

Fosforåtervinning i Europa

Rapport från European Nutrient Event 2017

Bo von Bahr



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
Rörnät & Klimat
Avlopp & Miljö
Management

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

Anna Linusson, Ordförande
Daniel Hellström, Utvecklingsledare
Lena Blom
Tove Göthner
Bertil Johansson
Johan Olanders
Lisa Osterman
Petra Viklund
Hans Bertil Wittgren
Carl-Olof Zetterman

Svenskt Vatten
Svenskt Vatten
Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad
Sveriges Kommuner och Landsting
Norrvatten
Ovanåkers kommun
Örebro kommun
Luleå kommun
Sweden Water Research/VA SYD
SYVAB

Författaren är ensam ansvarig för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB
Box 14057
167 14 Bromma
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:	Fosforåtervinning i Europa – Rapport från European Nutrient Event 2017
Title of the report:	Report from European Nutrient Event, October 2017
Författare:	Bo von Bahr, RISE
Rapportnummer:	2018-2
Antal sidor:	34
Sammandrag:	Rapporten ger en översikt av presentationerna under ett tredagarsmöte i Basel i oktober 2017. Mötet handlade huvudsakligen om lagstiftning som håller på att utvecklas i Tyskland och Schweiz för avloppsslam och fosfor, samt om teknik för fosforutvinning. Tyngdpunkten låg på extraktion ur slamaska eftersom mycket av slammet förbränns i Tyskland och Schweiz.
Abstract:	The report gives an overview of the presentations at the Basel meeting in October 2017, which mainly focused on legislation in Germany and Switzerland regarding sewage sludge and phosphorus, as well as technologies for phosphorus recovery. The weight point was on extraction from sludge ash, since much of the sewage sludge is incinerated.
Sökord:	Fosfor, avloppsslam, aska, slamaska, kväve, lagstiftning, förbränning, Tyskland, Schweiz, Europa
Keywords:	Phosphorus, sewage sludge, sludge ashes, nitrogen, legislation, combustion, Germany, Switzerland, Europe
Målgrupper:	Avloppsreningsverk, konsulter, myndigheter, naturvårdsverket, miljödepartementet
Omslagsbild:	Pixabay
Rapport:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2018
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB
Om projektet	
Projektnummer:	17-116
Projektets namn:	Rapport från konferensen European Nutrient Event i Basel 18-19 oktober 2017
Projektets finansiering:	Svenskt Vatten Utveckling

Förord

Mötet kallades ”European Nutrient Event” och bestod egentligen av tre olika aktiviteter. Ett tidigare möte på samma tema hölls i Berlin 2015 och arrangerades då av ESPP,¹ EU-kommissionen och P-Rex.² Detta möte i Basel var uppdelat på tre dagar och arrangerades av följande parter:

- ESPP – European Sustainable Phosphorus Platform
- FHNW, School of Life Sciences (universitet i Basel, Schweiz)
- DPP – German Phosphorus Platform
- BaselArea.swiss (konferensarrangörer i Baselområdet)

Mötets första dag onsdag 18 oktober var det ”Swiss – German phosphorus recycling conference” som hölls på tyska och simultantolkades till engelska. Dagen var främst ett forum för dessa två länder att utbyta erfarenheter och information eftersom de båda har kommit ganska långt med avseende på lagstiftning kring fosforåterföring, men med den stora skillnaden att Tyskland är med i EU, men inte Schweiz.

Mötets andra dag torsdag den 19 oktober kallades ”European nutrient recycling R&D meeting” och hölls på engelska. Denna dag var det mer europeiskt perspektiv, även om det fortfarande var mycket talare från Tyskland och Schweiz. Den tredje och sista dagen var en avspark för det stora EU-projektet Phos4You och då var det bara projektpartners som deltog.

Mötet var innehållsrikt, intressant och intensivt och jag vill framföra ett stort tack till Svenskt Vatten Utveckling, för medel som möjliggjorde att denna rapport från mötet kunde bli verklighet.

Göteborg, januari 2018

Bo von Bahr

RISE

¹ ESPP = European Sustainable Phosphorus Platform

² P-Rex = Stort EU-projekt om fosforåtervinning, 2012–2015

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	6
Summary	7
1 Bakgrund	8
1.1 Nya tyska regler för avloppsslam	8
1.2 Lagstiftning under utveckling i Schweiz	8
1.3 Huvudkategorier av tekniker för fosforåtervinning	9
2 Fosforåtervinning i Schweiz och Tyskland	10
2.1 Nulägesbeskrivning och lagstiftning	10
2.2 Hantering av avloppsslam (sewage sludge disposal)	13
2.3 Tekniker för fosforåtervinning	14
2.4 Processer som var med på mötet.....	18
2.5 Växttillgänglighet av P inom återvunnen gödning	18
2.6 Fosfornätverk i Schweiz - information mellan sektorer och samverkan för implementering.....	18
2.7 Summering av dagen.....	19
3 Fosforåtervinning i Europa	20
3.1 Inledningspresentation.....	20
3.2 Miljömässiga utmaningar som drivkrafter.....	20
3.3 EU-policy och utmaningar, samt konferensens program och syfte.....	20
3.4 Forskning inom EU och forskningsprogram: HORIZON 2020, LIFE, SME Instruments	21
3.5 Återvinning av näringsämnen inom EIP AGRI och Horizon 2020.....	21
4 Exempel på nordiska projekt för fosforutvinning	22
4.1 Ash2Phos.....	22
4.2 Ravita	23
5 Pågående FoU-projekt	25
5.1 "Speed-date"-presentationer för pågående FoU-projekt i Europa.....	25
6 Diskussion och reflektion	28
7 Referenser	29

Sammanfattning

Rapporten ger en översikt av presentationerna under ett tredagarsmöte i Basel i oktober 2017. Mötet handlade huvudsakligen om lagstiftning som håller på att utvecklas i Tyskland och Schweiz för avlopps slam och fosfor, samt om teknik för fosforutvinning. Tyngdpunkten låg på extraktion ur slamaska eftersom mycket av slammet förbränns i Tyskland och Schweiz.

Det pågår ett antal mycket stora EU-projekt med fokus på resurshushållning av näringsämnen. Sveriges universitet, forskningsinstitut och företag har ingen representation i projekten, förutom i Run4Life där Nordvästra Skånes vatten och avlopp AB (NSVA) och Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) är med och utvecklar uppströmslösningar.

Tyskland har just infört lagstiftning om fosforåtervinning, och intresset från de stora tyska avloppsreningsverken att välja tekniklösningar är mycket stort. År 2023 ska alla berörda avloppsreningsverk presentera en plan för hur de ska göra för att uppfylla lagstiftningen som börjar gälla 2029 för de största verken. Schweiz har förbjudit slamspridning på åkermark sedan 2006, men har ännu ingen lagstiftning om fosforåtervinning. Man arbetar dock på att ta fram detta.

Fosforåtervinning genom struvitprocesser hade ingen framträdande plats på mötet eftersom de redan har passerat utvecklingsstadiet och finns i fullskala på många platser i Europa. Eftersom slamförbränning är vanligt förekommande i Schweiz och Tyskland handlade mycket av processdiskussionen om hur slamaska kan behandlas, och här visade några företag och processer upp sig. De flesta processer som behandlar aska bygger på någon form av syraupplösning av askan med påföljande steg för att få ut fosfor i användbar form. Det finns många pilot- och demonstrationsanläggningar men nästan inga fullskaleanläggningar än.

