002). Dessutom nämner forskningschefen för Gryaab, Ann Mattsson, att reningsverken anser att gamla rör från tidigare läkar- och tandläkarmottagningar är en potentiell källa till silverläckage (Mattsson 2011).

Nanosilver har i sig självt fått stor uppmärksamhet. Muellers och Nowacks modellering av potentiella källor till nanosilver bygger på en grov uppskattning (snarast en kvalificerad gissning) att världens nanosilverproduktion uppgår till 500 ton per år (Nowack *et al.* 2008). Tabell 1 sammanfattar några resultat och visar att färger (35 %) och kosmetika (25 %) står för större delen av de totala utsläppen av nanosilver. Dock spelar även *typen* av utsläpp roll. Till exempel går 50 % av all färg till avfallsanläggningar, vilket kan betraktas som mer fördelaktigt än andra källor, som kosmetika och textilier, som tillåter silver att gå direkt ut i avloppsvatten och miljö.

Mängden nanopartikelutsläpp (däribland av silver) som en vara ger upphov till beror på många faktorer. Exempel är hur stor mängd som från början ingick i en vara, hur nanopartiklarna tillverkas och används, varans livslängd och hur den används. En modellering av olika produkter utförd av Nowack *et al.* (2008) visar att den viktigaste produkten i detta sammanhang, textilier, släpper ut 85 % av silvret som upplösta joner, samt att informationen om i vilken form och när silvret släpps ut, är avgörande för att fastställa slutliga effekter.

En studie av silver i plaster och textilier av Blaser (2008) bekräftar i viss mån dessa resultat. Blaser uppskattade att biocidprodukter av plast och textil står för mellan 0,3 % och 15 % av det silver som totalt släpptes ut till vatten drag i Europa under 2010. En tabell som sammanfattar dessa resultat visas i Bilaga E.

Medan studierna ovan uppskattar nuvarande silverutsläpp, innefattade en modellering av Arvidsson (2010) även framtida utsläpp. Studien, genomförd på Chalmers tekniska högskola, visar på textilier som den potentiellt största orsaken till utsläpp av Ag-nanopartiklar i framtiden (Arvidsson *et al.* 2010).

Textilier som utsläppskälla

Textilier som källa till utsläpp av silver är hett debatterad. Åtminstone några studier har särskilt fokuserat på silver i textilier, samt hur och hur snabbt detta silver frigörs. Benn och Westerhoff (2008) har undersökt nanosilverutsläpp från strumptyger. Arbetet visade att mängden silver i strumpor varierar avsevärt, från 0,9 till över 1300 µg Ag per gram socka och att variationen i utsläpp vid tvätt är i samma storlek – men inte nödvändigtvis i proportion till mängden ingående silver (se även Bilaga E).

I en annan studie, utförd av Nowack *et al.* 2009, testades nio olika tyger under olika tvättförhållanden, nämligen vid pH 7 och 10, med eller utan tillsats av oxidationsmedel. Tygerna konstaterades frigöra silver i mycket olika hastighet och i olika proportioner (baserat på Ag-partikelstorlek). Mellan 1,3 och 35 % av ingående silver i olika strumpor frigjordes under den första tvätten. Även om den procentuella mängden var förmånlig för X-static (som innehåller silvertrådar), var den faktiska mängden stor jämfört med andra tyger (Nowack *et al.* 2009). Resultaten för frigöring av silver från strumpor (från 0,3 till 377 µg/g) var högre än Benn och Westerhoff noterade (1–68 µg/g). Detta ansågs bero på att Benn och Westerhoff experimenterade med destillerat vatten och mild agitation. Alla tyger frigjorde mindre silver under andra tvätten. Det visade sig, mot förmodan, att oxidanter (blekmedel och andra tensider) inte hade någon större inverkan på storleken på silverpartiklarna eller på hur mycket som frigjordes (Nowack *et al.* 2009). Vidare visade det sig att det mesta silvret vid tvätt av textilier frigörs i form av partiklar större än 450 nm, det vill säga som kolloidalt silver. En viktig slutsats från studien var att tillverkningsprocessen *hur* silver appliceras på textilmaterialet, är avgörande för slutresultatet och relaterade risker (Nowack *et al.* 2009).

Ett annat tvättexperiment presenterades i en rapport från 2009, från textillaboratoriet SWEREA IVF, distribuerad av miljöförvaltningen i Göteborg. Rapporten redovisade förlust av silver från 4 plagg under 10 tvättar. För en strumpa (Falke Family) minskade frigöringen från 2,9 mg/kg till 0,01 mg/kg Ag, vilket motsvarar en förlust på över 99 % Ag. Det minsta procentuella läckaget var 8 %, noterat för strumpmärket SilverNODOR X. Strumpans silverinnehåll minskade från 1 310 mg/kg till 1 210 mg/kg Ag (Hjärtnäs 2009).

Uppskattningarna som presenteras ovan visar två saker: Alla silverbehandlade produkter är inte lika, och större delen av det silver som frigörs från produkterna är i partikulär form, vilket anses vara mindre toxiskt för organismer än silverjoner.

Naturlig förekomst

En sista fråga som gäller källor till silverläckage till miljön är en studie som presenterades 2011, som visar att nanosilver kan produceras i miljön i närvaro av humussyror, genom reduktion av i naturen förekommande silverjoner. Detta innebär att inte allt nanosilver som observerats i akvatiska miljöer har antropogent ursprung (Akaighe *et al.* 2011).

3.2.3 Forskningssammanfattning

Sammanfattningsvis är riskerna relaterade till silver i miljön inte helt klarlagda och de är omdebatterade. Vissa modeller anger att silver som används i textilier och hygien endast står för en liten mängd föroreningar. Mueller-Nowack-modellen visar däremot att sådant silver troligen är den mest spridda föroreningskällan.

Dessutom visar litteraturen både samstämmigheter och skillnader i publicerade resultat och vetenskapliga åsikter. Följande punkter är forskarna i allmänhet överens om.

1. Fler studier bör göras för att fastställa den verkliga risken.
2. Silverjoner har antibakteriella egenskaper.
3. Nanosilver kan kräva ytterligare försiktighet.
4. Silverresistenta bakterier existerar.
5. Silverjoner har potential att påverka levande varelser.
6. Silver har använts under många år som ett antibakteriellt medel.
7. De direkta riskerna för människor är minimala (även om inverkan på DNA inte helt har utforskats). Argyria är mycket sällsynt.

På följande områden går forskarnas åsikter isär.

1. I vilken grad silver binds som silversulfid i avloppsreningsverken, vilket i sin tur avgör i vilken utsträckning processerna i verken påverkas.
2. Hur ekosystemen påverkas av silverutsläpp.
3. I vilken grad silverresistens kan leda till antibiotikaresistens och användningen av silver därmed utgör en risk i det avseendet.

3.3 Regulatoriskt klimat

Vilka lagar och förordningar är relevanta för silver i konsumentprodukter?

Vad gör myndigheter med avseende på silver?

Även om denna studie fokuserar på frågan i Sverige är förståelse för hur frågan hanteras i andra länder också viktig. Framgång och genomslag för konsumentprodukter (särskilt nya sådana) kräver ofta en bred marknad (eventuellt global) och miljölagstiftning tenderar att spridas över gränser. Därför har väsentlig regulatorisk verksamhet, i USA och Europa inkluderats i studien.

3.3.1 Utanför Sverige

Naturvårdsverket i USA (USEPA) listade silver bland prioriterade föroreningar 1977, i samband med Clean Water Act, som etablerade gränsvärden

för utsläpp i vattendrag (Luoma 2008). USEPA har auktoritet också genom att antimikrobiella medel anses vara bekämpningsmedel och därför omfattas av the Federal Insecticide, Fungicide & Rodenticide Act (FIFRA). Silver måste alltså registreras och regleras som bekämpningsmedel (USEPA 1993).

Luoma konstaterar att det är svårt att veta i vilken utsträckning USEPA kommer att använda FIFRA för att reglera nanosilver. Han noterar att USEPA betraktar tvättmaskinen Samsung Silver Wash som en maskin, inte som ett bekämpningsmedel, men därefter upphäver detta beslut och istället kräver att maskinen måste registreras som ett bekämpningsmedel (Luoma 2008). Detta prejudikat kan indikera en tendens att betrakta produkter behandlade med bekämpningsmedel som bekämpningsmedel i sig själva.

Enligt Luoma, som är amerikan, är de flesta av dagens vattenkriterier främst baserade på akut silvertoxicitet för organismer. Vattenkvalitetsnivåer för kronisk exponering har inte ens föreslagits av USEPA (Luoma 2008). Icke desto mindre har den amerikanska miljöförvaltningsmyndigheten fastställt kriterier för ytvattenkvalitet som tillåter mycket höga silverkoncentrationer (1 920–3 200 ng/l), högre än de kraftigaste silverföroreningar som någonsin dokumenterats (Luoma 2008). Detta trots ett USEPA-dokument från 1993 som framhåller att ”data om akut toxicitet visar att silver är mycket giftigt för fisk, vattenlevande ryggradslösa djur och flodmynningsorganismer” (USEPA 1993). Europeiska unionen listar inte heller silver bland sina 33 ”prioriterade farliga förorenande ämnen” (Luoma 2008). Inte heller anger EU:s olika direktiv om avloppsslam (till exempel direktiv 86/278/EEG) några gränsvärden för silver (NV 2002).

Lagstiftande myndigheter har dock uppmärksammat den växande marknaden och potentiella risker med silver. USEPA har börjat titta närmare på silver och har bland annat inlett undersökningen *Nanomaterial Case Study: Nanoscale Silver in Disinfectant Spray*. Resultaten från den undersökningen finns ännu så länge bara i form av ett utkast för extern granskning och kan därför inte citeras, men har studerats av författarna.

Viktigare är EU:s biociddirektiv som kräver att alla biocider är granskade och godkända senast den 14 maj 2014 (EC 2007). Bland ämnena på den listan finner vi bland annat nedanstående silverföreningar, som Svenska Kemikalieinspektionen (KemI) har fått ansvar som rapportör för: disilveroxid, silverklorid, silvernitrat, silverzeolit, silver-natriumväte-zirkonfosfat och aluminiumnatriumsilikat-silverkomplex/silverzeolit (EC 2007). Mera om KemI:s ansvar diskuteras i avsnittet *Aktörer*. Det bör noteras att om ett ämne och dess tillämpning regleras i biociddirektivet gäller inte REACH (Stephoe & Johnson 2009).

Möjligen med tanke på denna förestående ”dom” har Tyska federala institutet för riskbedömning (BfR) rekommenderat tillverkarna att avstå från användning av nanosilver i konsumentprodukter tills risken är fullständigt utredd (Nichol 2010).

Det har även funnits ett särskilt fokus på kosmetika. Från och med 2013 kommer EU att kräva av alla tillverkare att de redovisar användningen av nanomaterial i kosmetika (Nichol 2010). Andra regulatoriska åtgärder med anknytning till kosmetika i Kanada och USA listas i Bilaga F.

Slutligen kräver ett EU-direktiv om kosttillskott att sådana tillskott ska vara testade och dokumenterat nyttiga för att få säljas som kosttillskott (EC 2002). Liknande regler finns i USA. Dessa föreskrifter har resulterat i att vissa återförsäljare av kolloidalt silver inte längre säljer sina produkter som kosttillskott utan som desinfektionsmedel, vilka i Sverige har Kemikalieinspektionen (KemI) som tillsynsmyndighet (Sultan 2011).

3.3.2 Sverige

Trots att all EU-lagstiftning som nämns ovan gäller även för Sverige, finns det en aspekt som är av särskild vikt i Sverige: ett åtagande att återföra fosfor till jordbruket. Det finns därmed ett intresse för att lägga behandlat slam på åkermark och på samma gång minimera och övervaka föroreningarna.

NV har rekommenderat gränser för föroreningshalt i slam som är lägre än de som anges i EU:s slamdirektiv (1986, inkluderar inte silver). Slamcertifieringssystemet REVAQ etablerades 2008 av Svenskt Vatten, LRF (Lantbrukarnas Riksförbund), Lantmännen, Svensk Dagligvaruhandel och i samarbete med Naturvårdsverket. I detta har senare tagits in rekommendationer som fastställts av NV och en av NV utvecklad handlingsplan för återföring av fosfor 2002 (NV 2002). Innan 2002 års handlingsplan rekommenderade NV inte några Ag-gränser (NV 2002).

REVAQ-systemet är direkt motiverat av två av de sexton svenska nationella miljömålen: "Giftfri miljö" och "God bebyggd miljö". Det första målet som nämns här pekar specifikt på ett antal aktiviteter som ska förbättra transparensen för miljöegenskaper i leveranskedjan (NV 2004). Det andra målet innehåller specifikationen att 60 % av allt fosfor i avloppsvatten ska återföras till jordbruket (vilket kan jämföras med 2000 års uppskattning på 21 %) (NV 2002).

Med insikt om att den nuvarande metoden att återföra fosfor till jordbruket (som krävs i 60 %-målet) är användning av slam som innehåller fosfor och föroreningar (behandlas i målet "Giftfri miljö"), har NV rekommenderas ett månggenerationsperspektiv – en 500-årsackumuleringsgräns, som ska uppnås för alla ämnen 2025. För de ämnen som bedöms fördubblas i koncentration på kortare tid än 500 år (silver är ett av dessa) rekommenderas reglering eller övervakning (NV 2002). NV föreslår att den tillåtna koncentrationen av silver i slam kontinuerligt minskas (liksom tillåten mängd Ag per ytenhet och år), till dess att 500-årsgränsen understigs (NV 2002).

Sammanfattningsvis har lagstiftarnas uppmärksamhet på silver ökat i både EU och USA under de senaste åren. EU:s biociddirektiv är förmodligen det mest relevanta pågående lagstiftningsarbetet. Det skulle kunna få stora konsekvenser för silver inom textil- och hygienmarknaden. USEPA har identifierat silver som en fokuskomponent i den pågående säkerhetsbedömningen av slam, men till skillnad mot vad som är fallet i Sverige har inga åtgärder vidtagits. Dessutom finns det intresse för nanoteknik och dess eventuella risker (inklusive nanosilver) hos myndigheter i både EU och USA.

Olika svenska myndigheter och deras positioner i denna fråga diskuteras i nästa avsnitt, *Aktörpositioner*.

3.4 Aktörspositioner

Vilka åsikter har olika aktörer och hur agerar de i saken?

Anser aktörerna att silverbehandlade produkter och deras funktion är till nytta?

Hur väger aktörerna fördelar mot risker och hur de motiverar de sina åtgärder?

Den fjärde och sista delen av denna studie handlade om att identifiera aktörer och höra deras åsikter i ämnet. Fem grupper valdes ut: myndigheter/lagstiftare, icke-statliga organisationer, industriella aktörer inklusive industriella grupper, experter och konsumenter.

3.4.1 Myndigheter

Kemikalieinspektionen (KemI), Konsumentverket (KO), Livsmedelsverket (LV), Läkemedelsverket, Naturvårdsverket (NV) och Göteborgs miljöförvaltning (GMF) intervjuades muntligen och via e-post (NV endast e-post). Information söktes även på offentliga webbplatser och publikationer från dessa myndigheter. Generellt konstaterades att inga enskilda medarbetare vid någon myndighet uttryckte sig utanför ramen för respektive organisations offentliga mål och strategier.

Följande intresseområden var gemensamma för dessa organisationer:

1. Att skydda konsumenter från farliga produkter eller falska påståenden om produkternas funktion eller andra egenskaper.
2. Arbeta för att uppnå fastställda miljömål.

KO:s främsta syfte och verksamhetsidé omfattar den första av dessa idéer. Marknadsföringslagen fungerar som ett rättsligt verktyg, med vilket myndigheten kan skydda konsumenterna mot falska påståenden (Suserud 2011). Dock agerar detta organ oftast som reaktion på propåer från konsumenter (eller andra aktörer). Därför kan det, så länge ingen reagerar och kontaktar KO, hända att många produkter marknadsförs utanför gränserna för sina bevisade egenskaper.