Konferensens tyngdpunkt låg på fosfor. Men konferensrubriken ”European Nutrient Event” var korrekt eftersom det visade sig att många aktörer försöker utvinna mer än bara fosfor, till exempel kväve som kräver årlig tillförsel inom lantbruket.

När man diskuterar återvinna näringsämnen och deras egenskaper bör man inte avgöra deras lämplighet som gödningsmedel baserat på vattenlösligheten, som de flesta mineralgödsel bedöms efter. Ett bra exempel är struvit som har låg vattenlöslighet men ändå fungerar utmärkt som gödningsmedel.

För att få fart på kretsloppet av växtnäringsämnen är det viktigt att alla berörda parter samverkar. Lantbrukarna är en viktig part eftersom de är slutanvändare av den återvinna fosfor. Tyvärr var inga lantbrukare närvarande på mötet, så även i Schweiz bör man försöka förbättra kommunikationen mellan de ingående aktörerna.

Summary

There are a number of very large EU projects focused on resource management of nutrients. Sweden (university/research institute/company) has no representation in these projects except Run4Life, where NSVA and SLU are involved in developing upstream solutions.

Germany has just introduced a P-recycling legislation, and the interest of the major sewage treatment plants to choose technology solutions is very high at the moment. By 2023, all concerned German WWTP should present a plan how to comply with the legislation that will be in force in 2029 for the largest WWTP. Switzerland has banned spreading sewage sludge on farmland since 2006, but has no legislation on P recycling. However, Switzerland is working on developing this legislation.

The Struvit processes had no prominent place at the meeting because they have already passed the stage of development and are in full scale in many places in Europe. Because sludge combustion is common in Switzerland and Germany, much of the process discussion involved how sludge ash can be treated, and several companies and processes showed up and presented its ideas. Most processes that treat ashes are based on some form of acid dissolution of the ashes with subsequent steps to obtain P in useful form. In general, there are many pilot/demo facilities but almost no full scale facilities.

The focus of the conference was on phosphorus, but the title, European Nutrient Event conference was correct, as it turned out that many players had the ambition to extract more than just P, such as nitrogen, N, which is very important every year for agriculture.

When discussing recycled nutrients and its properties, one should not determine its usefulness based on water solubility, which is the way most mineral fertilizers are assessed. A good example of this is struvite, which has low water solubility than mineral fertilizers, but works well as fertilizer anyway.

In order to speed up the field of circularity of nutrients it is important that all parties involved cooperate. Farmers are an important part here because they are the end users of recycled phosphorus products. Unfortunately, no farmers were present at the meeting, so even in Switzerland, one should try to improve communication between the stakeholders involved.

1 Bakgrund

1.1 Nya tyska regler för avloppsslam

Ett viktigt omvärldsvillkor för hela branschen och denna konferensen är de nya reglerna för hur avloppsslam skall hanteras i Tyskland framöver. Ett kondensat av dessa regler presenteras i detta avsnitt.

Enligt "German Sewage Sludge Ordinance" [1] kommer det från 1 jan 2018 att bli obligatoriskt för alla tyska ARV med mer än 50 000 pe att återvinna P ur avloppsslammet. Följande skall uppnås:

- Om P-halten > 2 %, återvinn minst 50 % av P
- Vid utvinning av P ur aska, skall minst 80 % utvinnas

Antal ARV som berörs är bara ca 500 av totalt 9 300, vilket till antalet är drygt 5 %, men dessa få procent omfattar 66 % av den totala mängden fosforflödet i avloppsvatten i Tyskland. Direkt återföring av slam till jordbruksmark (som idag) kommer bara att bli tillåtet för små (men många) verk, i storlek upp till 50 000 pe.

Samförbränning (med andra bränslen) är bara tillåtet om P-halten i slammet ligger över 2 %, vilket de allra flesta avloppsslam gör, vanligtvis ligger P-halten på 3–4 %. Denna regel motiveras med att P-halten i askan annars skulle bli för låg, pga utspädning av det andra bränslet. Ju lägre fosforhalt i askan desto svårare att få ekonomi i efterföljande process för fosforutvinning. Dock, om man har en återstående slamrest från en föregående P-utvinningsprocess, är det ok att samförbränna detta även om P-halten understiger 2 %.

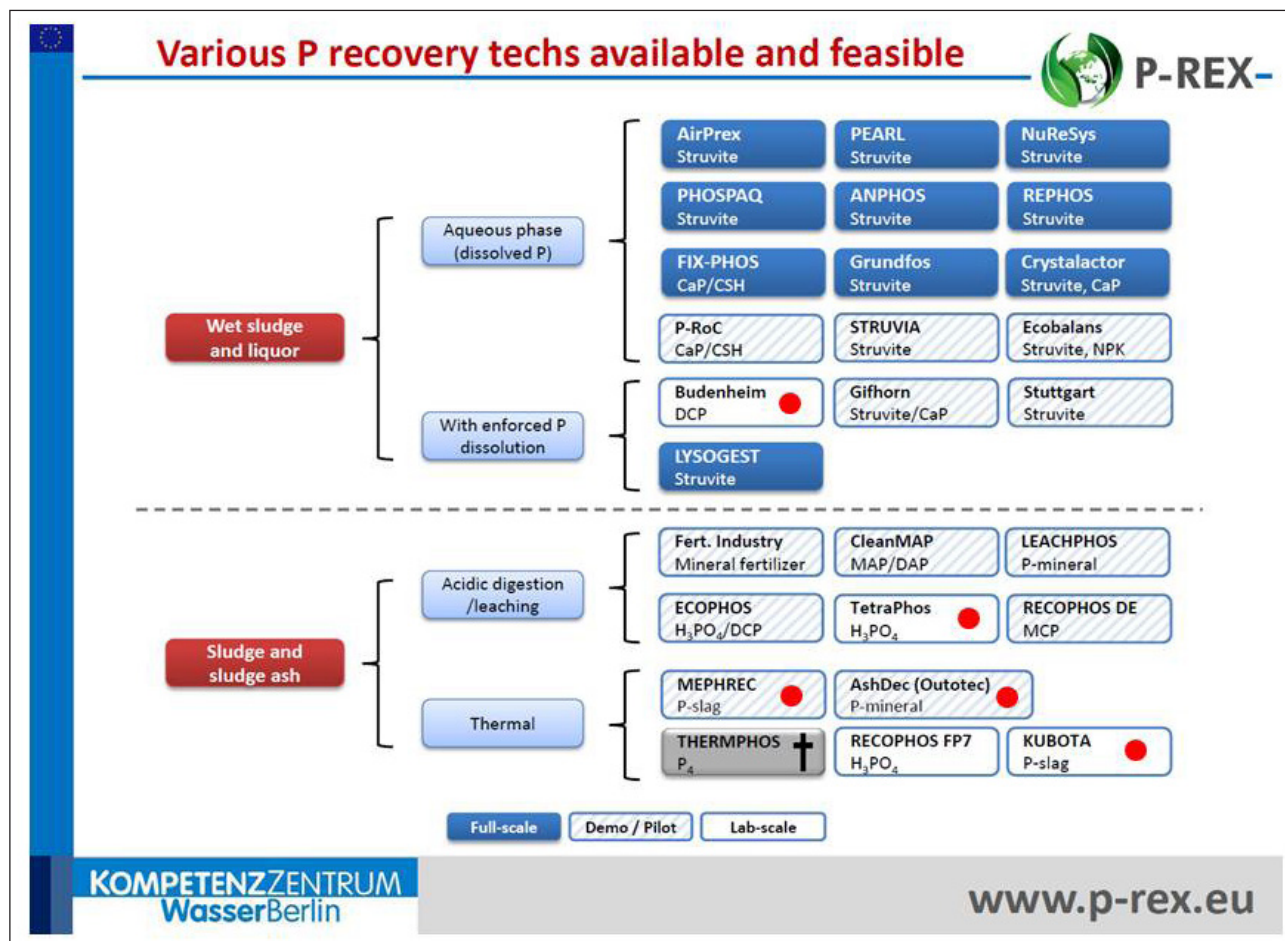
En övergångsperiod kommer att införas i samband med de nya reglerna. De största verken (> 100 000 pe) skall uppfylla kraven om 12 år, alltså år 2029. Motsvarande år för de något mindre verken (50 000–100 000 pe) är 2032, alltså om 15 år. Alla berörda ARV (> 50 000 pe) måste år 2023 presentera en plan för hur de skall åstadkomma detta. Detta innebär att 500 stora ARV i Tyskland nu funderar på vilken typ av lösning de skall välja. Dessa planer skall granskas av myndigheterna men det är ännu inte fastlagt vilket myndighet som skall göra det, och på vilket sätt.