Ett intressant exempel är en produkt som kallas "Ionsil", en tablett med kolloidalt silver som förr såldes som ett kosttillskott. Som nämnts tidigare får kosttillskott som inte uttryckligen visat sig uppfylla hävdade funktioner inte längre säljas som kosttillskott. Ionsil är en sådan produkt som därför numera säljs som "vattendesinfektionsmedel". På webbplatsen för Ion Silver (tillverkare av Ionsil) anger produktbeskrivningen att produkten (på grund av orimliga EU-direktiv) nu är ett desinfektionsmedel, men är samma produkt som såldes som ett kosttillskott i många år. På frågan om det sättet att marknadsföra en produkt är lagligt svarade KO:s representant och juridiske expert, Martin Suserud, att denna typ av marknadsföring faller i gråzonen och att det skulle kräva ytterligare granskning för att fatta ett beslut i frågan (Suserud 2011).

När det gäller generella påståenden om produkter bekräftade Suserud att tillverkare och marknadsförare bär bevisbördan när det gäller påståenden om miljövänlighet eller liknande (Suserud 2011). Ett antal klagomål rörande misstänkt märkning har lämnats in. Ett klagomål (KO-anmälan)

som lämnades in av Kemisk-tekniska leverantörsförbundet (KTF) hänvisade till en icke-svensk tillverkares misstänkta märkning av vissa bekämpningsmedel och den orättvisa fördel detta ger tillverkaren (Melvås 2010). Dessutom väckte Svenskt Vatten och Svenska Naturskyddsföreningen (SNF) under 2010 talan mot tillverkaren Polygiene rörande vilseledande marknadsföring av en av företagets silverbiocidprodukter (Karlsson 2010). Dessa är bara ett fåtal av flera relevanta exempel.

Om vi går vidare till Livsmedelsverkets och Läkemedelsverkets primära ansvar är det att skydda konsumenterna genom att säkerställa att produkttillverkare kan bevisa sina produkters säkerhet och effektivitet (SLV 2011) (LV2011). Både Livsmedelsverket och Läkemedelsverket har deltagit i granskningen av silvermarknaden, inklusive både silverbehandlade medicinska produkter och kolloidalt silver (tidigare sålt som kosttillskott). På Livsmedelsverkets webbplats anges verkets skäl för att avråda från användning av Ionsil och kolloidala silverprodukter. Skälen är brist på bevis för att produkterna gör nytta, samt diskussionen om antibiotikaresistens (SLV 2011). Läkemedelsverket kritiserade marknadsföringen av Ionsil, som framställde produkten som motverkande olika krämpor och sjukdomar (Jacobsson 2008).

Den enda produkten av aktuell typ som i en intervju framhölls som relevant för livsmedels- och läkemedelssektorn var silver i konfekt. En företrädare för Livsmedelsverket bekräftade att den traditionella användningen av silver i sötsaker, vanligtvis som en dekoration, inte är reglerad. Såvitt han visste har inga försök gjorts att begränsa silveranvändning i detta sammanhang. Mängden anses vara ytterst liten och silvret är metalliskt (Ilbäck 2011).

NV och GMF ansvarar för att driva miljöarbetet inom sina respektive ansvarsområden. NV ansvarar för tillsynen av de nationella miljömålen. Med särskilt hänseende till 60 %-målet och med hänsyn till REVAQ-certifieringen har myndigheten rekommenderat sänkta maxgränser för koncentrationen av silver (och andra föroreningar) i slam som läggs på åkermark (NV 2010).

En potentiell konflikt mellan miljömålen är ironiskt nog att även om användning av slam som gödsel är ett bra sätt att återföra fosfor, kan användningen av slam stå i konflikt med miljömålet "giftfri miljö", på grund av föroreningar i det. Martin Holm vid NV förklarade dock att detta inte är en direkt konflikt och att målet med 60 % återföring av fosfor kan uppfyllas utan användning av slam. Han nämnde att förbränning av slam och återvinning av fosfor från askan också är en möjlig väg. Därför kan man, åtminstone teoretiskt, både vara mot användning av slam och för 60 %-målet för fosfor (Holm 2011).

Victoria Lind Magnusson, representant för GMF som i första hand arbetar för att nå målet "Giftfritt Göteborg", visade att de egna insatserna är inriktade mot allmän användning och spridning av en stor mängd toxiner, men sällan mot något specifikt toxin (Magnusson 2011). Däremot publicerade GMF en rapport med titeln "Analys av kemikalier i varor", R2009:8), som en del av projektet "Giftfritt Göteborg" (Magnusson 2011). Denna rapport innehåller ett avsnitt om silver som refererar till textillaboratoriets SWEREA IVF utredning om silver i textilier (se även avsnittet *Källor till silver i miljön*, s. 25) (GMF 2009).

Den myndighet som kanske har mest inflytande i frågan om silver som biocid är Kemikalieinspektionen (KemI). Nedan följer en mer grundlig dokumentation, med insikter som erhållits under en intervju med Ulrike Frank från KemI.

Kemikalieinspektionen är den svenska behöriga myndigheten för REACH och för biociddirektivet (98/8/EG) som fastställts av EU. Biociddirektivet kommer att träda i full kraft 2014 (KemI 2011). REACH utesluter i regel ämnen som redan regleras effektivt av andra lagar (Steptoe & Johnson 2009).

Kemikalieinspektionen har tilldelats ansvar av Europeiska gemenskapen att vara rapportör för flera silverföreningar inom ramen för granskningsprogrammet till biociddirektivet (KemI 2011). I ansvaret ingår att bedöma risken för människors hälsa och för miljön, från biocidprodukter som innehåller silversubstanser i syfte att ha antimikrobiell verkan. Mer specifikt handlar det om att granska dokumentation i ansökningar från olika tillverkare av silverbiocider.

Myndigheten ska granska produkter och tillämpningar och:

1. utvärdera risker relaterade till den aktiva substansen i fråga.
2. utvärdera risker relaterade till biocidprodukten, som innehåller den aktiva substansen.
3. ta fram en rapport med rekommendationer om huruvida det verkssamma ämnet skall ingå i Bilaga 1 (aktiva substanser). Är en specifik silverförening godkänd som verksamt ämne i biocidprodukter? Myndighetens utvärdering och rekommendationer kommer att användas av EU-kommissionen för att fatta slutgiltiga beslut. Om en viss förening har tagits upp i Bilaga 1 kommer biocider med föreningen som aktiv ingrediens att kräva godkännande innan de släpps ut på marknaden. Sådant godkännande kan gälla i högst 10 år (Frank 2011).

För närvarande är det bara kemiska ämnen med biocidegenskaper, inte föremål (till exempel klädesplagg) med biocidfunktion, som betraktas som biocidprodukter i Sverige. Sådana föremål regleras alltså inte som biocider. EU:s medlemsstater är inte överens på denna punkt (Frank 2011). Användningen av en biocidprodukt i ett behandlat föremål är helt avgörande för riskbedömningen. I den översyn av biociddirektivet som nu pågår är en av avsikterna att tydligare reglera användningen av biocider i behandlade artiklar (Frank 2011). Som KemI skriver på sin webbplats, "Miljöpåverkan från silverbehandlad textil som tvättas regelbundet är säkerligen större än från ett kylskåp med silverbeläggning som torkas av sällan och med mycket mindre mängder vatten" (KemI 2011). På motsvarande sätt kan förutsättningarna för (till exempel) ansökan om en bänk utomhus vara helt annorlunda än en ansökan som avser innersulan i en sko (Frank 2011). Detta på grund av att varje tillämpning innebär olika kontakt med vattenkällor och miljö och därmed ger upphov till olika spridningsvägar för det silver som ingår i produkten.

Fram till dess att den europeiska utvärderingsprocessen (för den aktiva substansen) är klar kan de biocidprodukter som redan används som desin-

fektionsmedel och konserveringsmedel marknadsförs i Sverige utan tillstånd (Frank 2011; KemI 2011). Efter beslut om listning (som innebär att ämnen och föreningar ska regleras på något specifikt sätt) följer beslut nationellt för varje enskild produkt eller tillämpning (från fall till fall). Därefter kan medlemsstater välja att acceptera andra medlemsstaters godkännande så snart processen har avslutats i en EU-medlemsstat (Frank 2011).

Biociddirektivet kommer troligen att få inverkan på biocidmarknaden, åtminstone då det gäller mindre tillverkare. Ansökningsprocessen är resurskrävande och kräver grundlighet. Den kan därför vara svår att genomföra för mindre resursstarka aktörer på marknaden (Booker 2008; Frank 2011). Dock förekommer ett visst samarbete mellan företag, och detta samarbete bör vara resursbesparande (Frank 2011), om än kanske mest för stora koncerner (Booker 2008).

KemI konstaterar att vissa behandlade produkter med silver som verkamt ämne inte är transparenta i märkningen (framför allt är det oklart vilken biocid eller aktiv substans som används) och att en del produkter marknadsförs som "miljövänliga" trots att marknadsföraren saknar bevis på deras "vänlighet" (KemI 2011).

Diskussionen om silver som biocid är mer aktuell i Sverige än åtminstone i södra Europa. Frank noterade att regleringen av vissa kemikalier möjligen kan komma att debatteras kraftigt av vissa aktörer utanför Sverige, eftersom det där råder en generellt sett "slappare" inställning till silver, men att myndigheten inte tar någon hänsyn till sådana särintressen i sin granskning (Frank 2011).

Slutligen anser Frank att den metod som används för riskbedömning av dessa ämnen är begränsad eftersom den bortser från långsiktiga risker. Detta anses vara den mest begränsande faktorn i KemI:s uppgift. Det är okänt exakt när KemI kommer att vara beredda att ge sina rekommendationer till EU, men slutet av september är det preliminära målet (Frank 2011).

Sammanfattning

Svenska Kemikalieinspektionen (KemI) har tilldelats den uppgift som har störst potential att påverka användningen av silver som biocid i EU. Det bör understrykas att alla de kontaktade organisationer, att döma av intervjuerna, känner ansvar för sitt åtagande gentemot de nationella miljömålen och har initiativ som rör dessa.

Följande punkter är alla reglerande instanser överens om:

1. Tillverkarna måste vara tydliga inför konsumenterna om produkternas innehåll.
2. Tillverkarna ansvarar för att bevisa att en produkt uppfyller vad som hävdas, inte tvärtom.
3. Sveriges miljömål är viktiga och alla myndigheter måste samarbeta för att uppnå dem.

Alla myndigheter verkar definitionsmässigt för att uppnå de 16 nationella miljömålen. Därför räknas alla myndigheter som anhängare av målet att återföra 60 % fosfor till jordbruket, så länge detta inte uppenbart stör andra mål.

Men, som Martin Holm vid NV nämnt, även om spridning av slam och återföring av fosfor är två olika saker, har konflikten mellan metoden att använda slam för att uppnå 60 %-målet för fosfor och miljömålet ”giftfri miljö” diskuterats alldeles för lite (Holm 2011).

3.4.2 Icke-statliga organisationer

Följande icke-industriella organisationer har intervjuats och/eller gett synpunkter: Svenskt Vatten, Naturskyddsföreningen, Lantbrukarnas Riksförbund, Svensk Dagligvaruhandel, Det Naturliga Steget – Sverige, Greenpeace och Världsnaturfonden (WWF) (Greenpeace och WWF via e-post).

Svenskt Vatten

Svenskt Vattens och dess medlemmars synpunkter inhämtades via en telefondiskussion med Anders Finnson och möten (däribland en workshop) med Ann Mattsson och Lars Nordén vid medlemsföretaget Gryaab. Svenskt Vatten och dess medlemmar är drivande för uppströmsstudier, det vill säga studier av varifrån de föroreningar som når avloppsreningsverken kommer ifrån, och där är silver ett fokusämne. Nedgången av mängden silver i avloppsvatten har avtagit om inte till och med brutits. Det mål som satts för år 2025 motsvarar en uppskattad ackumulering på maximalt 0,2 % (Mattsson 2011).

Punktkällor till silver har identifierats och åtgärdats i hög grad. Därför betraktas spridd användning nu som ett lämpligt nästa mål. Huruvida anti-odörfunktionen är något som människor faktiskt vill ha eller behöver kan diskuteras, och silver i textilier betraktas som en viktig källa till silverföroreningar (Finnson 2011). Enligt Ann Mattsson vid Gryaab är silverkällan som brutit den minskande trenden inte säkert känd. Gamla rör, speciellt sådana från tandvårds- och sjukvårdsinrättningar, kan tänkas innehålla rester av silver från tidigare år (Mattsson 2011). Fotoframkallningsanläggningar är en annan kandidat (Finnson 2011).

Den enda nya, spridda silverkällan som konstaterats är silver i textilier och andra konsumentprodukter. Svenskt Vatten riktar därför sitt intresse mot detta segment (Mattsson 2011). Målet för silverintag (silverutsläpp) per person och år har satts till 17 mg (Mattsson 2011). Utsläpp från enskilda silverbehandlade plagg anses därför vara betydande, även med tanke på hela systemperspektivet (Finnson 2011), som får individuella utsläpp att framstå som försumbara. En enkel beräkning som sätter utsläppen i ett individuellt perspektiv utfördes av Gryaab, med hjälp av information från Haglöfs (kläder) och Polygiene (silverbehandling). Frigjord mängd beräknades (för 5 tvättar av 5 plagg behandlade med Polygiene) till 1,6 mg silver per år och person, motsvarande 9 % av den årligen tillåtna dosen (Mattsson 2011).

Finnson kommenterar att det stora systemperspektivet kan vara riskabelt. Om bara ett fåtal människor kör bilar med bränsleslukande V8-motorer (eller har tröjor som släpper silver till miljön) har det ingen stor inverkan på de totala utsläppen. Är det en bra ursäkt för att sälja och använda sådana fordon (eller att sälja sådana tröjor)? (Finnson 2011).

När ett argument om minskad tvättning som leder till mindre vatten och energiförbrukning nämns varnar Finnson också för att försöka uppfylla klimat- och energimål genom att öka risken för andra former av miljöpå-

verkan, till exempel genom ökad användning av kemikalier. Han anser att alla mål måste hanteras samtidigt – inte ett eller två åt gången. Som svar på idén att använda biocider för att minska tvättbehov och vattenanvändning nämner han att vatten finns det gott om i Sverige och att det finns andra sätt att hushålla med vatten, utan att använda gifter (Finnson 2011).

Finnson fick frågan om hur ett vattenfattigt land skulle se på möjligheten att låta sina medborgare minska tvättbehovet med hjälp av silverbehandlade kläder. Finnson sade att i ett land med vattenbrist bör man vara ännu mer försiktig med gifter. Det är inte rimligt att försöka spara vatten genom att förorena det lilla vatten man har (Finnson 2011). Inte heller en minskning av mängden kemikalier som rengöringsmedel skulle vara värd den risk ökad spridning av silver innebär. Enligt Finnson är dagens rengöringsmedel biologiskt nedbrytbara och mycket effektivare än för några år sedan. De flesta rengöringsmedel är miljömärkta med Svanen, Bra Miljöval eller liknande, och ska därmed vara både effektiva och nedbrytbara (Finnson 2011).

Två andra potentiella användningsområden för silver diskuterades också – ytbehandling och pooldesinfektion. Ytbehandlingar på utomhusytor medför direkta utsläpp i vattendrag, eftersom många dagvattensystem släpper ut orenat vatten. Silver för pooldesinfektion förmodas vara ovanligt i Sverige. Socialstyrelsen har för övrigt avrått från denna teknik eftersom den saknar verkan mot virus. Svenskt Vatten rekommenderar istället andra traditionella pooldesinfektionsmedel och långsamt utsläpp av poolvattnet till omgivningen, för naturlig filtrering och rening (Finnson 2011).

När det gäller antidörfunktionen anser Finnson att utmaningen ligger i att minska behovet av en sådan funktion. Han nämner merinoull som ett material med mindre tendens att lukta. Han hänvisar också till ett exempel: för att förhindra spridning av sjukdomar är det bättre att tvätta händerna än att belasta samhället med antimikrobiella medel. Dessutom ser han antidörfunktion som något som människor inte visste att de behövde förrän marknadsförarna började hävda det (Finnson 2011).

Som svar på en fråga om kvarstående punktkällor som kan ge kraftig silverförorening nämner han att punktkällor som enskilda fabriker är lätta att angripa, och att det finns effektiva lagar och metoder för att göra det. Men att ta itu med hundratusentals ”punktkällor” (hushåll) är en helt annan sak (Finnson 2011).

Beträffande det faktum att svenskt slam uppfyller NV:s slamriktlinje på 8 mg Ag/kg slam, säger Finnson att jordbrukssektorn inte är nöjd med den nu föreslagna silvernivån och den förutsedda ackumuleringen. Lägre koncentrationer av silver krävs för att uppfylla 500-års målet för ackumulering (som rekommenderas av NV). Detta mål förutsätter 0,2 % beräknad ackumulering per år, vilket kan jämföras med Ryaverkets 0,8 % per år (Finnson 2011).

Systerorganisationer till Svenskt vatten inom EU fokuserar allt mera på denna fråga, även om medborgarstödet för detta miljöarbete kanske inte är lika starkt i Europa som i Sverige. När Samsungs silverbehandlade tvättmaskiner drogs in från den svenska marknaden, lanserades de istället i Ungern. När det gäller bredare europeiskt stöd är EUREAU, som är den europeiska

motsvarigheten till Svenskt Vatten, mycket engagerad i uppströmsarbete inriktat på toxiner (Finnson 2011).

Då det gäller framtida lagstiftning med anknytning till frågan ses EU:s biociddirektiv som mycket viktigt. Dessutom granskar det svenska miljödepartementet för närvarande NV:s rekommendationer. Detta kan leda till hårdare regler (Finnson 2011).

Svenskt Vatten har varit en aktiv part i silverdebatten i Sverige. Svenskt Vatten och Naturskyddsföreningen (SNF) står bakom en debattartikel som direkt bestred silverbehandlingstillverkaren Polygienes ståndpunkt att silver i sulfidform är ofarligt och stabilt (detta var efter att de hade gjort en officiell anmälan till Konsumentverket). Lena Söderberg (Svenskt Vatten) och Mikael Karlsson (SNF) framhöll följande som svar på Polygienes replik (von Uthmann 2010) i Dagens Nyheter i augusti 2010:

”Polygiene hävdar att deras produkt omvandlas till silversulfid och därmed är miljöproblemen ur världen. Detta är inte sant. För det första bildas alltid en viss mängd silverjoner. För det andra kan silversulfider under tidens lopp omvandlas till andra silverformer. Effekterna av biologisk aktivitet och förändringar i pH gör att silver i till exempel sjöars bottensediment kommer att fortsätta att utgöra en miljörisk.”

(Söderberg 2010)

Medlemmarna är medvetna om att Svenskt Vattens ståndpunkt i denna fråga kanske inte är i linje med den hos liknande organisationer i Europa, men 60 %-målet och REVAQ ger frågan andra förutsättningar i Sverige (Mattsson 2011). Förutom frågan om vattentoxicitet, är detta en konsumentfråga. Jordbrukssektorn vill ha mindre förorenat slam och Svenskt Vatten vill ge den det (Finnson 2011). Svenskt Vatten motiveras av att man vill bidra till att uppnå 60 %-målet genom fortsatt REVAQ-certifiering. Slutligen, konstaterar Finnson, tillämpar Svenskt Vatten försiktighetsprincipen. Ju mindre man vet, desto försiktigare måste man vara (Finnson 2011).

Miljögrupper

Naturskyddsföreningen (SNF) är starkt inriktad på att öka konsumenternas medvetenhet. Föreningen ägnar stor uppmärksamhet åt miljöpåverkan relaterad till mode och kläder och har på ett tidigt stadium strävat efter att göra konsumenterna medvetna om silverfrågan (se brevvutdrag ovan). Silver är ett av oerhört många ämnen i konsumentprodukter. Även om SNF inte har resurser att specifikt ägna åt silverfrågan, ser Eiderström antidörfunktionen som en tvivelaktig användning av en ändlig resurs (Eiderström 2011).

Enligt e-postkorrespondens ser både Greenpeace och WWF silver i produkter som en relevant fråga, men de tilldelar den för närvarande inga resurser (Albertsen 2011; Tham 2011).

Lantbrukarnas Riksförbund (LRF)

Sunita Hallgren vid LRF ser silver som en av många aktuella jordbruksfrågor, och uppfattar tungmetaller i allmänhet samt läkemedelsprodukter som medlemmarnas största orosmoment (men inte silver specifikt). Detta avspeglas i ett tvåsidigt dokument – Spridning av avloppsslam i jordbruket

– så här ser LRF på frågan, där kadmium är den enda metallen som nämns specifikt (LRF 2010).

LRF:s medlemmar anses vara mycket känslig för konsumenternas åsikter. Eftersom LRF:s medlemmar har som yrke att förse konsumenter med säkra livsmedel anser de att slamkvalitet är av högsta vikt. Om konsumenterna plötsligt uppfattar riskerna med slam som höga kan användningen av biomull stoppas igen, så som hände 1989 och 1999 (Hallgren 2011). LRF betraktar dessa förbud mot biomull som nödvändiga, men samtidigt destruktiva för utvecklingen mot ett mer hållbart jordbruk (Hallgren 2011).

Förbundet har valt att ställa sig bakom arbetet med REVAQ-certifiering (LRF 2010; Hallgren 2011).

Svensk Dagligvaruhandel

Även om denna grupp aktörer kan betraktas som ”en del av industrin”, har Svensk dagligvaruhandel tagits med bland icke-statliga organisationer på grund av deras fokus på dagligvarumarknaden och deras engagemang i REVAQ. Per Baumann vid Svensk dagligvaruhandel intervjuades. Svensk dagligvaruhandels medlemmar representerar cirka 90 % av livsmedels- och dagligvarumarknaden i Sverige. Organisationen har tre anledningar att vara med i REVAQ (Baumann 2011):

1. Förtroende för REVAQ: Dagligvaruhandlarna ser REVAQ-systemet som ett bra system för kvalitetskontroll, med löfte om framtida förbättringar. Det är mycket bättre än det tidigare informella samarbetet. De ser att Svenskt Vatten och dess medlemmar gör stora ansträngningar i uppströmsarbetet.
2. Ledarskap inom användning och kvalitetskontroll av biomull: Kvalitetsstandarderna för biomull är inte lika strikta i andra europeiska länder. Organisationen främjar en revidering av EU:s biomulldirektiv som togs fram 1986.
3. Intresse för potentiella produktrelaterade föroreningar: Alla produkter som organisationens medlemmar säljer används i samhället och återvinns eller deponeras någon annanstans. Svensk dagligvaruhandel anser sig ha ett ansvar för att de produkter som medlemmarna säljer inte orsakar miljö- eller hälsoproblem. REVAQ är ett system som inte bara fyller funktionen att certifiera slam – det bidrar även till att övervaka föroreningar i samhället (Baumann 2011).

Baumann nämnde också vikten av att utvärdera risken med ett ämne, inte bara dess närvaro i slam (Baumann 2011). Som exempel visade han på fallet med linjär alkylbensensulfonat (LAS), som fick stor uppmärksamhet i Danmark på grund av hög halt i slam och bristande nedbrytbarhet i anaeroba miljöer, som just slam. LAS visade sig senare vara ganska nedbrytbart i aerob jord, vilket minskade den tillhörande risken betydligt. Detta visade att halten av ett visst ämne inte alltid ska betraktas som motsvarande faktisk risk, särskilt när det handlar om ett tillfällig medium som slam. Svensk dagligvaruhandel hoppas att EU kommer att revidera biomulldirektivet och utveckla det från att vara närvarobaserat till att bli mera riskbaserat (Baumann 2011).

Det Naturliga Steget

Richard Blume vid Det Naturliga Steget Sverige berättade om organisationens grundsyn och perspektiv. Det Naturliga Steget tillämpar fyra systemvillkor – vilka kan översättas till fyra hållbarhetsprinciper. Dessa principer ses som vägen till ett hållbart samhälle. Som framgår på webbplatsen: ”I det hållbara samhället utsätts inte naturen för systematisk koncentrationsökning av ämnen från berggrunden, koncentrationsökning av ämnen från samhällets produktion, undanträngning med fysiska metoder, och i det samhället hindras inte människor systematiskt från att tillgodose sina behov.” (TheNaturalStep 2011). Dessa fyra villkor anses vara de mekanismer genom vilka människor försämrar systemen som vi alla är beroende av (och beskriver alltså hur vi inte ska gå vidare) (Blume 2011). En jämförelse mellan konstgjorda flöden och naturliga flöden av material anses ge en grundläggande uppfattning om huruvida en verksamhet är förenlig med utvecklingen mot ett mer hållbart samhälle. Silver, liksom andra tungmetaller, ackumuleras snabbare än till exempel aluminium, som flyter naturligt och mycket snabbt genom systemet. Ackumulering i sig anses vara ett brott mot hållbarhetsprinciperna (Blume 2011).

Sammanfattning

Sammanfattningsvis är de icke-statliga organisationerna eniga om ett par saker:

1. Observera försiktighetsprincipen. Vi bör vara försiktiga med utbredd silveranvändning innan vi känner till mer om riskerna.
2. Byt inte ut en miljöpåverkan mot en annan. I detta fall skulle ökad livslängd för plagget och minskat tvättbehov (minskad förbrukning av vatten, kemikalier och textilier) ersättas med effekterna av ökad spridning av silver i miljön.

Andra specifika åsikter som nämnts anges nedan. De två sista anses mycket relevanta i debatten om silver som toxin och silverbehandlade textilier från ett livscykelperspektiv.

1. Bibehåll fokus på toxiner i allmänhet, inte bara på silver (SNF, Greenpeace, WWF).
2. Fokusera på silver per person (Svenskt Vatten).
3. Var försiktig med att anta att silversulfid är helt stabilt och därför ofarligt (Svenskt Vatten och SNF i debattartikel).
4. De fyra systemvillkoren är grunden för att bedöma konsekvenser av förändringar. Mänskliga aktiviteter som skapar obalans, till exempel ackumulering av ämnen i mark, anses vara ett brott mot principerna för hållbarhet (Det Naturliga Steget).
5. En livscykelanalys är ett praktiskt verktyg, men beroende på hur den utformas och genomförs kanske den inte beaktar långsiktiga aspekter, som ackumulering av ämnen i miljön och därav följande framtida konsekvenser (Det Naturliga Steget).

3.4.3 Industri

Industriella aktörer har sökts och dokumenteras enligt följande underkategorier av intresse.

1. Tillverkare av silverprodukter eller funktioner som beror av silver: tillverkare som erbjuder silverbehandlings- och liknande på marknaden.
2. Företag: främst företag som tillverkar och säljer kläder.
3. Certifieringsinstanser.

Silverprodukttillverkare

Utvecklare och tillverkare av silverprodukter kan sägas stå i centrum för debatten, eftersom det är de som främjar användningen av silverhaltiga produkter och funktioner. Tre etablerade företag inom denna kategori har kontaktats: Polygiene, HeiQ och Ion Silver (kolloidalt silver).

Ur dessa aktörers perspektiv finns det för närvarande inte tillräckligt starka bevis för att silverprodukter medför någon risk. Tvärtom är deras uppfattning att riskerna med deras produkter är försumbar i jämförelse med miljöriskerna från den redan sedan länge existerande silvermarknaden (fotografi, industriella processer). Dessutom påpekar de att silver förekommer i naturen i många olika former. De anser att mängden silver i dessa produkter är försumbar och att fördelarna med deras produkter uppväger den potentiella risken. Slutligen ser de sina marknader som nischmarknader med långsam och begränsad tillväxt.

Motsvarande allmänna åsikter förmedlas också i ett brev från Silver Nanotechnology Working Group (SNWG), en organisation som verkar för och representerar silverindustrin till USEPA. I brevet uppmanas miljömyndigheten att inte betrakta nanosilver som en ”nytt ämne” (Volpe 2010). I ett uttalande från SNWG avvisas också påståenden från Tyska federala institutet för riskbedömning (BfR), som avråder från användning av nanosilver i livsmedel och dagligvaror (SNWG 2011).

Ytterligare en silverprodukt är under lansering av Agsol. Agsol, tillsammans med Polygiene och HeiQ, anser att livscykelperspektivet är ett avgörande argument för deras produkters funktion. Det minskade behovet av städning och tvätt och det minskade produktslitaget anses minska miljöpåverkan under produktens användningsfas och öka dess livslängd (Hedlund 2011).

Polygiene (silversalter) och HeiQ (metalliskt silver) nämner också att silver i viss mån har ersatt triklosan, vilket kräver en mycket högre dosering för att uppnå samma effekt. De understryker även att deras produkter inte är nanosilver och att endast en minimal mängd silver lakas ur vid tvätt. Polygiene påpekar vidare att silver som biocid har utvecklats från att använda metalliska fibrer till mer avancerade och effektivare former, som silversalter (von Uthmann 2011).

Det finns också en känsla av att fokuseringen på silver är större i Sverige än någon annanstans. HeiQ (Schweiz) antydde att debatten i Sverige är mindre saklig än emotionell och att om frågan hanteras enligt vetenskapliga normer kommer silver att vara tillåtet även efter att EU:s biociddirektiv har trätt i full kraft (Skantze 2011).

När det gäller REVAQ och tillhörande konkreta mål, påpekar von Uthmann att slam idag uppfyller av NV rekommenderade maxgränser (8 mg Ag/kg slam) med bred marginal och att även en halvering av tillåtna värden lätt skulle uppfyllas. Dessutom nämner han och Ohlsson att ackumuleringsuppskattningarna baseras på kontinuerlig användning i år efter år – och att om slammet spreds mer strategiskt (över tid och område) skulle ackumuleringen inte bli lika stor (von Uthmann 2011).

Vidare tog Ion Silvers representant Anders Sultan upp frågan om hur stort problemet med silver är i jämförelse med andra föroreningar. Med hänvisning till nya tecken på att nanosilver kan produceras i närvaro av humussyror, konstaterade Sultan att silver är ett naturligt förekommande ämne och att:

”Vi bör i stället inrikta oss på att minska mängden syntetiska ämnen som naturen inte vet hur man hanterar. Jag talar om runt 100 000 konstgjorda kemikalier och förmodligen lika många substanser från läkemedelsindustrin som nu går rakt ut i naturen.” (Sultan 2011)

Som tidigare nämnts har Ionsil varit föremål för granskning i media. Ion Silver har arbetat aktivt för att behålla sin trovärdighet. Företaget stämde Livsmedelsverket och Läkemedelsverket för att ha ”spridit falsk information” om deras produkter i ett nyhetsprogram 2007. Företaget tilldömdes inget skadestånd (Justitiekanslern 2010).

Engagemanget för silver är inte totalt enligt en av de intervjuade. Polygiene hävdade att antidörfunktionen (antibakteriell funktion) är vad deras företag erbjuder, och att silver för närvarande är den bästa tekniska lösningen. De fortsätter att leta efter förbättringar (i funktion och process) och alternativ som kan ersätta eller förstärka (tänk hybridlösning) funktionen (von Uthmann 2011).