1.2 Lagstiftning under utveckling i Schweiz

Schweiz har sedan 2006 förbjudit slamspridning på åkermark, men det finns ännu inget krav på fosforåtervinning som Tyskland nu infört. Schweiz håller på att fundera på hur en lagstiftning om fosforåtervinning skall kunna utformas, men det finns inget beslutat ännu. Om tidplanen för detta håller skall man under 2018 utarbeta ett lagförslag. Förutom detta arbetar man med en kravspecifikation på återvunnen P för att kunna ingå en produktkategori med benämningen "återvunnen mineralgödsel". Mer information om situationen i Schweiz återfinns i avsnitt 2.1.1.

1.3 Huvudkategorier av tekniker för fosforåtervinning

För att bättre förstå de processer som presenterades på konferensen är det viktigt att klassificera dessa utifrån olika principer. Ett tidigare genomfört EU-projekt gjorde detta mycket tydligt, P-Rex [2]. Nedanstående bild, Figur 1-1, är hämtad från slutseminariet i P-Rex som visar vilka tekniker som utvärderades där och hur dessa klassificerades.



Figur 1-1 Översikt över de processer/tekniker som utvärderades i EU-projektet P-rex, 2012-2015. De processer som var representerade på konferensen är markerade med en röd cirkelpunkt.

Mörkblå färg indikerar fullskala, dvs att processerna är i full gång och finns kommersiellt. De mörkblå rutorna domineras som synes helt av olika varianter på struvit-processen. Denna används på reningsverk med biologisk fosforrening och fosfor utvinns inne i reningsverket från vätskefas.

Under den streckade linjen återfinns processer som fokuserar på avvattnat slam eller slamaska efter förbränning. Som synes är dessa vid tidpunkten för bedömningen (år 2015) klassade som "demo/pilot"-nivå, men troligen har de utvecklats sen bedömningen gjordes och vissa är mer på demonivå än pilotnivå år 2017. Kategorierna under den streckade linjen "Acidic digestion/leaching" dominerade på detta möte i Basel. De processer som var representerade på konferensen har en röd cirkelpunkt som markering. Förutom dessa fanns fler processer representerade, Ash2Phos, ExtraPhos, Phos4Life och RAVITA som behandlas senare i rapporten.

2 Fosforåtervinning i Schweiz och Tyskland

Onsdagen den 18 oktober ägnades åt kunskapsutbyte mellan aktörer i branschen (VA-bolag, myndigheter, entreprenörer m fl) med fokus på Tyskland och Schweiz. All kommunikation skedde på tyska med simultantolkning till engelska.

Som första talare var Christoph Brutschin, ordföranden för departementet för ekonomi-, sociala- och miljörelaterade frågor. Christoph höll ett välkomsttal som berättade om fosforproblematiken i allmänhet. En ståndpunkt som han ville föra fram var att de nu börjar jobba med "tillförselsidan" för att göra den mer hållbar, dvs kunna förse lantbruket med återvunnen säker P, för att ta sig ur situationen att vara beroende av import av mineralgödsel.

Han poängterade också att Schweiz var först med att införa regler på området redan 2006, som innebar att slam förbjöds att läggas på åkermark. Det finns därmed en stor mängd slamaska i upplag som samlats upp på senare år, som skulle kunna processas med lämplig fosforutvinningsteknik.

2.1 Nulägesbeskrivning och lagstiftning

2.1.1 Fosforåtervinning i Schweiz - hur skall vi jobba vidare?

Kaarina Schenk, Federal Environment Agency BAFU

Kaarina Schenk från Schweiz motsvarighet till Naturvårdsverket (Bundessamt für Umwelt, BAFU), berättade övergripande under rubriken "Fosforåtervinning i Schweiz – nästa steg", om det arbete som skett de senaste 10 åren inom området. År 2006 införde man ett förbud mot slam på åkermark, vilket ledde till att slamförbränningen i Schweiz ökade (från en hög nivå), oftast i form av monoförbränning eller förbränning i cementugnar. I princip allt slam förbränns i Schweiz, resulterande i 190 000 ton slam (TS) per år, som innehåller knappt 6 000 ton P. Av den totala mängden P i slammet förloras 66 % i nuläget till deponier och cementugnar. Hon berättade om två saker, dels att BAFU arbetar på en ny kategori av gödningsmedel "Återvunnen mineralgödsel", dels om en lag om obligatorisk fosforåtervinning.

Angående den nya kategorin gödningsmedel har man funderat på hur den skall regleras med avseende på gränsvärden mm. För metallgränsvärden relaterar man hela tiden till P-innehållet, vilket vi är vana vid i Sverige för Cd, men inte för övriga metaller. Man eftersträvar balans mellan tillförsel och bortförsel, vilket är principen bakom gränsvärdena för Cd, As, Hg, Ni och Zn. Om detta inte går att uppnå tillåts en ackumulering med en tids-horisont på minst 500 år, vilket är principen för Cr, Pb och Cu, se Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Förslag till nivåer av metaller i relation till P för produkter som skall användas för åkermark i Schweiz.

Ämne	Princip för gränsvärde	Minimikrav mg/kg P	Tekniskt möjligt mg/kg P	Gränsvärde mg/kg P
Cd	Balans	39	21	25
As	Balans	140	121	100
Hg	Balans	12	8,7	10
Ni	Balans	890	224	500
Zn	Balans	14 100	8 879	10 000
Cr	Ackumulation	1 821	922	1 000
Pb	Ackumulation	2 842	222	500
Cu	Ackumulation	4 931	2 939	3 000

Principen är högst 20 % över det tekniskt möjliga värdet, minst 10 % under max. tolererbar belastning för åkermarken (minimikravet).