Polygiene försvarade också antidörfunktionen och anser att konsumenternas efterfrågan är bevisad. Polygiene ser inte antidörmarknaden bara som något som har tvingats på konsumenterna. Företaget hänvisar till en konsumentstudie, utförd på deras uppdrag, som visar att över 50 % av kunderna är villiga att betala extra för luktfria kläder, att 90 % av de tillfrågade säger att lukt minskar deras självförtroende och att 30 % av de tillfrågade har kasserat plagg på grund av lukt efter tvätt (von Uthmann 2011). För att realisera sitt påstående om minskat tvättbehov har Polygiene ansträngt sig för att öka medvetenheten om funktionen och försöka vänja användarkollektivet vid att tvätta mindre, dels genom tvättmärkning på själva plaggen, dels via Internet (von Uthmann 2011).

Polygiene rapporterar också att anekdotiska redogörelser från konsumenter bekräftar antidörfunktionen och att tvättbehovet minskar. Detta budskap upprepades av AgIon (via deras hemsida), ett USA-baserat företag som erbjuder gratis T-shirts till användare som vill testa gränserna för antidörtekniken. Med hjälp av en slogan, ”Try everything, stink at nothing” (ungefär ”Prova allt, lukta aldrig”), marknadsför AgIon sin antidörteknik. Företaget har samlat hundratals kundreaktioner som dokumenterar produkternas antidörverkan (StinkAtNothing 2011).

Slutligen framhöll Polygienes representanter sitt förtroende för sin produkt och sitt kvalitetsarbete, att de använder återvunnet silver och att deras produkt har certifierats och godkänts av olika instanser. Dessutom finns det företag med hög miljöprofil, till exempel Patagonia, som använder deras produkt. Det finns en tro på att EU:s biociddirektiv även kan vara till nytta för dem, eftersom det kan göra det svårt för nya och mindre beprövade produkter att tränga in på marknaden (von Uthmann 2011).

Sammanfattningsvis anser tillverkarna att deras produkter är förknippade med mycket låg risk, att de innehåller små mängder av silver och att de ger en funktion som konsumenterna vill ha. Alla aktörer (utom Ion Silver, då frågan inte är lika relevant för kolloidalt silver och inte specifikt diskuterades) framhåller vikten av att se på deras produkter ur ett livscykelperspektiv.

Detaljhandelsföretag

Återförsäljarna kontaktades via e-post och mer än ett dussin svar kom in (mer om metod i aktörsstudien finns på sidan 13–15). De flesta utvalda företag kommer från konfektionsbranschen, men några andra valdes också, bland andra ett företag som tillverkar textilier för andra ändamål än konfektion, ett skoföretag, ett från byggmaterialindustrin och ett inom livsmedelsförpackning. Representanter för klädföretag som Adidas och Haglöfs, liksom sportkedjan Stadium intervjuades också.

Företag som tillverkar biocidbehandlade produkter företrädde ofta samma positioner som silverprodukttillverkarna (se föregående stycke) gav uttryck för. Haglöfs hållbarhetschef, Lennart Ekberg, nämnde att mängden silver i deras klädartiklar är minimal (Haglöfs använder Polygiene) och att när man överväger livscykelaspekten för ett plagg betraktas funktionen som fördelaktig. Dessutom nämnde Ekberg att det upplevs som svårt att sälja sportunderplagg i syntetmaterial som inte behandlats med ett antimikrobmedel, trots att konsumenterna inte alltid är medvetna om att de flesta artiklar i denna kategori behandlas på något sätt (Ekberg 2011).

Enligt Adidas representant, Phillip Meister, strävar Adidas alltid efter att ge kunden så väl fungerande sportkläder som möjligt, med hänsyn tagen till såväl kända som upplevda risker. Adidas använder inte triklosan eller nanosilver på grund av potentiella hälsorisker, men erbjuder Agionbehandlade (jonbytande) skor och X-Static (silverfiber) i några produkter (Meister, 2011). Enligt en studie finns också triklokarban i Adidas ClimaLite-kläder. Risken med användning i skor anses vara annorlunda än den med användning i kläder, eftersom skor inte tvättas lika ofta. X-Static-fibrer anses ha en fördel ur marknadsföringssynpunkt eftersom det ger en synlig antidödregenskap (Meister 2011).

Kundernas preferenser är viktiga för Adidas och en ökad efterfrågan på antidödprodukter har observerats. Meister nämnde även anekdotiska bevis för att människor kastat kläder efter tvätt på grund av lukt (Meister 2011). Detta överensstämmer med resultaten från studier som rapporteras av Polygiene (se föregående avsnitt om silverprodukttillverkare).

Meister rapporterade också användningen av alternativen Aegis (antibakteriell polymer) och polyester behandlad med kokoskol (för fuktkon-

troll), men framhöll också att var och en av dessa behandlingar (både silver och olika alternativ) används i mycket få av Adidas produkter och att antiodörmarknaden förväntas förbli liten (Meister 2011).

Både Meister (Adidas) och Ekberg (Haglöfs) underströk sina företags fortsatta strävan efter förbättringar och bättre alternativ (Ekberg 2011; Meister 2011). Många företag som inte vill använda sig av biocider rapporterade att de använder eller överväger att använda en fuktkontrollfunktion istället för antibakteriella biocidprodukter. Cross har slutat använda silver – ett underplagg som tidigare funnits i deras sortiment har enligt uppgift förlorat 25 % Ag under tio tvättar (Hjärtnäs 2009). De ska under 2012 lansera några produkter som behandlats med bambukol (Ulvsgärd 2011). Fjällräven använder naturligt fuktspridande hampa- och bambufibrer i vissa klädesplagg (Linné 2011). Didrikssons uppger att de inte använder biocidprodukter, och att de ständigt söker ”säkra alternativ” (Westbom 2011). En intervju med Dennis Baktemann vid Stadium gav informationen att Stadium tidigare sålde en sko med bambufibrer, men att de fann effektiviteten tveksam och inte längre säljer inte produkten (Baktemann 2011).

Patagonia, ett företag som är allmänt respekterat för sitt miljöarbete, framhåller följande på sin webbplats, med hänvisning till kundernas efterfrågan och deras användning av antiodörprodukter.

”Det fanns en tid när kroppslukt ansågs vara en naturlig följd av ansträngning, något att förvänta, till och med uppskatta, men den tiden är förbi för de flesta. Antiodörfunktion har blivit en nödvändighet i textilmaterial för fritidsmarknaden. Vår lösning är Gladiodor garment odor control³.” (Patagonia 2011)

Patagonia använder även Polygienes silverbehandling (von Uthmann 2011).

Inte alla företag är villiga att ta riskerna som hör samman med att använda biocider. John Frazier vid Nike rapporterade att Nike har placerat både silver och triklosan på sin lista över substanser med begränsad tillämpning. Detsamma gäller annan antiodörteknik som är baserad på lakning av ämnen (Frazier 2011). Detta bekräftas av dokumentet *Nike Corporate Odor Management, Antimicrobial, and Scented Material Guidelines* där vi hittar några principer som kan anses gå bortom det konventionella.

Doftande material och antiodörteknik måste:

- fungera utan att laka eller på annat sätt frigöra kemikalier.
- uppfylla gällande lag (globalt).
- vara registrerad enligt EU:s biociddirektiv (gäller antimikrobiella tekniker).
- ha godkänts av företagets egen toxicitetsanalys (genomförs av Nike Considered Chemistry-gruppen).
- vara bevisat effektiv (i våra produkter).
- uppfylla Nike Corporate RSL (Restricted Substances List) (Nike 2010).

³ *Gladiodor natural odor control* består enligt information på webbsidor från olika företag som säljer Patagonias kläder av kedjor av aminosyror med naturligt ursprung och bakteriedödande funktion.

Då det gäller triklosan avslöjade LL Bean (ett USA-baserat klädföretag) att ämnet används i minst en artikel och att Teva-sandalen behandlas med triklosan (Microban) (LLBean 2011). Haglöfs och Adidas rapporterar att de slutade använda triklosan för länge sedan (Ekberg 2011; Meister 2011). Varner (moderbolag till bland annat Dressmann) rapporterade att både triklosan och silver är förbjudna enligt deras leverantörshandbok (Lefebure 2011). I övrigt har triklosan inte nämnts i korrespondens med klädföretagen.

Baktemann sade också att Stadium inte säljer antiodörbehandlade kläder under sitt eget varumärke, men att ett antal produkter med andra varumärken, inklusive Peak Performance, har behandlats med Polygiene. Han nämnde också en (ej namngiven) Oeko-Tex-godkänd behandling för fuktkontroll under transport (Baktemann 2011). Intressant nog nämnde Ekberg vid Haglöfs också att biocider började användas i kläder just för att bekämpa mikrobiell tillväxt (mögel, etc.) under långa transporter (Ekberg 2011).

När det gäller potentialen för expansion på antiodörmarknaden meddelade modekedjorna Varner (Dressmann), H&M och Lindex ingen avsikt att använda antiodörfunktioner (H&M 2011; Lefebure 2011; Lyckdal 2011). Både Varner och H&M framhöll att funktionen saknar relevans för deras sektor (H&M 2011; Lefebure 2011).

När det gäller företag utanför kläindustrin, rapporterade Life Sleep Center att försäljningen av deras silverbehandlade madrass var minimal och inte visar tecken på att öka (Gencer 2011). Från byggmaterialindustrin meddelade betongproduktleverantören S:t Eriks att de inte kommer att använda silver och biocider inom överskådlig framtid, eftersom det inte anses vara värt miljörisken och inte är vad kunderna nu vill ha (Sten 2011).

Terje Moland vid skoföretaget Viking Footwear berättade att Viking erbjuder biocidbehandlade produkter på försök. Moland tror att Viking kommer att erbjuda behandlade produkter i framtiden. Han ser det som en "marknadsföringsfråga" eftersom man uppfattar att det finns en generell efterfrågan på antiodörfunktionen (Moland 2011).

Thorbjörn Andersson vid förpackningsföretaget Tetra Pak säger att användning av silver i emballagematerial är uteslutet på grund av lag och omsorg om hälsan. Tetra Pak har granskat möjligheterna att använda silver i ytbehandlingen av sina egna maskiner. En farhåga (det är inte känt om det finns grund till oron eller om det bara är en teori) är att sådan behandling skulle kunna göra att medarbetarna sänker garden på hygiensidan, vilket skulle leda till att hygien totalt sett skulle bli sämre istället för bättre (Andersson 2011).

Sammanfattningsvis tillämpar de företag som kontaktats försiktighet. Detta har tidigare bekräftats i Sverige av tillverkare som Cross (ovan) och några återförsäljare, som tog bort produkter ur sortimentet efter mediernas granskning. Ett exempel på detta inträffade när textillaboratoriet SWEREA IVF publicerade sin rapport om plagg som frigör silver (nämnd tidigare, sidan 26 och 31). Åhléns och tre andra återförsäljare tog bort produkterna från sina hyllor strax efter att studien publicerades (GOE 2009). Denna känslighet för opinionen visar att allmänhetens granskning i Sverige är ett fungerande styrmedel för industrin. Möjligen når effekten också utanför landets gränser. Enligt en publikation från Göteborgs miljöförvaltning avrå-

der den svenska branschorganisationen Textilimportörerna (inte nådda för denna studie) från användning av bekämpningsmedel i varor (GOE 2009).

Utöver sin allmänna känslighet för opinionstryck ser företagen människors hälsa som betydelsefull, men de ser även kundernas valfrihet som viktig. Vilken av dessa faktorer som skulle vara viktigast är dock svårt att avgöra. De företag som använder biocider ser de biocider de använder som säkra alternativ. De företag som inte använder biocider iakttar försiktighetsprincipen och erbjuder ibland funktionen fuktighetskontroll istället. Alla är på jakt efter förbättringar och bättre alternativ. Inget av de tre modeföretagen såg biocidprodukter som befrämjande för deras produkter. Detta kan betyda att det finns en gräns för genomslaget av biocidbehandlade kläder. Slutligen har ett av de största sportklädföretagen i världen, Nike, etablerat vad som förefaller vara progressiva standarder för antidörprodukter, i huvudsak i form av förbud mot användning av kemiska biocider i företagets produkter.

Industriella certifieringar

Ett annat område av intresse är certifieringsinstanser. Dessa spelar en roll genom att bedöma produkter och processer utifrån olika uppsättningar av kriterier. Detta avsnitt ska ge en kort inblick i certifieringar som nämnts i samband med utvärdering av silverprodukttillverkare (urvalet av certifieringar består helt enkelt i de certifieringar som kommit upp i samband med granskning av produkter och företag). Denna diskussion representerar på intet sätt hela utbudet av certifieringar och deras olika fokusområden.

En internationellt känd textilcertifieringsstandard är tyska Oeko-Tex. Med Oeko-Tex "har textil- och beklädnadsbranschen för första gången fått en globalt enhetlig norm för objektiv bedömning av hälsovådliga ämnen" (Oeko-tex 2011).

Varje certifierande instans har en logotyp som ofta används för produktmärkning. Detta kan anses fungera som en signal till konsumenterna om kvalitet eller säkerhet. Olika certifieringar har olika fokus. För Oeko-Tex gäller: "Test avseende skadliga ämnen omfattar ämnen som är förbjudna eller kontrollerade i lag, kemikalier som är kända som hälsovådliga samt parametrar med hälsofrämjande syfte" (Oeko-tex 2011). Människors hälsa förefaller alltså vara central för certifieringen, medan miljörisker är sekundära. Å andra sidan visar utdraget nedan från en webbplats för hälsoprodukter (Magnolia Health), att Polygiene Oeko-Tex-certifiering nämns under rubriken "Miljövänlig", men inte under rubriken "Säker närmast huden", vilket kunde antas vara mer relevant. Detta kan vara ett tecken på förvirring på marknaden kring certifieringar och "miljömärkning".

Säker närmast huden

Tack vare sina rötter inom sjukvården uppfyller Polygiene högsta standard för hudsäkerhet och hygien. Polygiene är hårdhänt mot smuts på textilmaterial, men angriper inte de nyttiga bakterierna på din hud.

Miljövänlig

Polygiene står på listan över Oeko-Tex-godkända produkter. Produkten är säker och miljövänlig, den använder extremt låga halter av silver-salter, tillverkade av återvunnet silver. En fördel med luktfria kläder är mindre tvättbehov, vilket också är bra för miljön.

(Magnoliahealth.com 2011)

Polygiene och AgIon samt ett antal andra antibakteriella behandlingar är certifierade av Oeko-Tex (Polygiene 2011). Polygiene är också certifierat av den japanska certifieringen EcoCircle, som certifierar om produkten är återvinningsbar i ett Japanskt återvinningssystem för polyester (EcoCircle 2011). Vidare är det godkänt av den schweiziska textilcertifieringsorganisationen Bluesign (Polygiene 2011).

Enligt en broschyr som finns på Bluesigns webbplats för att beskriva Bluesign-kriterier för textiltillverkare är resurshushållning, konsumentssäkerhet, utsläpp till luft, utsläpp till vatten samt hälsa och säkerhet de fem principerna för certifiering (Bluesign 2011). Bluesign-certifierade produkter har även fått stämpeln "starkt rekommenderad" av Greenpeace i Tyskland (von Uthmann 2010).

Bluesign-certifieringen är till nytta för Polygiene i konkurrensen om åtminstone en kund: Patagonia. Patagonia är ett väl respekterat företag för fritidskläder i USA. Det är känt för sitt miljöengagemang och det tillåter Bluesign-certifierad antibakteriell behandling (Patagonia 2011).

AgIon är certifierat av Cradle to Cradle, en USA-baserad branschgemenskap, livscykel- och ekodesignfokuserad certifiering (MBDC 2011). Beskrivningen på den egna webbplatsen lyder "Till skillnad från miljömärkning av enskilda attribut innebär Cradle to Cradle-certifiering en bedömning av varje produkt i fem kategorier: hälsa, materialåtervinning, användning av förnybar energi, vattenhushållning och socialt ansvar" (MBDC 2011).

En svensk certifieringsorganisation är Svanen, som har ett industriövergripande fokus. Svanen syftar till att ge nordiska konsumenter möjlighet att välja de mest miljövänliga produkterna. Svanen bedömer produkter med hjälp av livscykelanalys, där bland annat energianvändning, vattenanvändning, toxicitet och avfall ingår. Allt från hotell till butiker och rengöringsmateriel kan erhålla Svanenmärkning (Svanen 2011). I korrespondens med Svanen framhöll dess representant Ulf Eriksson att det är osannolikt att Svanen skulle certifiera silverbiocidbehandlade textilier (Eriksson 2011).

Sammanfattningsvis har de certifieringar som granskats i samband med denna studie olika mål och omfattning. Medan en certifieringsorganisation kanske enbart fokuserar på om en behandling eller en produkt tillåter återvinning, kan en annan vara inriktad på säkerhet för människor, en tredje bara på produktens tillverkningscykel och en fjärde på hela livscykeln. Med tanke på detta, och på att tillverkaren aktivt måste söka certifiering, är det inte förvånande att olika certifieringar förknippas med olika produkter, och att en certifieringsorganisation kan se en produkt som certifierbar, medan en annan inte gör det. Därför, även om certifieringar kan anses skicka (positiva) signaler till konsumenterna, kan dessa signaler inte anses vara alldeles tydliga.

Industrisammanfattning

Två saker som nämndes av de flesta industriella aktörer var att 1) de reagerar på kundernas önskemål och 2) de är relativt försiktiga och kontinuerligt på jakt efter förbättringar, i alla avseenden, av såväl produkter som teknik. Detta visar att kunderna har makten i sina händer (förutsatt att de är informerade – och att vara informerad, ens om vanligt förekommande certifieringar, är ingen enkel uppgift). Ingen stark preferens finns för någon specifik antidörrbehandling. Dessutom ser vi en annan, kanske inte så överraskande, tanke – att en förändring av samhällets syn på silver som en relativt säker biocid, eller tillkomsten av en bättre teknik, kan leda till att silver snabbt överges som biocid.

3.4.4 Experter direkt

Eftersom forskningsresultat och åsikter går isär söktes information även direkt från experter inom ämnen som är relevanta för denna studie. Av de tre experter som kontaktades var två direkt involverade i ämnet och en inte direkt förknippad med frågan om silver, men väl med hållbarhetsfrågor inom klädbranschen.

Dr Stephen Luoma är emeritus vid U.S. Geological Survey och författare till bland annat *Silver Nanotechnology and the Environment: Old Problems or New Challenges*. Dr Bernd Nowack har varit aktiv i silverforskningen (särskilt om nanosilver) och har publicerat många artiklar i ämnet, bland annat om modellering av silverföroreningscenarier, vilket omnämns i detta arbete. Dr Julian Atwood har inte fokuserat på silver, men var medförfattare till arbetet *Well Dressed? The present and future sustainability of clothing and textiles in the United Kingdom*. Han är professor vid universitetet i Cambridge och har delat chefredaktörskap för *Journal of Materials Processing Technology*. Deras svar återges nedan och illustrerar tre åsikter om ämnet.

1. *Försiktig* – silver är ett toxin vars användning bör minskas målmedvetet.

”Med största respekt för Nowacks modeller och artiklar anser jag att han var för tidigt ute med sin bedömning. I själva verket blir det allt tydligare att nanopartiklar av silver kan tränga in i celler, och genom att partiklarna frigör silver kan hälsoproblem förvärras. Jag tror han har gjort saken lite för enkel.” (Luoma 2011)

Detta var Dr Samuel Luomas (USGS) kommentar till en nyligen genomförd studie av en schweizisk vetenskapsman, Nowack, se nedan, som i stor utsträckning förringar riskerna med nanosilver.

2. *Mindre försiktig*: Silver är annan biocid

”Det är mycket viktigt att inse att nanosilver (som den aktuella diskussionen är fokuserad på) bara står för en liten del av den totala silverbelastningen på miljön. Den största silverbelastningen kommer från industrin, inte från användning av silver som biocid. Det är också viktigt att inse att Ag inte är toxiskt för människor och att det förekommer i miljön i icke biotillgängliga former (mycket låg risk – de flesta toxicitetsstudier har gjorts med fritt Ag⁺, vilket knappast alls förekom-

mer naturligt). Det kan uppstå resistens mot Ag men jag tror det blir mycket mindre än för organiska biocider (som används i mycket större omfattning). Att inte använda Ag innebär att andra biocider kommer att användas (med mycket högre koncentrationer i produkten). Det är naturligtvis tveksamt om en icke-förnybar resurs som silver bör användas på ett sätt som förbrukar resursen. Vidare är det tveksamt om vi verkligen behöver biocidegenskaper i så många produkter. Vi skulle behöva reglera alla biocider, inte bara silver.” (Nowack 2011.)

Dr Bernd Nowack är anställd vid Schweiz federala laboratorier för materialvetenskap och teknik, och är författare till några studier som nämns i detta arbete.

3. *Bristande kunskap* om det specifika ämnet.

”Jag är ledsen. Jag vet ingenting om denna fråga.” (Allwood 2011)

Dr Julian Allwood (professor vid Cambridge, författare till ”Well Dressed? The present and future sustainability of clothing and textiles in the United Kingdom”), som svar på frågor om biocider och textilier

De två första åsikterna sammanfattar diskussionen bland forskare medan den sista visar hur denna fråga är bara en av ett stort antal frågor som många av oss (inklusive forskare) inte vet någonting om. Ämnet kan betraktas som mycket speciellt – om man inte är direkt involverad i det – eller man kanske inte ens vet att det existerar.

3.4.5 Konsumenter

För att få en bild av konsumenternas uppfattning och aktiviteter refereras till fyra studier:

1. Den i studien ingående undersökningen av konsumenternas medvetenhet.
2. En undersökning i Borås (Josefin Damm), inriktad på konsumenters åsikter och uppträdande.
3. Polygienes studie, fokuserad på konsumentefterfrågan (nämnd tidigare, sidan 40).
4. Ett experiment i Borås (Josefin Damm) avseende konsumenters uppfattning om antidörfunktion.

Den egna undersökning avslöjade en allmän brist på medvetenhet om silver använt som biocid. Av 64 tillfrågade var 32 (50 %) inte medvetna om huruvida de hade köpt en produkt som var silverbehandlad. Fem svarade att de hade köpt en sådan produkt, och ingen uppgav att de hade köpt produkten för sin antidörfunktion.

Även om intrycken i allmänhet var negativa gentemot att silver används i konsumentprodukter svarade åtta (25 %) att de skulle köpa eller skulle överväga att köpa kläder som behandlats med silver eller annan biocid. Endast en av sextiofyra (1,5 %) svarade att funktionen var värd de eventuella riskerna. Tolv svarande (19 %) ansåg den antibakteriella funktionen vara till nytta, men de flesta angav att det berodde på typen av användning.

Boråsundersökningen, som genomfördes av Josefin Damm vid Textilhögskolan (Högskolan i Borås) hade 306 svarande och visade jämförbara resultat: endast 7,5 % ansåg att den antibakteriella funktionen är en viktig funktion i ett plagg (Damm 2011).

Boråsundersökningen granskade konsumenternas åsikter och konsumentens vanor kring tvätt av sportkläder. Tjugonio svarande (9,5 %) (jämfört med 7,8 % i den egna undersökningen) ägde ett biocidbehandlat plagg. 43 % visste inte om de ägde ett sådant plagg, jämfört med 50 % i författarens undersökning. Det viktigaste skälet att tvätta idrottskläder var lukt (40 %), vilket indikerar att anti-mikrobiell funktion (förutsatt att funktionen faktiskt uppfylls) kan betraktas som något som skulle minska tvättbehovet. Vidare framgår att 47 % tvättar vid de temperaturer som anges i plaggens tvättmärkning medan ytterligare 16 % väljer lägre tvättemperaturer för att minska förslitning och krympning av plaggen (Damm 2011). Eftersom silverbehandlade kläder ska tvättas vid lägre temperaturer för att minska frigörelsen av silver (von Uthmann 2011) är tvättvanor viktiga att känna till för att rätt bedöma riskerna i sammanhanget.

Polygienes resultat visar (som tidigare nämnts) att över 50 % av kunderna är villiga att betala mer för luktfria plagg (PolygieneStayFresh 2011). Detta stämmer inte med resultaten från den egna och Damms undersökning (där bara 19 % respektive 7,5 % ansåg denna funktion vara viktig). Polygienestudien lämnar en bild av en konsument som är mycket känslig för lukt, då 90 % av alla svarande sa att lukt minskar deras självförtroende, och 30 % av de svarande sa sig ha kasserat ett plagg på grund av lukt efter tvätt (PolygieneStayFresh 2011). Sådan statistik kan göra det mera försvarbart med antidörbehandlade kläder.

Slutligen genomfördes ett luktexperiment i Borås, också av Josefin Damm, som skulle svara på frågan ”märker konsumenterna en skillnad mellan antidörbehandlade och obehandlade kläder? Experimentet utfördes genom att först låta ett antal individer använda kläder i textilmaterial – hälften antidörbehandlade, hälften obehandlade. En panel fick därefter lukta på kläderna efter vissa tidsintervall (i dagar) för att bedöma lukten. Resultaten visade ingen klar skillnad i uppfattningen av lukt från behandlade och obehandlade plagg (Damm 2011).

Slutsatserna som kan dras från dessa konsumentundersökningar är följande:

1. *Konsumenternas medvetenhet.* Enligt den egna undersökningen är många konsumenter inte medvetna om de äger antidörbehandlade produkter eller inte. Detta kanske inte bevisar mycket. Att fråga någon om de äger en produkt som har en osynlig funktion kan vara som att fråga om en specifik kemikalie har använts vid tillverkningen av något de äger. De flesta vet inte. Det enda som detta kan tyda på är att konsumenterna inte uttryckligen sökte och valde en produkt med funktionen ifråga.
2. *Konsumentåsikter.* Den egna undersökning visar att konsumenterna är negativa till behovet av en antidörfunktion och att de generellt inte anser funktionen vara värd den potentiella risken, *åtminstone när de informerats om de potentiella riskerna.* Många konsumenter ställer sig

avvaktande till sådana funktioner. Men eftersom de svarande i huvudsak informerades om potentiella risker medan de bedömde värdet av en funktion indikerar resultaten bara försiktighet i ett tillstånd av data-symmetri, vilket mycket sällan förekommer i verkligheten. Dessutom visade Polygienestudien att hälften av konsumenterna sade sig vara villiga att betala mera för luktfria plagg, vilket kan anses vara en ganska positiv inställning till funktionen (Polygiene).

3. *Konsumenternas tvättbeteende.* Enligt Boråsundersökningen tvättar faktiskt en stor del av konsumenterna kläder utgående från lukt och grad av nedsmutsning. Dessutom tvättar många i enlighet med plaggens tvättråd, eller väljer temperatur för att förlänga plaggets livslängd. Dessa båda vanor indikerar att ett väl fungerande antiodörbehandlat plagg i viss mån kan minska tvättbehovet, och att många konsumenter tvättar silverbehandlade plagg i enlighet med instruktionerna. Om övriga konsumenters beteende kan ändras är en annan fråga.
4. *Upplevelse av konsumentfunktion.* Enligt Boråsexperimentet gjorde den testade antiodörfunktionen ingen tydlig skillnad. Samtidigt finns det anekdotisk evidens från tiotals andra som uttalat sig på AgIon:s kundforum och uttryckt att just den funktionen (AgIon antiodör) verkligen fungerar bra (StinkAtNothing 2011).

Sammanfattningsvis visar konsumenterna att de inte är särskilt medvetna om vilka produkter de köper och att de ställer sig avvaktande till vissa produkter när de får kännedom om riskerna, åtminstone under kortare perioder (det vill säga under undersökningens förlopp). Boråsundersökningen visade att många människor (men ändå en minoritet) följer tvättråden och att 40 % tvättar baserat på lukt, inte bara för att de har burit plagget. Polygienestudien indikerade en ganska stor efterfrågan på antiodörbehandling från konsumenterna. Boråsexperimentet angrep en fråga som är relaterad till silverdebatten – fungerar de här funktionerna verkligen, och anser enskilda individer att de faktiskt fyller löftet att minska lukt? De experimentella resultaten svarar nej.

Resultaten bör inte betraktas som en absolut representation av dagens konsumenter, eftersom de valdes genom redan etablerade sociala nätverk (bekanta), men ger en bild av vissa konsumenters tankar och handlingar kring ämnet.

3.4.6 Workshopsammanfattning

Detta avsnitt utgör en kortfattad redogörelse av två gruppmöten, ett seminarium i Lund och en workshop på Chalmers. Derek Diener deltog i ett seminarium vid Lund Innovation Center, där en patenterad nanosilverprodukt vid namn AGSOL presenterades. Olika aktörer deltog, bland andra AGSOL:s uppfinnare och affärsutvecklingsgrupp, liksom experter inom olika områden, som vatten och sanitet, medicin och risker, livsmedelsförpackning, färger och pigment samt nanoteknik. Även om fokus för mötet var att låta AGSOL-gruppen utvärdera potentiella affärsmöjligheter inom olika sektorer gled diskussionen mot risker relaterade till produkten. De närvarande intressenterna var i allmänhet inte särskilt positiva till tanken,

men AGSOL-gruppen kunde engagera några personer i en konstruktiv diskussion. Sammantaget uppfattade författaren på plats ett allmänt obehag bland berörda intressenter, och en del av tiden som var avsatt för att diskutera potentiella tillämpningar av produkten användes istället för att diskutera miljö- och hälsorisker. Ett par månader senare hade gruppen dock hittat investerare och etablerade företaget Prebona AB, med uppgift att erbjuda nanotekniklösningar på byggmaterialmarknaden (Hedlund 2011).

Författarna var också värdar för en workshop på Chalmers med syftet att samla nya insikter från berörda parter. Trots att nästan alla intressenter var inbjudna kom tyvärr bara tre från världen utanför den akademiska – Polygiene, Gryaab och Kungsbacka reningsverk. Under denna workshop presenterade följande personer relaterat material:

1. Derek Diener presenterade en sammanfattning av hittills utfört arbete.
2. Josefin Damm från Textilhögskolan (Högskolan i Borås) presenterade sina resultat om konsumenters beteende och om silverbehandlings funktion (diskuterad bland annat i föregående stycke om konsumenter).
3. Christian von Uthmann på Polygiene presenterade material som visar konsumenternas efterfrågan på antiodörteknik.
4. Richard Arvidsson vid Chalmers presenterade en sammanfattning av arbetet med att bedöma riskerna med silveranvändning.
5. Ann Mattsson från Gryaab presenterade en uppdatering av REVAQ:s uppströmsarbete med fokus på silver.

Enligt de intressenter som drivit debatten i Sverige, Gryaab och Polygiene, var diskussionen i stort sett upprepningar av vad som tidigare sagts. Det var dock givande för författarna att få egna direkta intryck från workshopen. En sammanfattning av diskussionen skickades ut till deltagarna (e-postsammanfattning som återges i Bilaga G).

3.4.7 Aktörssammanfattning

Som väntat intog de olika aktörerna positioner som motsvarar deras egna intressen. Silverprodukttillverkare anser att deras produkter är värdefulla och att riskerna relaterade till dem är försumbara. Industrin önskar rent generellt uppfylla sina kunders önskemål och kommer ofta att göra så genom att erbjuda bästa tillgängliga teknik – och bästa tillgängliga teknik är inte alltid perfekt. Medlemsorganisationer strävar efter att uppfylla sina mål och ge sina medlemmar vad de önskar. Myndigheter fokuserar på sina tilldelade ansvarsområden och etablerade mål. Konsumentkollektivet består av tusentals och åter tusentals enskilda individer, varav många förmodas uppskatta tanken på hygien, ogilla lukt och vara lyhörda för miljörisker när de informeras.