Värdet för As är utanför detta intervall, men presenterades så vid mötet.

Akkumuleringsstid upp till VBBö för krom: 920 år, för bly: > 10 000 år, för koppar: 1 057 år

För organiska föroreningar föreslås gränsvärden enligt Tabell 2-2, och likaså för patogener enligt Tabell 2-3.

Tabell 2-2 Gränsvärden för organiska föroreningar. Observera de olika enheterna!

Ämne	Gränsvärde
PAH	25 g / ton P
PCB	0,5 g / ton P
Dioxin och Furan	120 nanogram I-TEQ / kg P

I-TEQ = International Toxicity Equivalents

Tabell 2-3 Gränsvärden för patogener.

Ämne	Gränsvärde
Salmonella SPP	Ej detekterbar i 25 g
E-coli	max 1 000 st/g
Enterokocker	max 1 000 st/g

Angående den nya lagen om obligatorisk fosforåtervinning så är den under bearbetning, och en arbetsgrupp skall formulera ett förslag till återvinningsregler under 2018. Lagen kommer att omfatta avloppsslam, slamaska och även slaktavfall. Lagstiftningen skall vara implementerad till 2026 och hon framhåll många olika åttaganden som myndigheterna skulle vidtaga till dess (kunskapsutbyte, kommunikation, utvärderingar etc) för att underlätta införandet. Om allt slam skall monoförbrännas måste även Schweiz bygga ut kapaciteten för förbränning.

Sammanfattningsvis arbetar Schweiz på en lag om obligatorisk återvinning av P från avloppsslam, samt även bestämmelser för en ny kategori gödningsmedel "Återvunna gödningsmedelsprodukter" för att underlätta cirkulära flöden av näringsämnen. En reflexion är att eftersom Schweiz inte är med i EU, så styrs de inte av EUs bestämmelser på området, men dessa borde ändå ha en ganska stor påverkan.

2.1.2 Lagkraven för fosforåtervinning i Tyskland och dess konsekvenser

Christian Kabbe, DPP (Deutsche Phosphorus-Plattform)

Presentationen handlade till största delen om lagstiftningens införande i Tyskland med fokus på dess konsekvenser. I likhet med många andra tillfällen då lagar införs fanns det oklarheter i lagtexten som behövde tolkas för att branschen skall veta hur den skall agera.

Kabbe pekade också på att det ännu inte finns någon organisation som skall utvärdera de åtgärdsplaner som avloppsreningsverken skall arbeta fram till år 2023. Vilken myndighet skall göra detta och hur kommer utvärderingen att genomföras?

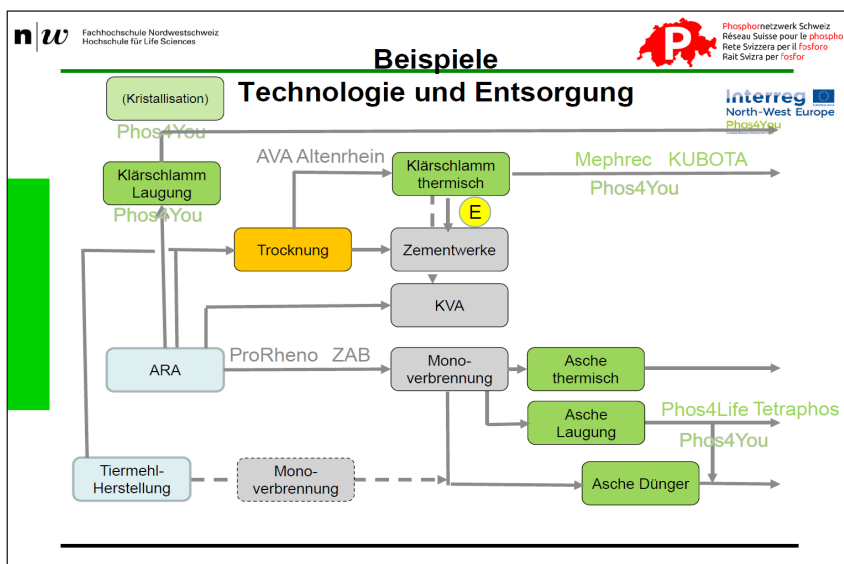
Han poängterade att lagstiftningen på tillförselsidan bör uppdateras så att återvunna fosforprodukter kan ingå i som ett fullvärdigt råmaterial till produktion av mineralgödsel.

2.1.3 Hantering av avloppsslam och fosforåtervinning, alternativ för Schweiz och Europa

Anders Nättorp, Institute for Ecopreneurship, School of Life Sciences, FHNW

Anders inledde med att berätta övergripande om fosforflöden i Schweiz, och konstaterade bland annat att 5 800 ton P finns i avloppsslammet varje år. Det mesta av slammet förbränns i monoförbränningsanläggningar och hamnar på deponi, eller förbränns i cementugnar.

Anders presenterade därefter ett förslag hur de olika principerna för P-återvinning som verkar aktuella just nu i Schweiz skulle kunna appliceras på Schweiz avloppsslam, dvs principer som bygger på icke avvattat slam, på vattenfas, på torkat slam eller på slamaska, se Figur 2-1 nedan.



Översättning av några nyckelord:
 Klärchlamm Laugung = lakning av avloppsslam
 Trocknung = torkning
 Asche Dünger = gödningsmedel av aska.

Figur 2-1 Översikt över hur olika typer av fosforåtervinningsprocesser skulle kunna tillämpas i Schweiz.

En intressant del av presentationen var en kostnadsuppskattning av de olika teknikerna. Anders Nättorp har 2017 publicerat en artikel [3] som uppskattar kostnaden ur ett systemperspektiv för de olika processerna. Kostnaderna varierade mycket men en av slutsatserna var att den högsta kostnaden per person för att återvinna P var drygt 3 euro (asklakning med Gifhorn-processen) vilket kan jämföras med att den genomsnittliga kostnaden för avloppsvatteninsamling och rening som uppgår i Tyskland till 92 euro. Den maximala ökningen av kostnaderna var alltså ca 3 %.

2.2 **Hantering av avloppslam (sewage sludge disposal)**

Detta pass i konferensen gav inblick i nuvarande slamhantering i Schweiz som domineras av förbränning och torkning.

2.2.1 **Koncept för hantering av avloppslam i nordvästra Schweiz**

Alain Zaessinger, ProRhen

Peter Müller, ARA, Rhein / Pascal Hubmann, AIB

Presentationen gav inblick i slamförbränningsverksamheten i nordvästra Schweiz, alltså runt Basel, där konferensen hölls. Monoförbränning av slam har tillämpats länge i regionen och den första ugnen startade redan 1975, och 4 av 5 ugnar som de förfogade över var runt 40 år gamla, Figur 2-2 nedan. Stora underhållskostnader och höga miljökrav de senaste åren har medfört att de 2015 startade ett stort utredningsprojekt om hur de skall fortsätta i framtiden.



Figur 2-2

En drygt 40 år gammal slampanna i nordvästra Schweiz redo för pension

Ett antal alternativ utvärderades, såsom samförbränning, monoförbränning, pyrolys, förgasning och hydrotermisk karbonisering (HTC). När alla aspekter hade vägs samman av teknisk mognadsgrad, lagstiftning och tid mm föll valet på monoförbränning med fluidiserad bädd. Man hoppas vara igång med de nya pannorna år 2025. Det var tydligt att de inte jobbade med återvinningsprocessen av P utan bara förbränningen. Deras fokus var att få fram en så bra aska som möjligt som någon annan aktör därefter får ta hand om för att utvinna P enligt kommande lagstiftning.

2.2.2 Torkning av avloppsslam som en startpunkt för hantering och återvinning

Christoph Egli, AVA Altenrhein

Även Christoph pekade på att det finns stora oklarheter i de förslag som hittills kommit fram angående fosforåtervinning i Schweiz. Vems är ansvaret? Vilken kvalitet skall uppnås? Eftersom man inte vet detta är det svårt att ta beslut om vilken teknik som skall användas. Han påpekade även att det är för tidigt att utesluta lovande tekniker bara för att man vill ta snabba beslut om vad man skall satsa på.

2.2.3 Monoförbränningsanläggningar - en startpunkt för fosforåtervinning

Claudio Bianculli, Organisationen för avfallsåtervinning i Bazenheid.

Claudio var från ett avfallsföretag och berättade översiktligt om deras slamhantering som fokuserade på förbränning. Han var inställd på att utvinna P framöver och bevakade vilka möjligheter som finns.

2.3 Tekniker för fosforåtervinning

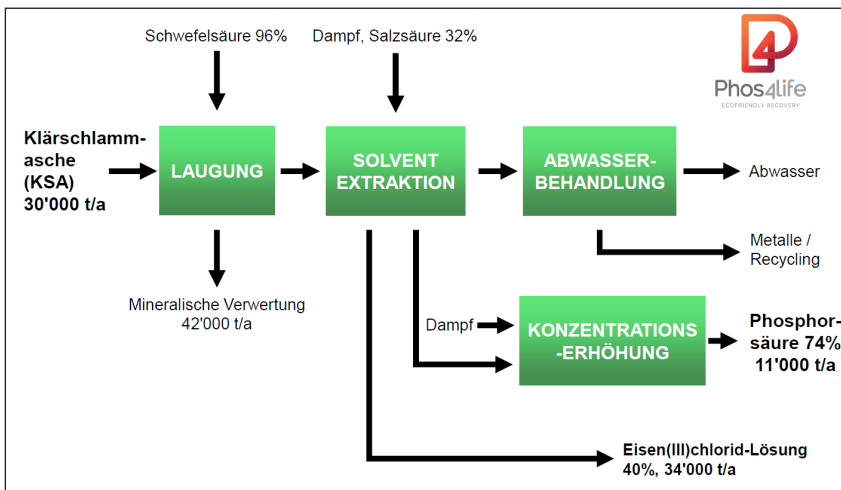
Detta pass fokuserade på de tekniska lösningar som är eller kan bli aktuella att använda då P skall återvinnas.

2.3.1 Phos4Life processen som ett alternativ i den schweiziska fosforstrategin

Stefan Schlumberger, Center for sustainable management

Phos4Life-processen är ett utvecklingsprojekt mellan ZAR (en stiftelse i Schweiz som jobbar med bättre resursutnyttjande och avfallsminimering) och Tecnicas Reunidas (en stor spansk koncern inom processindustri) vars mål är att utvinna P ur slamaska, i form av fosforsyra, H_3PO_4 . Historiken är att kantonen Zürich för ca 10 års sen införde centraliserad monoförbränningen av avloppsslam. I samband med detta påbörjades utvecklingsprojekt för att återvinna fosfor ur slamaskan som uppstod från förbränningen. Man har jobbat på en process Phos4Life, se Figur 2-3 nedan, som har stora likheter med Ash2Phos (Ragn-Sells/EasyMining).

För närvarande har man en pilotanläggning som är i drift i Madrid hos sin samarbetspartner Tecnicas Reunidas. Under vintern 2017/18 kommer man att utvärdera funktionen hos pilotanläggningen. Kostnadsberäkning-



Ingående material är slamaska, svavelsyra och saltsyra, och utgående är gips (med Al, Si, Ca och SO och lite P) metaller, huvudprodukten fosforsyra och en järnkloridlösning.

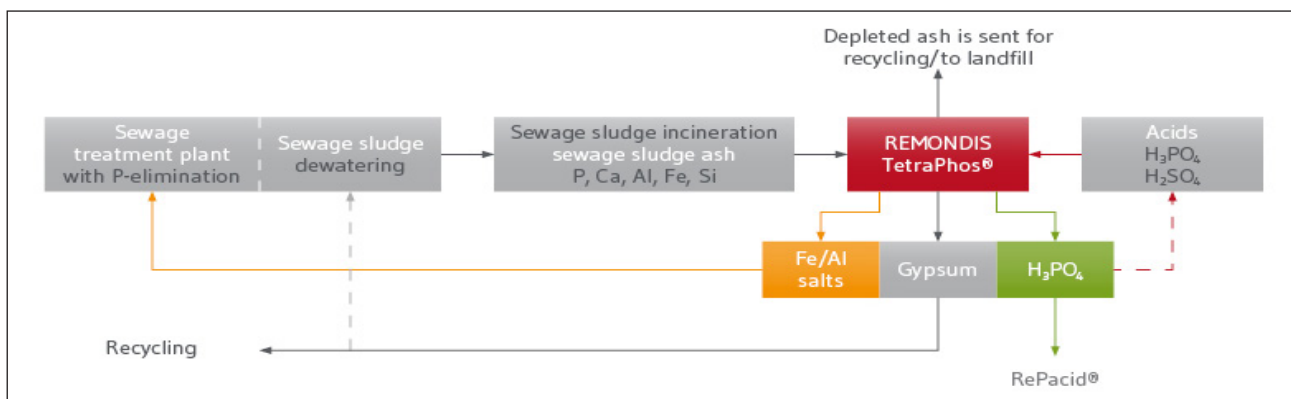
Figur 2-3 Phos4Life-processen som utvecklats i Kantonen Zurich.

arna för processen uppskattas till 60 Euro/ton avvattnat slam jämfört med totala kostnader för föregående hantering av slammet på 300 Euro/ton innan det har blivit slamaska.

2.3.2 Remondis TetraPhos-process, resultat från pilotförsök och reflektioner

Patrick Herr, Remondis Aqua,

Remondis är ett globalt företag som är inriktat på VA och avfallshantering med 30 000 anställda. De har under de senaste åren tagit fram en återvinningsprocess av P från slamaska, se Figur 2-4 nedan. Den har både likheter och skillnader jämfört med den två andra processerna som utgår från slamaska, Phos4Life och Ash2Phos.