Angående medvetenhet (sida 15, fråga 1: Är aktörerna medvetna om att vissa produkter innehåller silver?) var det ingen aktör utanför konsumentkollektivet som antydde brist på medvetenhet om frågan. Vår uppfattning är att alla icke-konsumenter som tillfrågades var väl medvetna om den aktuella frågan, att döma av deras svar. Detta är dock inte helt entydigt, eftersom alla aktörer i samband med att de blev kontaktade fick en introduktion som förklarade studien, vilket i sig bör ha lett till åtminstone viss medvetenhet om frågan.

4 Summering

Här följer, inför diskussion och slutsatser, en summering baserad på syftet med studien, som var att dokumentera den nuvarande situationen, inklusive den nuvarande marknaden, forskning och trender, regulatorisk verksamhet samt aktörers åsikter och handlingar.

4.1 Dagens marknad

Inom textil- och hygienmarknaden uppträder silver i många former och tillämpningar. Hygien- och textilmarknaden kan ses som växande men små marknader för silveranvändning. Baserat på uppskattningar, som varierar kraftigt i metod, omfattning och inriktning, kan denna marknad sägas representera mindre än en procent (kanske en bråkdel av en procent) av den totala silveranvändningen. En uppskattning är en framtida användning (2015) på 85 ton silver inom hygiensektorn (ytor, hushållsmaskiner, textilier, beläggningar). Detta kan jämföras med dagens användning av 2 000 ton silver inom fotoindustrin.

Men många av dessa nya användningsområden utgör spridda källor till silver och många nya konsumentkällor. Bara antalet produkter som gör anspråk på att innehålla nanosilver har tiofaldigats under de senaste fem åren. Silver används allt oftare i hygien- och textilsammanhang, men denna marknad bör inte betraktas som den enda nya silverkällan.

Med tanke på silvrets ställning i många industriella processer, tillämpningar inom kosmetik och hälsoprodukter, och nya användningsområden som träskydd och RFID (Radio Frequency Information Devices) och byggmaterial, bör man vara medveten om att det finns andra källor, inte bara hygien och textilier.

4.2 Forskningstrender

Forskningen levererar spretiga och ibland rent motstridiga resultat, men faktum kvarstår att silverjoner är kända som de mest toxiska av metalljonerna. Silver är också känt för att bioackumuleras och eventuellt påverka vissa biologiska funktioner, inklusive fortplantning. Typindelning är viktigt. Nanosilver anses i allmänhet som den mest riskfyllda formen. Sen är det också viktigt att typindela utifrån från olika faser och tider i silvrets förbrukningscykel. Silver är känt för att ofta vara bundet som silversulfider i reningsverk och i miljön. Silver kan alltså börja i en produkt i en viss form (till exempel nanosilver), men sluta i en annan form. Riskmodeller visar att textil- och hygienprodukter utgör en mycket liten del av den ursprungliga källan, men silvrets väg vidare från dessa produkter är något helt annat. Metalliskt silver hamnar vanligen på deponi eller återvinns. Silver i hygien- och textilprodukter går däremot ut i avloppet på grund av urlakning och slitage. Detta ökar risken för att silver hamnar i avloppssystem, reningsverksslam och i miljön.

4.3 Lagstiftning och regulatorisk verksamhet

Lagstiftning och reglering med inriktning på silver har varit minimal jämfört med andra toxiner. Eventuella begränsningar har baserats på dricksvattenstandarder och akuta tester för miljöskydd. Hårdare reglering verkar vara på väg. EU:s biociddirektiv kommer sannolikt att medföra någon typ av restriktioner för silverföreningar använda som biocider. Detta är förmodligen den viktigaste reglerande åtgärden som är relevant för den svenska marknaden. USEPA har identifierat silver som en förorening att vara uppmärksam på i samband med användning av biomull, och i det större sammanhanget nanoteknik. Sannolikt är också att en silverpreparerad tvättmaskin skulle betraktas som ett bekämpningsmedel, vilket kan skapa prejudikatet att uppfatta biocidfunktioner som definierande för en produkt. Arbetsgrupper kring nanoteknik och potentiella miljökonsekvenser har också vuxit upp under de senaste åren, i både USA och inom EU.

Sveriges miljömål och slamcertifieringssystemet REVAQ har förändrat debattlandskapet i Sverige, och bidragit till uppmärksamheten på silver. Naturvårdsverket har rekommenderat gränser för silver (mg Ag/kg slam, mg Ag/hektar), minst 500 år för fördubbling av ackumuleringen och har rekommenderat en kontinuerlig minskning av tillåtna silvernivåer.

4.4 Aktörspositioner

En granskning av aktörer visade på några förväntade resultat, och på några mer oväntade. Inte överraskande följer de flesta aktörer sina egna intressen. För dem som har en officiell policy eller ett begränsande mål relaterat till silver måste silver på dessa nya marknader stoppas. Det är lättare att stämma i bäcken än i ån. För vissa är silver ett av många toxiner och förtjänar uppmärksamhet, men inte nödvändigtvis mer än andra biocider.

För aktörer inom textilindustrin som säljer silverbehandlade produkter, är silver någonting (en produkt eller funktion) som kunderna vill ha, och som faktiskt är bra när man överväger livscykelperspektivet (mindre tvätt). Industrins aktörer som kollektiv, särskilt de som har valt att inte använda sådan behandling, är ganska försiktiga med att utnyttja dessa möjligheter. En av de intervjuade vädrade till exempel farhågan att blotta närvaron av en biocidbehandlad yta kan leda till minskade städinsatser från de anställda.

5 Diskussion

För det första kan man ställa frågan om biocidbaserad antiodörfunktion faktiskt är något som konsumenterna behöver eller vill ha. Det kan ju vara så att antiodörbehandlade kläder och andra antibakteriella produkter varken är nödvändiga eller efterfrågade av konsumenterna.

Dessutom finns det en aktuell fråga om silver som tillskott eller som biocid är onödigt och oansvarigt, med tanke på risken för bakteriell resistens mot antibiotika. Denna åsikt kan åtminstone tillskrivas Åsa Mellhus, läkare vid Akademiska sjukhuset i Uppsala (Jacobsson 2008). Vid seminariet i Lund ställde en av deltagarna en retorisk fråga om silver (som är en effektiv antibiotika i sig själv och ibland fungerar när andra preparat inte gör det): Att använda silver för att dölja lukten från fotsvettiga strumpor – är det inte att kasta pärlor för svin?

Oron som många av de som intervjuats i studien gett uttryck för när det gäller konsumenter och antiodörprodukter är att konsumenterna görs intresserade av och uppmuntras att använda en potentiellt riskabel funktion som de tidigare inte ens visste fanns. Detta överensstämmer med vissa aktörers tankar kring teknikspridning och restriktioner. En forskare med intresse för frågan antydde att ”det är bättre att stämma i bäcken än i ån” (Sandén 2011). Eftersom silver är något nytt i vissa av dessa biocidfunktioner (textilier, ytor, etc.) vore det därför bra att agera snabbt. Kan ett fåtal företag bana väg för ett inflöde av biocider (inklusive silverprodukter)? Det är möjligt, men denna tillströmning kommer möjligtvis att bromsas av biociddirektivet och av kostnaden för silver.

Klädmarknadens antiodör-/fuktkontrollsegmentet verkar utvecklas snabbt, med textiltillverkare och andra tillverkare som söker den bästa tillgängliga tekniken utan friktion med politiska och samhälleliga insatser. En silverprodukttillverkare avslöjade att deras kunder har många andra problem att oroa sig och att de förväntar sig att silverprodukttillverkarna själva tar hand om att skaffa tillstånd och certifiering. Antiodörfunktionen är bara en av många funktioner hos tekniska textilier. Om silver skulle förbjudas imorgon kommer tillverkarna helt enkelt att söka andra alternativ. Dessa omständigheter kan tolkas antingen som ett skäl att inte oroa sig så mycket för silver, eftersom marknaden ändrar sig så fort, eller som ett skäl att försöka påverka marknaden just för att den är så känslig och svänger relativt fort om den stöter på motstånd.

Det har skett en hel del utveckling på marknaden för biocidbehandlade kläder under de senaste 15 åren. Under dessa år har segmentet som en gång dominerades av kemiska ämnen (till exempel triklosan) sett silverfibrer komma, följt av fina silverpartiklar och silversalter. De sistnämnda kan anses vara andra eller tredje generationen inom silverbehandling, eftersom de kräver mindre silver, är mer effektiva, och frigör mindre silver vid användning (von Uthmann 2011). Även vissa tillverkare av silverbehandlingsteknik letar efter alternativ teknik för att fylla samma funktion. Det aktuella problemet kan komma att försvinna snabbt när silverlösningar ersätts av annan teknik.

I fallet silver som en framväxande biocid finns det av någon anledning påtagligt liten vilja till kompromiss från de båda åsiktsmässiga motpolerna (exempelvis Polygiene och Svenskt Vatten). Detta är intressant, eftersom det verkar finnas mycket större benägenhet att kompromissa kring miljörisker i andra sammanhang (dock på ett mera systemövergripande plan), inte minst då användningen av alternativa energikällor orsakar ökade resurskrav. Vindkraft kan kopplas till ökad fågeldöd och andra ekosystemskador. Hybridbilar ökar användningen av energi från kolkraftverk på kort sikt, liksom utvinning av råmaterial till batterier. Vissa kommersiella biobränslen tillverkas enligt uppgift inte på ett hållbart sätt. Var och en av dessa "lösningar" anses inte vara hållbar i sig själv, det vill säga om all dagens teknik skulle ersättas av dessa alternativ ensamma, utan några andra tekniska eller sociala förändringar. Naturligtvis finns det för alla dessa exempel (på viljan att kompromissa kring miljöfrågor) också polariserade parter som antingen hårdnackat stöder eller motsätter sig tekniken i fråga. Frågan om silver som biocid är alltså inte unik.

Akkumulering är onekligen en av de mest diskuterade frågorna inom ämnet silver i Sverige. Nu när andra silverrelaterade frågor har lösts, är ackumulering den dokumenterade orsaken till REVAQ:s fokusering på silver. Konsekvenser relaterade till ackumulering är inte helt kända och försiktighet iakttagas av många parter. Just benägenheten att ackumuleras kan vara det som skiljer silver och vissa andra metaller från nedbrytbara gifter.

En annan viktig aspekt av silverfrågan är den om silver som resurs. Även om vissa av de beskrivna tillämpningarna baseras på återvunnet silver går silver förlorat under användning och avfallshantering. Som Nowack, som till viss del avfärdade allvarliga risker i samband med silver, konstaterar: "Det är naturligtvis tveksamt om en icke-förnybar resurs som silver bör användas på ett sätt som förbrukar resursen" (Nowack 2011). Detta uttalande stöds av tre forskare från Chalmers som rekommenderar konsumenter att inte köpa silverbehandlade produkter och återförsäljare att inte sälja sådana produkter. De påpekar att silver behövs för elektronik och solcellpaneler, tillämpningar från vilka silver dessutom kan återvinnas (Arvidsson 2011).

Det finns påtagliga skillnader mellan olika länder när det gäller det sociopolitiska landskapet. Patagonia, ett företag i USA som är respekterat för sitt miljöengagemang, använder Bluesign-godkänd antiodörteknik, som till exempel Polygiene. En av Polygiennes konkurrenter, AgIon, har certifierats av Cradle to Cradle, en miljömärkning som är ganska respekterad i grupper där hållbarhet diskuteras. Dessutom har produkten omtalats i medierna som en eko-produkt. I Sverige har å andra sidan Polygiene granskats, och kritiserats, i media. Naturligtvis är situationen i Sverige speciell på sitt sätt. De svenska miljömålen och REVAQ efterfrågar förhållandevis snabba åtgärder för att minska föroreningarna och återföra fosfor till jordbruket. Som nämnts av Holm vid NV kan fosfor återvinnas utan användning av slam. Dock är alternativet att bränna slam och återvinna fosfor ur askan fortfarande en dyr lösning och den kan dessutom betraktas som tämligen ineffektiv. Många värdefulla mineraler går till exempel förlorade i processen (Palme *et al.* 2005). För närvarande är slam den möjliga vägen att återvinna fosfor, och det finns avnämare (jordbruket) som vill ha slam om det håller hög kvalitet.

Denna studie har, som alla, sina begränsningar. Som påpekas i förutsättningarna antar författarna att de gjorda observationerna är representativa för verkligheten. Ett relativt litet antal källor och aktörer har studerats men förutsätts vara representativa. Den svenska inhemska marknaden var bäst representerad med många av de främsta företagen inom fritidskläder, liksom några tongivande modeföretag. Den internationella klädmarknaden representerades av trendsättarna Adidas och Nike och modemarknaden på klädsidan av H&M. Silverprodukttillverkare representerades av tre oberoende ledande företag på marknaden. Tre olika konsumentundersökningar från olika källor har använts och jämfördes i viss mån med anekdotisk och på internet åtkomlig information. Författarna ser, begränsningarna till trots, inga tecken på att vad som framkommit om marknad, forskningstrender, reglerande åtgärder och aktörspositioner skiljer sig från verkligheten.

6 Slutsatser

Även om silver för närvarande verkar växa på antidörmarknaden kan fenomenet vara begränsat i tid och omfattning. Silverbehandlingar betraktas som bara en egenskap eller funktion i en produkt med betydligt fler sådana. Eftersom kostnaden är hög och eftersom biocidfunktion inte anses vara värdefull i alla produkter, förväntas silverbehandling bara bli aktuell i nischprodukter – som idrottskläder. Aktörer inom branschen är uppenbart lyhörda för offentlig diskussion och trender. Alla rapporterar att de är på ständig jakt efter förbättringar och bättre alternativ. Vissa företag som tidigare använt kemiska biocider har slutat med det. Framför allt har klädjätten Nike skapat en progressiv standard genom att i princip förbjuda lakande biocider. När det gäller tillgängliga alternativ anses fuktkontroll med naturliga fibrer, som merinoull, bambu med flera, ha åtminstone delvis samma funktion utan kemisk biocidrelaterad toxicitet. Laddade polymerer med mekanisk biocidfunktion förväntas vara ett annat alternativ.

Trots att det finns alternativ anses silverbehandling av många i nuläget vara den bästa tillgängliga (och minst toxiska) beprövade tekniken för antifunktion. Konsumenterna förefaller i viss mån vilja ha en sådan funktion och är villiga att betala för det (detta framgår av konsumentstudier och faktiska försäljningsresultat på den öppna marknaden) åtminstone när konsumenterna inte specifikt görs medvetna om potentiella risker. När konsumenterna görs medvetna om potentiella risker, som i författarens undersökning och i Borås-studien som beskrivits tidigare, är entusiasmen för funktionen betydligt svalare.

Ackumulering i miljön är något som skiljer risker relaterade till silver (och vissa andra metaller) från nedbrytbara gifter som förekommer i till exempel tvättmedel och medicinska produkter. Det finns beräkningar som visar att silverinnehållet kommer att fördubblas på svensk slamberikad mark inom loppet av cirka 40 år. Även om det inte är känt vilka konsekvenser (om några) en sådan fördubbling kommer att ha på ekosystem, jordbruk och människors hälsa finns det ett intresse av att öka tiden för denna fördubbling till 500 år.

Med tiden kan ökande uppmärksamhet på silver i Sverige visa sig vara det rätta valet. Även om riskerna i samband med silver inte är avgörande finns det andra föroreningar som tidigare bedömts vara säkra och ofarliga när de lanserats, för att senare visa sig vara mycket skadliga.