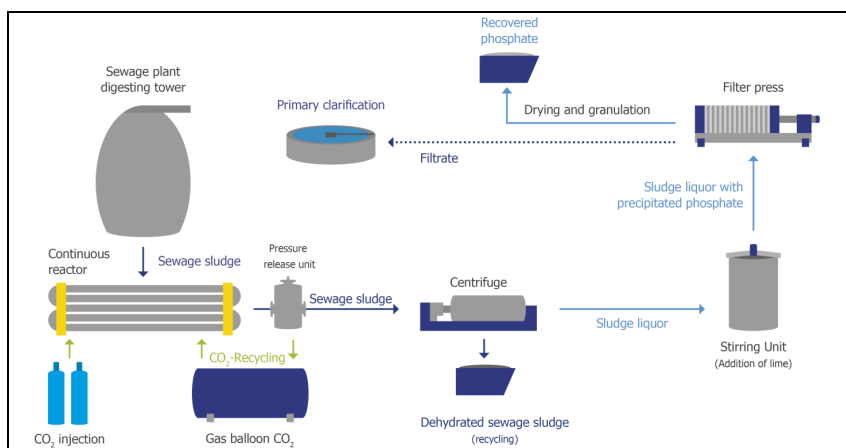
Figur 2-4 Schematisk bild över TetraPhos-processen. Utflödet från processen är förutom huvudprodukten fosforsyra även Fe- och Al-salter, samt gips.

TetraPhos tillsätter (i likhet med Phos4Life) svavelsyra i processen vilket gör att man får gips som ett restmaterial. Förutom detta jobbar man med recirkulerad fosforsyra, vilket de framhåller som en stor fördel. Förutom huvudprodukten fosforsyra uppstår Fe/Al-salter som enligt Remondis kan användas som fällningskemikalie.

En pilotanläggning har varit i drift i Hamburg Wassers reningsverk Köhlbrandhöft sedan Juli 2015 men som nu är nedmonterad för att ge plats för en fullskaleanläggning som årligen skall behandla 20 000 ton slamaska med ett beräknat utflöde av fosforsyra motsvarande 1 600 ton P (vilket motsvarar en fosforhalt i askan på drygt 8 %).

2.3.3 ExtraPhos, CO₂-behandling av slam, Budenheim

ExtraPhos är namnet på en metod som utvecklats av VA-bolaget Budenheim Tyskland. I slutet av juni 2017 invigdes en ExtraPhos-pilotanläggning på reningsverket Mainz-Mombach utanför Frankfurt am Main i Tyskland. Den bygger på att behandla slammet inne i reningsverket, utan förbränning, se Figur 2-5 nedan.



Figur 2-5 Översikt över ExtraPhos-processen, som finns som en pilotanläggning i Frankfurt am Main.

Processen bygger på tre steg:

1. Extraktion: Slammet pumpas in en behållare, trycksätts med CO₂ till 10 bar. Då övergår CO₂ till kolsyra, och den sura miljön gör att en del av fosfor löses ut från slammet och övergår i vattenfasen.
2. Avvattning: Sker med vanligt slamcentrifug och rejektvatten med hög fosforhalt pumpas vidare
3. Fällning: Man tillsätter kalk och fosfor faller ut i form av dikalciumfosfat (DCP) som kan torkas och granuleras och kan användas som gödningsmedel.

Man räknar med att ungefär 70 % av fosfor extraheras ur slammet och kan bilda DCP. För närvarande kör man pilotanläggningen och samlar erfarenheter för att kunna skala upp till fullskala. Processen är intressant eftersom den tillämpas på ickeförbränt slam, utan föregående värmeprocess och inga kemikalier förutom CO₂ behöver tillsättas.

2.3.4 Mephrec - hantering av avloppslam och fosforåtervinning på samma gång, resultat från pilotförsök

Burkard Hagspiel & Otto Schwarzmann, SUN, Nürnberg

Mephrec står för Metallurgic Phosphorus Recycling, och är en relativt komplicerad process vars huvudprocess är en metallurgisk process vid 1 450

grader, vars utflöde är en fosforrik slagg. Ett antal metaller avgår i gasfas (As, Cd, Hg, Pb och Zn) och andra (Cr, Cu, Fe och Ni) stannar men kan avskiljas eftersom de samlas i en flytande densitetsseparerad fas av smältan.



Figur 2-6 Till vänster de briketter av torkat slam som matas in i reaktorn. Till höger slagguttag från reaktorn, från juli 2016.

I princip skall man kunna återvinna värmen i restgaser mm, men det har visat sig mycket svårt i praktiken. Slammet förs in i reaktorn i form av förtillverkade stora pellets, se Figur 2-6 ovan. Fosfor kommer ut i form av en slagg som måste bearbetas vidare för att kunna användas som ett gödningsmedel. Den kemiska sammansättningen på P som finns i slaggen är en form av kiselosfat som liknar sk Thomas-fosfat, och har in inledande studier (P-Rex-projektet) visat sig ha mycket begränsad användning som gödningsmedel i ett modernt lantbruk.

2.3.5 Kubota furnace process

Mattias Mann, Küttner GmbH

Detta är i likhet med Mephrec ovan också en metallurgisk process och används främst som en reduktionsmetod för avloppsslam där restprodukten används som utfyllnadsmaterial. För närvarande pågår forskning om hur man skulle kunna återvinna P från den slagg som uppstår. För att underlätta denna process har man också börjat producera slagg där man undviker inblandning av hushållsavfall, utan enbart matar in avloppsslam som bränsle.

2.3.6 Teknikdemonstrationer inom Phos4You - ett alternativ för Schweiz?

Marie-Edith Ploteau, Lippeverband

Phos4You är inte namnet på en process utan på ett mycket stort EU-projekt. Projektledare är Marie-Edith Ploteau. Projektet är intressant för att det fokuserar på fosforutvinning från avloppsvatten från avloppsreningsverk. Mer info om projektet och dess processer finns i tabellen i kapitel 5.

2.4 Processer som var med på mötet

För att göra det överskådligt finns här en översikt över vilka processer som var representerade på mötet.

Tabell 2-4 Översikt över status på ett par olika tekniker för utvinning av näringsämnen

Namn, företag	Typ	Status och Anläggningar	Kontaktpersoner
Phos4Life (ZAR och Tecnicas Reunidas)	P ur aska	Schweiz/spanskt initiativ. Pilotanläggning i drift i Madrid, utvärdering våren 2018	Stefan Schlumberger stefan.schlumberger@kebag.ch
TetraPhos (Remondis)	P ur aska	Pilotanläggning flyttad från Hamburg, fullskaleanläggning planeras där.	Andreas Rak andreas.rak@remondis.de
Ash2Phos (Ragn-Sells)	P ur aska	Svensk process, pilot/demo byggs på Kemiras område i Helsingborg	Jan Svärd jan.svard@ragnsells.se
ExtraPhos (Budenheim)	P ur ARV	Pilotanläggning invigd i juni 2017 Frankfurt, Mainz-Mombach, CO2	Schnee Dr., Rainer rainer.schnee@extraphos.com
RAVITA (Finskt projekt)	P och N ur ARV	Pilotanläggning finns på ARV i Helsingfors	Heinonen Mari mari.heinonen@hsy.fi
Mephrec	Metallurgisk	Pilotanläggning provkörd, oklar fortsättning	-
Kubota	Metallurgisk	20 anläggningar igång i Japans för slamreduktion, eventuellt också för fosforutvinning, oklart	-

2.5 Växttillgänglighet av P inom återvunnen gödning

Else Bünemann – König,

Research Institute for organic agriculture, FiBL

Else forskade på interaktionen mellan gödningsmedel och gröda i jorden. Hennes presentation handlade om att återvinna fosforprodukter är mer komplexa än till exempel mineralgödsel, och kan därför inte bedömas enligt samma måttstock som dessa. T ex kan P förekomma i mer än en form i återvunna fosforprodukter. Hennes två viktigaste slutsatser var:

Vattenlöslighet är ett dåligt mått på hur bra ett fosforgödselmedel är. Icke vattenlösliga fosforformer i återvunna fosforprodukter, kan snabbt bli växttillgängliga då de interagerar med jorden där det bästa exemplet är struvitprodukterna.