Åtgärder från Svenskt Vatten och dess medlemmar kan uppfattas som alarmerande av vissa aktörer, men deras handlingar speglar deras behov av att delegera ansvaret för avloppsslam till ett nationellt mål som de känner delaktighet i. Svenskt jordbruk efterfrågar slam med låg föroreningsnivå. Svenskt Vatten vill att deras medlemmar ska kunna leverera slam av hög kvalitet därför att det under de närmaste 10–15 åren inte finns något annat sätt att i stor skala från avloppsvattnet återföra den ändliga resursen fosfor tillbaka till jordbruksmark. Hållbarhet innebär att se bortom omedelbart uppenbara effekter och att försöka förutsäga de långsiktiga konsekvenserna

för samhället och miljön. Så länge det inte finns bevis för att försiktighet kan resultera i en annan lika stor fara, är försiktighet just den typ av tänkande som bör respekteras.

Om detta tänkande kring silver är konsekvent till omfattning och allvarlighetsgrad i relation till de många styrkta effekterna av andra toxiska ämnen är en annan fråga. Men om vi skulle fatta beslut genom att jämföra nya, okända eller till synes minimala miljörisker (till exempel silver i kläder) med befintliga miljösynder (som omfattande användning av kemikalier i textilier), skulle vi någonsin göra rätt val?

7 Referenser

7.1 Personlig kommunikation – i alfabetisk ordning, med kort beskrivning

Albertsen, Erik från Greenpeace, Danmark (e-post).
Allwood, Dr Julian från Cambridge universitet (e-post).
Andersson, Thornbjörn från Tetra Pak (workshopnärvaro följt av e-post).
Baktemann, Dennis från Stadium (telefonintervju).
Baumann, Per från Svensk Dagligvaruhandel (telefonintervju).
Blume, Richard från Det Naturliga Steget Sverige (telefonintervju, e-post).
Eiderström, Eva från SNF (personlig intervju).
Ekberg, Lennart (hållbarhetschef) från Haglöfs (telefonintervju).
Eriksson, Ulf från Svanen (e-post).
Finnson, Anders från Svenskt Vatten (telefonintervju, e-post).
Frank, Ulrike vid Kemikalieinspektionen (personlig intervju via e-post).
Frazier, John (chef för hållbar kemi och vatten) från Nike (e-post).
Gencer, Deniz från Life Sleep Center, Stockholm (e-post).
Guzikowski, Gunnar från Läkemedelsverket (e-post).
H&M-representant Elin (e-post).
Hedlund, Henrik, representant för AGSOL, senare Prebona AB (workshop i Lund Innovation Center, telefondiskussion).
Holm, Martin från NV (e-post).
Holmer, Olof (VD) från Kemisk-Tekniska leveratörförbundet – KTF (e-post).
Ilbäck, N. G. från SLV (telefonintervju).
Lefebure, A. I. från Varner (e-post).
Linné, Linda från Fjällräven (e-post).
LLBean, kommunikationsansvariga (e-post).
Luoma, Dr. Stephen från USGS (e-post).
Lyckdal, Kaisa från Lindex (e-post).
Magnusson, Victoria Lind från Göteborgs miljöförvaltning (personlig intervju).
Mattsson, Ann från Gryaab AB (personlig diskussion, workshopnärvaro, e-post).
Moland, Terje från Viking Footwear Norge (e-post).
Nowack, Dr Bernd från EMPA Schweiz (e-post).
Sandén, Björn från Chalmers (personlig diskussion, e-post).
Sultan, Anders från Ion Silver (telefonintervju, e-post).
Suserud, Martin från KO (telefonintervju, e-post).

Sten, Filip S:t Eriks (Betong) AB (telefonintervju, e-post).
Ulvsgård, Josef från Cross (e-post).
Tham, Lena från WWF Sverige (e-post).
von Uthmann, Christian (VD) från Polygiene tillsammans med Bertil Ohlsson (personlig intervju och diskussioner per telefon, e-post).
Westbom, Johanna från Didrikssons (e-post).

7.2 Litteratur, elektroniska källor och webbsidor

2toms (2011). "Stink-free spray". Retrieved June 20, 2011, from <http://www.2toms.com/stink-free>.

Adolfsson-Erici, M. (2007). Antibakteriellt behandlade konsumentprodukter – källa till exponering av människa och miljö? M. Allmyr. Stockholm, Stockholms Stad.

Agion (2011). Retrieved May 22, 2011, from <http://www.agion-tech.com/>.

Akaighe, N., Maccuspie, R. I. *et al.* (2011). «Humic acid-induced silver nanoparticle formation under environmentally relevant conditions.» *Environmental Science & Technology* 45(9): 3895–3901.

Amazon.com (2011). Retrieved June 17, 2011, from <http://www.amazon.com/Degree-Deodorant-Technology-Reaction-Packages/dp/B001QXC8E6>.

Arvidsson, R., Molander, S. & Sandén, B. (2011) Ödesdigert slöseri med silver. Svenska Dagbladet.

Arvidsson, R. (2010). Towards Prospective Exposure Modeling of Nanoparticles. Licentiate degree thesis, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

Australianminesatlas.gov (2011). Retrieved March 12, 2011, from http://www.australianminesatlas.gov.au/education/fact_sheets/silver.jsp.

Benn, T. M. & P. Westerhoff (2008). "Nanoparticle silver released into water from commercially available sock fabrics (vol 42, pg 4133, 2008)." *Environmental Science & Technology* 42(18): 7025–7026.

Blaser, A., Scheringer, M. *et al.* (2008). "Estimation of cumulative aquatic exposure and risk due to silver: Contribution of nano-functionalized plastics and textiles." *Science of the Total Environment* 390(2-3): 396–409.

Bluesign (2011). Retrieved June 18, 2011, from <http://www.bluesign.com/index.php?id=151>.

Booker, C. (2008). Beware the Biocidal Products directive. The Telegraph. 27 April 2008.

Byrne, K. (2011). Considering Profits and Principles in Technology Adoption Decisions. J. Detert. Darden School of Business, UVA, Business Roundtable: Institute for Corporate Ethics.

Choi, O. & Hu, Z. (2008). "Size dependent and reactive oxygen species related nanosilver toxicity to nitrifying bacteria." *Environmental Science & Technology* 42(12): 4583–4588.

Cosmeticsdatabase.com (2011). "Government, industry, academic studies and classifications." Retrieved April 23, 2011, from <http://www.cosmetics-database.com/ingredient.php?ingred06=723580>.

Damm, J. (2011). SILVER I "LUKTFRIA" KLÄDER – EN STINKANDE LÖSNING. Borås, Textilhögskolan Borås. Kandidatexamen i Textil produktutveckling med entreprenörs- & affärsinriktning.

Diener, D.L. (2011). Silver in the product stream: From consumer goods to sludge and water ecosystems with focus on stakeholder positions. Miljösystemanalys, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

EC (2002). DIRECTIVE 2002/46/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. E. Parliament, Official Journal of the European Communities. Directive 2002/46/EC.

EC (2007). COMMISSION REGULATION (EC) No 1451/2007. C. o. E. Communities, Official Journal of the European Union.

EcoCircle (2011). Retrieved June 20, 2011, from http://www.ecocircle.jp/en/for_kigyuu.html.

FBR (2008). HYGIENIC SEAMLESS FLOORING MAKES COMPLIANCE EASIER. Food and Beverage Reporter. Parkhurst, South Africa, I-core CC.

GFMS (2011). The Future of Silver Industrial Demand. Commissioned by the Silver Institute, The Silver Institute. Retrieved from <http://www.silverinstitute.org/>.

GOE (2009). Analyser av kemikalier i varor: Ett delprojekt inom projektet Giftfritt Göteborg. Göteborg.

Gryaab (2011). A strategy for reducing pollutants at the source in order to obtain sustainable agricultural recycle of wastewater sludge. Göteborg.

Height, M. (2011). Silver Use in Textiles. Washington D.C., HeiQ Materials.

HI (2011). Press release: Hohenstein researchers carry out field study into the effect of antibacterial clothing on skin flora and microclimate. Bönnigheim, Hohenstein Institute.

Hjärtnäs, H. (2009). Undersökning av hur tvätt urlakar silver från textilier med antibakteriell behandling, SWEREA-IVF.

Hund-Rinke *et al.*, K. (2007). Beurteilung der Gesamtumweltexposition von Silberionen aus Biozid-Produkten. Karlsruhe, Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie (IME).

InvestorWords (2011). Retrieved April 1 from InvestorWords.com.

Jacobsson, I. (2008). Silver i många konsumentprodukter. Råd & Rön. 08-08: 2.

John, G., Kumar, A. *et al.* (2008). "Silver-nanoparticle-embedded antimicrobial paints based on vegetable oil." Nature Materials 7(3): 236–241.

Justitiekanslern (2010). Anspråk på skadestånd med anledning av uttalanden som Livsmedelsverket och Läkemedelsverket har gjort rörande kosttillskott.

- Kaegi, R., Voegelin, A. *et al.* (2011). «Behavior of metallic silver nanoparticles in a pilot wastewater treatment plant.» *Environmental Science & Technology* 45(9): 3902–3908.
- Karlsson-Ottosson (2011). Nya smittvapnet – laddad polymer. *Ny Teknik*. 13 April 2011.
- Karlsson, M. (2010). Regeringen måste förbjuda bakteriedödande tillsatser. L. Söderberg. *Dagens Nyheter Debatt*. 4 August 2010.
- KemI (2011). Retrieved April 11, from <http://www.kemi.se/>.
- Kim, B., Park, C. S. *et al.* (2010). «Discovery and characterization of silver sulfide nanoparticles in final sewage sludge products.» *Environmental Science & Technology* 44(19): 7509–7514.
- Klapwijk, P. (2011). *World Silver Survey 2011*. GFMS. New York City.
- Kokura, S., Handa, O. *et al.* (2010). "Silver nanoparticles as a safe preservative for use in cosmetics." *Nanomedicine-Nanotechnology Biology and Medicine* 6(4): 570–574.
- LRF (2010). Report: Spridning av avloppsslam i jordbruket – så här ser LRF på frågan.
- Luoma, S.N. (2008). *Silver Nanotechnology and the Environment: Old Problems or New Challenges*, Woodrow Wilson International Center for Scholars: Project on Emerging Nanotechnologies.
- MadeInChina (2011). Retrieved March 12, 2011, from <http://www.made-in-china.com/showroom/maxmaxmaxmax/product-detailObtmEX-luJTUK/China-Simengdi-Phyto-Silver-Cream.html>.
- Magdassi, S., Bassa, A. *et al.* (2003). "Silver nanoparticles as pigments for water-based ink-jet inks." *Chemistry of Materials* 15(11): 2208–2217.
- Magnoliahealth.com (2011). Retrieved June 20, 2011, from https://secure.magnoliahealth.com.au/product.php?product_id=187&category_id=89
- Mattsson, A. (2011). Workshop presentation: Silver-containing products and stakeholder actions.
- MBDC (2011). "Crade to Cradle." Retrieved June 18, 2011, from <http://www.mbdc.com/detail.aspx?linkid=2&sublink=8>.
- Melvås, A. (2010). *Marknadsföring av biocidprodukter för konsumentbruk*. Stockholm, KTF – The Swedish Cosmetic, Toiletry and Detergent Association.
- Microban (2008). 10 reasons why learning more about Microban® anti-microbial protection is good for your business.
- Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. Thousand Oaks, Sage Publications.
- LV(2011). Retrieved May 15, 2011, from <http://www.lakemedelsverket.se/english/>.
- Nichol, K. (2010) German institute warns against use of nano-silver in cosmetics. [Cosmetics design-europe.com](http://cosmeticsdesign-europe.com).

- Nike (2010). Nike Restricted Substances List (RSL) and Sustainable Chemistry Guidance (SCG).
- Nowack, B., Geranio, L. *et al.* (2009). "The Behavior of Silver Nanotextiles during Washing." *Environmental Science & Technology* 43(21): 8113–8118.
- Nowack, B., Krug, H. *et al.* (2011). "120 Years of Nanosilver History: Implications for Policy Makers (vol 45, pg 1177, 2011)." *Environmental Science & Technology* 45(7): 3189–3189.
- Nowack, B. & Mueller, N. C. (2008). "Exposure modeling of engineered nanoparticles in the environment." *Environmental Science & Technology* 42(12): 4447–4453.
- NV (2002). Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp: Huvudrapport till Bra slam och fosfor i kretslopp. Stockholm, Naturvårdsverket.
- NV (2004). Giftfria och resurssnålakretslopp – redovisning av ett regeringsuppdrag. Stockholm, Naturvårdsverket.
- NV (2010). Redovisning av regeringsuppdrag 21: Uppdatering av "Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp". Stockholm, Naturvårdsverket.
- Oeko-tex (2011). Retrieved June 15, 2011, from http://www.oeko-tex.com/oekotex100_public/content4.asp?area=hauptmenue&site=zertifizierung&cls=02.
- Palme, U., Lundin, M., Tillman, A.-M. & Molander, S. (2005). "Sustainable development indicators for wastewater systems – researchers and indicator users in a co-operative case study." *Resources, Conservation and Recycling* 43(3): 293–311.
- Patagonia (2011). Retrieved June 20, 2011, from <http://www.patagonia.com/us/patagonia.go?assetid=57495>.
- PEN (2011). "Nanotech-enabled Consumer Products Continue to Rise." Retrieved April 22, 2011, from <http://www.nanotechproject.org/news/archive/9231/>.
- Polygiene (2011). Retrieved April 11, 2011, from <http://www.polygiene.com/>.
- PolygieneStayFresh (2011). Presentation: Consumer demand for odor control.
- Rastogi, N. S. (2009). Green Lantern: Choosing kitchen disinfectants. *The Washington Post*. 3 November 2009.
- Rogers, J., Dowsett, A. B. *et al.* (1995). "A Paint Incorporating Silver to Control Mixed Biofilms Containing *Legionella-Pneumophila*." *Journal of Industrial Microbiology* 15(4): 377–383.
- SBU (2010). Silverförband vid behandling av kroniska sår. SBU utvärdering.
- Science Daily (2005). "Survey Finds Silver Contamination In North Pacific Waters." Retrieved March 24, 2011, from <http://www.sciencedaily.com/releases/2005/03/050329132712.htm>.

SI (2009). Report: Silver and Health, The Silver Institute.

SI (2010). Report: SOME SUPPLIERS OF SILVER-BASED WATER PURIFICATION SYSTEMS, The Silver Institute.

SI (2011). Retrieved April 15, 2011, from <http://www.silverinstitute.org/>.

Silver, S. (2003). "Bacterial silver resistance: molecular biology and uses and misuses of silver compounds." FEMS microbiology reviews 27 (2–3): 341–353.

SLV (2011). Retrieved May 15, 2011 from <http://www.slv.se/>.

SNWG (2011). SNWG comments on BfR & nanosilver. Durham, USA, Silver Nanotechnology Working Group.

Steptoe & Johnson (2009). Report: REACH and biocides, Steptoe & Johnson LLP.

StinkAtNothing (2011). Retrieved April 1, from <http://www.stinkatnothing.com/>.

Svanen (2011). Retrieved June 18, 2011, from <http://www.svanen.se/Svanen/>.

Svenskhalsokost.se (2011). Retrieved March 10, 2011, from http://www.svenskhalsokost.se/#!produkter/ems-salva_och_ems-creme?gclid=CN3758_njKgCFca-zAod_h2oCQ.

Svenson, A. *et al.* (2008). Results from the Swedish National Screening Programme 2007. Sub report 5: Silver. I.-S. E. R. Institute. Stockholm. IVL report B1826.

Söderberg, L. (2010). Tillverkare av bakteriedödande medel håller sig inte till sanningen. M. Karlsson. svensktvatten.se.

TheNaturalStep (2011). "The Four System Conditions." Retrieved May 27, 2011, from <http://www.naturalstep.org/the-system-conditions>.

Unrine, J. M., Bertsch, P. M., Neal, A. & Tsyusko, O. V. (2010). Final Report: The Fate And Effects Of Nanosized Metal Particles Examined Along A Simulated Terrestrial Food Chain Using Genomic And Micro-spectroscopic Techniques. USEPA Extramural Research Report.

USEPA (1993). R.E.D. Facts: Silver, USEPA – Office of the Prevention, Pesticides and Toxic Substances. June 1993.

WERF (2011). "Identifying the Effects of Silver Nanoparticles on Wastewater Treatment." Retrieved May 8, 2011, from <http://www.werf.org/AM/Template.cfm?Section=Home&TEMPLATE=/CM/HTMLDisplay.cfm&CONTENTID=17679>.

Volpe, R. (2010). EPA Nanosilver Scientific Advisory Panel Report. Durham, USA, Silver Nanotechnology Working Group.

von Schultz, C. (2011). Nanomedel ska hålla toaletterna fräscha. Ny Teknik. 10 June 2011.

von Uthmann, C. (2010). Svenskt vatten har fel om vår produkt. Replik. KO:anmält företag: De miljöfarliga silverjonerna inaktiveras och hamnar inte i sjöar och vattendrag. Dagens Nyheter.

von Uthmann, C. (2011). Workshop: Silver-containing products and stakeholder actions, Chalmers University, Göteborg.

World Health Organization. (1998). Guidelines for drinking-water quality. Addendum to volume 2, Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization.

Yang, W., Shen, C. *et al.* (2009). "Food storage material silver nanoparticles interfere with DNA replication fidelity and bind with DNA." *Nanotechnology* 20(8): 085102.

Bilaga A Konceptuell illustration

Silver säljs på marknaden och används i samhället. Det finns tre relevanta produkter för denna studie:

1. försäljning av silverhaltiga produkter på marknaden.
2. försäljning av livsmedel från jordbruket till samhället.
- 3 försäljning av behandlat slam från kommunernas reningsverk till jordbruket – den viktigaste ingrediensen här är fosfor.

Det finns frågor avseende kvalitetsstyrning oro för var och en av dessa marknader. Från dessa produkter frigörs silver till ekosystem och avloppsrening. Avloppsreningen samlar upp det mesta av silvret i slam. Behandlat slam (med den viktiga substansen fosfor) läggs på åkrar och dess komponenter tas upp av organismer och frigörs på andra håll i ekosystemet. Växter, inklusive livsmedelsgrödor, tar upp substanser i biomullen (fosfor och föroreningar, inklusive Ag). Andra organismer, inklusive människor, förbrukar växterna och frigör komponenter till ekosystemet och avloppsrening.



Bilaga B Intervjumall

Dessa frågor har använts som riktlinje för intervjuer. Frågorna valdes utgående från vem som intervjuades. Alla frågor var inte relevanta för alla intervjuobjekt. Frågor användes för att generera svar och ytterligare frågor. Därför förekom frågor som inte formellt ställts, men som ändå besvarats.

- Får jag spela in intervjun?
- Hur länge har du arbetat för _____?
- Vilken är din befattning vid _____?
- Vilket är ditt företags syfte? Mål?
- Vilken är din attityd till silverbehandlade produkter som i antiodörplagg?
- Vad önskar du se för utveckling då det gäller marknadsföring och försäljning av silverbehandlade produkter?
- I dina ögon, vilket är ett lämpligt sätt att marknadsföra, sälja och konsumera silverbehandlade produkter?
- Vilken är din roll för att silverbehandlade produkter ska marknadsföras, säljas och konsumeras på ett lämpligt sätt?
- Vad säger du om vissa argument som att livslängden är högre, att du inte behöver tvätta lika ofta, och att mängden silver är försumbar jämfört med den i många andra produkter?
- Anser du att marknadsföringen av dessa produkter motsvarar vissa krav, etiska och andra?
- Hur prioriterar du denna fråga? Lågt, Högt?
- Har du genomfört någon studie om miljöpåverkan? Silverlakning från produkter?
- Har du utfört någon riskbedömning, LCA, eller liknande på produkterna?
- Har du planerat att göra en LCA eller liknande?
- Hur mycket silver finns i produkten? I vilken form?
- Hur mycket frigörs under produktens livslängd?
- Var ligger ansvaret i denna fråga? Politiker, industri, konsument, du?
- Hur betraktar leverantörer och kunder den potentiella risken?
- Vilken är din inställning till miljöriskerna med produkter som innehåller silver?
- Vad vet du om avloppsrening och nuvarande processer?
- Känner du till REVAQ och Sveriges 16 miljömål?

- Vet du att Sverige har som mål att återföra 60 % av allt fosfor från avlopp till år 2015?
- Vad är din inställning till silver i slam och slam som eventuellt inte kan återföras på grund av sin silverhalt?
- Skulle bevis för att dina produkter frigör silver som slutligen hamnar i slammet ändra din attityd? Vad tänker du om detta?
- Enligt vissa studier har silver hög potential för bioackumulering och kan även påverka vissa vattenlevande organismer under en längre period, särskilt med avseende på deras fortplantning. Vad tänker du om detta?

Intervju kompletteras med specifika frågor om information på webbplatser och liknande.

Bilaga C Silverutvinning och industriell användning

År 2010 utvanns 736 miljoner oz silver (21 000 ton). Detta utgör cirka 70 % av världens årliga användning (1 035 miljoner oz, 30 000 ton) (GFMS 2011).

Silver förekommer, och bryts oftast, i följande former: tetraedrit (Cu, Fe, Zn, $\text{Ag}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$), freibergit (tetraedrit med upp till 30 % Ag), pyragyrit (Ag_3SbS_3), argentit (Ag_2S), proustit (Ag_3AsS_3) och silverklorid (AgCl). En del produceras också i guld- och koppargruvor samt i gruvor för blyglans. De största producenterna av silver är Mexiko, Peru, USA och Australien. Australien har den största brytbara reserverna (Australianminesatlas.gov 2011).

Brytningen sker genom borrning och sprängning av malm, krossning och malning samt flotationsprocesser. Detta kräver intensiv luftning, så att önskade partiklar fäster vid luftbubblor medan stenar och oönskade partiklar (avfallet) sjunker till botten. Ytan skummas av. I fallet med blyglans kan resulterande silverblylsulfat ge upp till 1 kg silver per ton koncentrat. Koncentratet är smälts partiellt (sintras) för att låta en del av metallpartiklarna koagulera och svavel frigöras som svaveldioxid. Resultatet smälts och renas ytterligare, vilket ger råbly med upp till 2 kg silver per ton. Råblyet hålls i en skänk, genom en ytlager av zink, som tillåter bildning av en zink-silver-koppar-guld-legering. Zinkskiktet skummas av och smälts till silver-koppar-guld (dore) som kan gjutas till tackor för elektrolytisk borttagning av koppar med högre guld och silver som resultat (Australianminesatlas.gov 2011).

Mellan 40 och 50 % av allt producerat silver används i industriella tillämpningar (GFMS 2011). Silver används i många industriella tillämpningar:

- som katalysator vid framställning av formaldehyd, som i sin tur används för tillverkning av andra organiska material och plaster.
- i legeringar för hårdlödning (lödning av metaller vid temperaturer över 600°C) (100, 12).
- som silveroxid för katalys vid framställning av etyloxid, en viktig komponent i polyeter och epoxihartser (GFMS 2011).

Bilaga D Medicinsk och hälsofrämjande användning

Silver har en lång historia av medicinsk tillämpning. Följande är några av de vanligaste moderna användningsområdena inom hälsovård.

- Antimikrobiell agent i brännskadekräm som innehåller 1 % silversulfadiazin (Silver 2003).
- Bandage för trauma- och diabetikersår. Vissa studier indikerar snabbare läkning med silver, men detta är omtvistat (Silver 2003). Den uppskattade användning av silver för detta ändamål är cirka 14 000 kg (GFMS 2011).
- Silverbelagda katetrar och medicintekniska produkter, inklusive hjärklaffar, för att undvika biofilmtillväxt samt i sutur som används för att sy vävnad. 1,5 % silvernitratt (lapis) droppades tidigare enligt lag i ögonen på nyfödda barn i vissa medicinska jurisdiktioner (Silver 2003).
- Dentalt amalgam (silverfyllningar) innehåller 35 % Ag (0) och 50 % Hg (0) men inga bevis finns att denna Ag oxideras att bli Ag(I) för att tillåta antimikrobiell aktivitet.
- Homeopatiska preparat och kolloidalt silver som kosttillskott.
- Silver och lotioner: Lotioner säljs för användning på människor och djur i Sverige (Svenskhalsokost.se 2011).

En annan källa, dentalt amalgam (silverfyllningar), innehåller 35 % Ag (0) och 50 % Hg (0) men inga bevis finns att denna Ag oxideras att bli Ag(I) för att tillåta antimikrobiell aktivitet. Även om silver i detta fall har avfärdats som en risk, har Hg (II), som uppstår när ett gemensamt bakteriellt enzym oxiderar Hg(0), visat tendenser till att fungera som biocid. Studier har utförts på Hg i stadsvatten. Uppskattningar visar att Hg från tandläkare svarar för 60 % av allt kvicksilver i kommunalt avloppsvatten. Det anses vara rimligt att tro att liknande proportioner av Ag frigörs i samband med samma dentala procedurer. Det anses också rimligt att tro att Ag(0) oxideras på liknande sätt, med biociden Ag(I) som resultat. Emellertid anser författaren att frigöringen av silver från dentala mottagningar inte bör vara ett problem i fråga om att påverka vattenmiljön. Oavsett detta har beräknats att 4 ton Ag och Hg från amalgam släpps ut i New Yorks hamn varje år (Silver 2003).

Bilaga E Exempel på resultat av modellering av silverkällor

Tabell 2 – Silver (I) mass flows in tonnes per year for the three emission scenarios.

Parameter	Explanation	Minimum	Intermediate	Maximum
$Ag_{ww, biocidal}$	Silver released into wastewater from biocidal products	0,5	50	60
$Ag_{ww, other}$	Silver in wastewater originating from sources other than biocidal products	190	270	350
Ag_{ww}	Silver in wastewater	190	320	410
$Ag_{ww, untreated}$	Silver in untreated wastewater	20	50	80
$Ag_{ww, STP}$	Silver entering STPs	170	270	330
$Ag_{STP effluent}$	Silver in STP effluents	1	15	50
$Ag_{water, input}$	Silver reaching natural waters	20	65	130
Ag_{ss}	Silver in sewage sludge	170	255	280
$Ag_{ss, agriculture}$	Silver in sewage sludge used in agriculture	80	140	190
$Ag_{ss, TWT}$	Silver in sewage sludge undergoing TWT	50	60	60
$Ag_{ss, SWL}$	Silver in sewage sludge deposited on solid waste landfills	40	50	40
$Ag_{waste, other}$	Silver in solid waste originating from sources other than biocidal products	700	1200	1700
$Ag_{ww, SWL}^a$	Silver deposited i solid waste landfill	800	1250	1800
$Ag_{ww, rwr}^b$	Silver directed into TWT plants	800	1260	1700
$Ag_{ww, lag}^b$	Silver ending up in slag	600	1000	1300
$Ag_{ww, fly ashes}^b$	Silver directed into fly ashes	160	270	370
$Ag_{ww, air}^b$	Silver emitted to atmosphere	8	13	17

^a Amount based on the assumption that 100% of solid waste is deposited in solid waste landfills.

^b Amount based on the assumption that 100% of solid waste is incineration.

(Blaser et al. 2008)

		WF "article"	WF "weight"	product of WFs	scaled (%)	rounded (%)	amount per category (RE-scenario) (t)	amount per category (HE-scenario) (t)
nano-Ag	textiles	0.17	0.018	0.0030	11	10	0.37	0.91
	cosmetics/supplements	0.16	0.044	0.0069	24	25	0.84	2.06
	sprays/cleaning agent	0.11	0.044	0.0049	17	15	0.60	1.47
	metal products	0.17	0.0044	0.0008	3	5	0.09	0.23
	plastics	0.38	0.0088	0.0033	12	10	0.41	1.00
	paint/sealings	0.01	0.88	0.0098	34	35	1.20	2.94

(Nowack et al. 2008)

Bilaga F Regulatoriska åtgärder med anknytning till kosmetika i Kanada och USA

Silver i kosmetika har också fått särskild uppmärksamhet i tabellen nedan.

Regeringar, näringsliv, akademiska studier och klassificeringar

Regering/industri-lista/akademisk studie	Visas på listor som	Klassificering(ar)
Kanada – Förbjudna och begränsade ingredienser i kosmetika	SILVER	Användningen är villkorad i kanadensisk kosmetika.
CHE Toxin- och sjukdomsdatabas	SILVER	Begränsad evidens i människor njursystem-toxicitet; Tillstånd: kronisk njursjukdom; Organ/vävnader som påverkas: njure.
EPA Clean Water Act – prioriterade föroreningar	SILVER	Prioriterade vattenförorening enligt Clean Water Act.
Environment Canada Domestic Substance List	SVAVELSYRA, DISILVER(1++) SALT	Denna kemikalie har markerats för ytterligare uppmärksamhet av CEPA på grund av misstänkt toxicitet och hög livslängd.
EPA Integrated Risk Information System (IRIS)	SILVER	Grupp D: Ej klassificerad som karcinogen för människor (EPA-klassificering).
Canada PBTs – Accelerated Reduction/Elimination of Toxics (ARET)	SILVER-FÖRENINGAR	Långlivat toxin enligt programmet Canada's Accelerated Reduction/Elimination of Toxics – avsett att elimineras eller reduceras.
EPA Toxic Release Inventory PBTs	SILVER-FÖRENINGAR	Toxisk, U.S. Environmental Protection Agency Toxics Release Inventory-program.

(Cosmeticsdatabase.com 2011)

Bilaga G Workshopsammanfattning via e-post

Tack för ditt deltagande i gårdagens workshop! Det var till nytta för mitt arbete – och förhoppningsvis givande även för dig. Några framsteg jag noterat:

- Kunskap om konsumentbeteende. Vi har uppnått ökad förståelse för konsumenternas beteende då det gäller biocidrelaterade funktioner.
- Gryaabs strategiuppdatering. En inblick i Gryaabs uppströmsarbete kring slam och tungmetaller (inte bara silver).
- Datadelning för riskanalys. Ett avtal om att dela data mellan Polygiene och Rickard (Chalmers), vilket bidrar till bättre riskanalys.

Några diskussionsämnen:

1. Alla silvertillämpningar är inte likadana. Det finns en stor skillnad i risk när man tittar på olika silverbiocider och tillämpningar. Om själva funktionen behövs eller inte är en annan fråga.
2. Arbetet måste fortsätta att identifiera silverkällor och deras omfattning. Innefattar nuvarande källor amalgam? Biocider? Avloppsvattenrör?
3. Silver i nischmarknader. Silver förekommer i många nischmarknader, inte bara inom textilmarknaden.
4. Två potentiella men varandra motsatta effekter. Biocidbehandlade kläder kan potentiellt ha två effekter på konsumenternas beteende.
 - a) Positiv; lär in ett tvätta-bara-när-det-behövs-beteende.
 - b) Negativ; konsumenterna blir ännu mer känsliga för lukter och eventuell bakterienärvaro.
5. Två marknadsextremer kan noteras;
 - a) En liten marknad med biocidbehandlade textilier med litet silverläckage och med små tvättförmåner (ur ett systemperspektiv).
 - b) En stor biocidbehandlad textilmarknad med större silverläckage och tydliga potentiella tvättfördelar.
6. Gränser för slam och föroreningar. Naturvårdverkets gränser är pragmatiska och har fastställts med hänsyn till sannolik uppnåbarhet, men framför allt för att befrämja framsteg. Gränser kommer att skärpas kontinuerligt för att uppnå detta mål.
7. Sverige och silver. 60 %-målet och REVAQ-certifiering ger en mera känslig situation än vad som observerats i många andra länder.

Tack igen för era bidrag.
Derek.



Box 47607, 117 94 Stockholm
Tel 08 506 002 00
Fax 08 506 002 10
E-post svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se