En viktig faktor för fosforverkan är jordens pH, ju mer basisk jord desto sämre fosforverkan. Generellt bör gödningsmedlet bedömas i sitt sammanhang där man tar hänsyn till grödans egenskaper (fosforbehov, fosforupptags-strategi) och jordens egenskaper (pH, fosforstatus, bördighet) men också omgivande klimat.

2.6 Fosfornätverk i Schweiz - information mellan sektorer och samverkan för implementering

Maurice Jutz, Anders Nättorp, Jan Stemann,

School of Life Science, FHNW

Dessa tre berättade att fosfornätverket Schweiz är ett branschövergripande nätverk vars syfte är att arbeta för fosforåtervinning i Schweiz. Fosfornätverket sprider information om teknik, kostnader, återvinningsprodukter,

marknad, miljöpåverkan och lagstiftning och gör dem tillgängliga på en webbplats: www.pxch.ch. Eftersom Schweiz har flera officiella språk vill man också överbrygga språkklyftan.

Fosfornätverket vill även representera de schweiziska aktörernas gemensamma intressen på europainivå och skapa snabb tillgång till utveckling som är relevant för Schweiz, bland annat genom nära samarbete med de tyska och europeiska fosforplattformarna.

2.7 Summering av dagen

Dagen avslutades med en paneldebatt och därefter en summering av Ludwig Hermann, ordförande för ESPP, senior forskare hos Outotec. Följande framkom under paneldebatten:

- De inblandade aktörerna (avloppssektorn, förbränningssektorn, utvecklingsföretag för fosforåtervinning m fl) påtalade att det är oklart vad som kommer att gälla i Schweiz angående fosforåtervinningen.
- Innan det finns lagkrav på vad som gäller, så vet inte aktörerna ovan vad det kommer att kosta, och kan heller inte skjuta över kostnaden på abonnenterna via höjd VA-taxa.
- Schweiz jordbruksmyndighet BAFU (motsvarande SJV i Sverige) påtalade att kvalitén och pris på återvunna fosforprodukter måste motsvara mineralgödsel fosfor, annars kommer lantbruket inte att använda dem.
- 2018 kommer bli ett mycket viktigt år i Schweiz med mycket diskussioner mellan lagstiftande myndigheter och inblandade aktörer, för att få fram ett regelverk som blir funktionellt.
- Ett generellt stöd uttrycktes för kommande lagstiftning, för att den kommer att sträva mot cirkulär ekonomi, hållbarhet och att den bidrar till innovationsklimatet i Schweiz.

Ludwig Hermann avslutade med att konstatera att lagstiftningsinitiativen i Tyskland och Schweiz redan är en påverkande kraft, även om det finns oklara detaljer. Arbete behövs också för att klargöra hur kostnaderna skall överföras på abonnenterna.

3 Fosforåtervinning i Europa

Torsdag 19 oktober ägnades åt nätverkande för stora ledande projekt inom näringsåtervinning (EU2020, LIFE+, INTERREG m fl) med teknikföretag och andra intressenter. Detta följdes av ett föredrag av Christoffer Thornton från ESPP (European Sustainable Phosphorus platform).

3.1 Inledningspresentation

Tecihgräber Burkhard, Lipperverband

Burkhard arbetar på Lipperverband, som är ett vattenvårdsförbund från 1926 kring floden Lippe i nordvästra Tyskland (nära Dortmund). Man har tillämpat monoförbränning av slam sen 70-talet till övervägande del, men i några jordbruksområden har slamåterföring tillämpats. För närvarande undersöker man möjligheten att återvinna P ur aska från tidigare förbränning av slam samt planerar även en ny förbränningsanläggning som skulle designas så att man direkt får fram en gödningsmedelsprodukt.

3.2 Miljömässiga utmaningar som drivkrafter

Eric Jakob, Swiss State Secretariat for Economic Affairs

Eric Jakob var från en statlig myndighet för ekonomi, jmf ”Tillväxtverket” och pratade om att kommande lagkrav på fosforåterföring kan medföra att Schweiz kan bli en ledande innovatör på området.

3.3 EU-policy och utmaningar, samt konferensens program och syfte

Christoffer Thornton, ESPP

Christoffer beskrev hur ESPP försöker vara en katalysator för bättre utnyttjande av näringsämnen. Han tog upp de direktiv som påverkat inriktningen att återvinna näringsämnen, samt hur EUs ”Circular Package” 2015 också hade påverkat utvecklingen. Han påpekade att fosfatmineral sen några år står på EUs lista över kritiska råmaterial, men också att vit P från och med i år står med på listan, som i nuläget omfattar 27 kritiska råvaror.

Översynen av ”EU fertilizer regulation” är ett av flagskeppsinitiativen för paketet om cirkulär ekonomi, men han bedömde att det skulle dröja ännu en tid innan det blir publicerat. Syftet med detta är att ge alla gödningsmedel lika villkor på marknaden, dock omfattar den ej avloppsslam. Han nämnde också ett pågående underprojekt till detta som kallas Strubias, vars mål är att definiera kriterier för:

- Struvit och fosfatsalter
- Askor som används direkt som gödningsmedel
- Kemiskt processade askor för att producera gödningsmedel
- Biokol och pyrolysisprodukter

Han lyfte därefter fram ett antal framgångshistorier från Europa angående näringsåterföring. Det handlade mer om återföring av stallgödsel än slam, men två bör speciellt nämnas här:

- Revaq. Systemet beskrevs och några fakta presenterades, bl a att >50 % av slammet i Sverige kommer från Revaq-certifierade ARV.
- Företaget ”Fertikal” i Holland som processar stallgödsel av olika typ till pellets och därefter exporterar detta till 25 länder i hela världen.

3.4 **Forskning inom EU och forskningsprogram: HORIZON 2020, LIFE, SME Instruments**

Stefania Rocca, SME-byrån, EU-kommissionen

Stefania var från EASME – Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises, vilket är en institution för att underlätta för denna kategori av företag när det skall sökas anslag inom stora utlysningar, t ex H2020. Hon pratade allmänt om dessa program och pekade speciellt på en utlysning, se Figur 3-1 nedan.

TOPIC : Methods to remove hazardous substances and contaminants from secondary raw materials			
Topic identifier:	CE-SCS-01-2018		
Publication date:	27 October 2017		
Focus area:	Connecting economic and environmental gains - the Circular Economy (CE)		
Types of action:	RIA Research and Innovation action		
DeadlineModel:	two-stage	Deadline:	27 February 2018 17:00:00
Opening date:	07 November 2017	2nd stage Deadline:	04 September 2018 17:00:00
Time Zone : (Brussels time)			

Figur 3-1 En utlysning som kan passa med avseende på förädling av avloppsslam.

3.5 **Återvinning av näringsämnen inom EIP AGRI och Horizon 2020**

Gaëtan Dubois, Research & Innovation Unit – DG, AGRI, European Commission

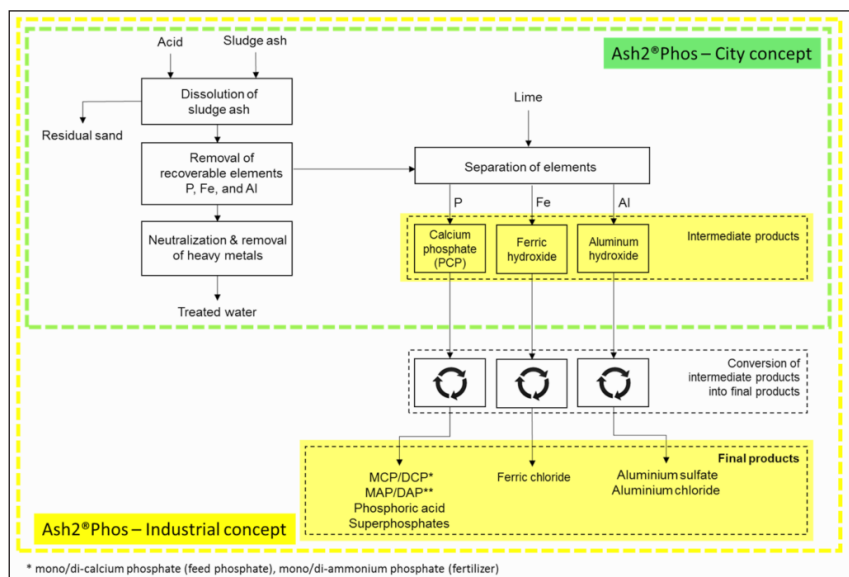
Gaëtan berättade om EIP-AGRI som betyder ”European Innovation Partnerships” inom lantbruksområdet. Detta är ett försök att knyta ihop FoU med lantbrukssektorn, att snabbt få ut nya rön mm praktiskt tillämpning. En intressant sak var att det finns just nu 28 fokusgrupper inom EIP-AGRI, varav en som heter ”EIP-AGRI Focus Group Nutrient Recycling”, med 21 experter från hela Europa, tyvärr ingen från Sverige. Under sin aktiva tid har gruppen bland annat producerat 8 st mindre artiklar inom området, och har precis släppt sin slutrapport (nov 2017) [3] där de beskriver området och förslag till förbättringar.

4 Exempel på nordiska projekt för fosforutvinning

Alla projekt och processer fick inte plats i programmet, utan en del hade presentationer med roll-ups mm i foajén. Detta avsnitt redovisar några utvalda av dessa projekt och processer.

4.1 Ash2Phos

Det för svenskar bekanta konceptet Ash2Phos från Ragn-Sells, hade en bra placering i foajén. Den process som lanseras för fosforutvinning ur slamaska benämns Ash2®Phos och beskrivs i Figur 4-1 nedan.



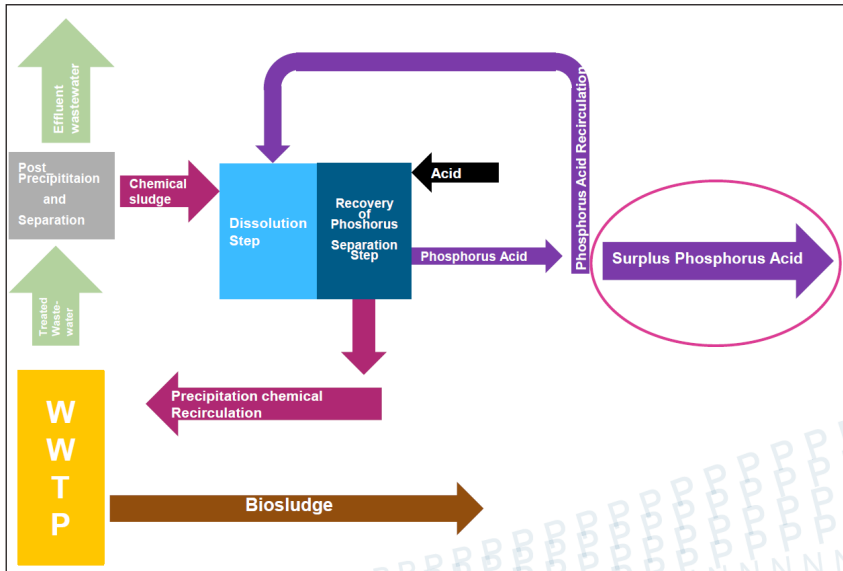
Figur 4-1 Beskrivning av materialflöden i Ash2®Phos-processen (Källa: Ragn-Sells).

Det första steget i processen innebär att askan löses upp i saltsyra varefter utvinningen av de upplösta ämnena sker i ett antal successiva kemiska processteg. Förutom syra tillsätts också kalk i processen. En mellanprodukt, kalciumfosfat, framställs och efter denna kan man välja slutprodukt enligt Figur 4-1 ovan. Renheten på fosforprodukterna är hög med <1 mg Cd/kg P oberoende av askans egenskaper.

Förutom fosforprodukten får man ut järnklorid och aluminium-sulfat/klorid, d.v.s. fällningskemikalier som används för fosforfällning i reningsverk. De kemikalier som tillsätts i processen blir följaktligen en delmängd av de utgående produkterna.

4.2 Ravita

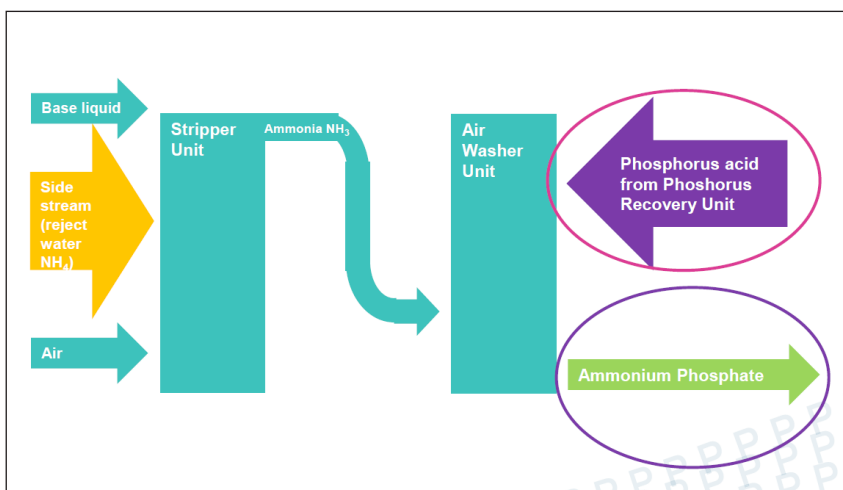
RAVITA är ett finskt innovativt nationellt nyckelprojekt vars syfte är att återvinna näring (både N och P) från ARV. Principen är att fälla ut P på slutet av reningsprocessen, och man får ett kemslam där P sedan utvinns mha av syra till fosforsyra, se Figur 4-2 och Figur 4-3. N utvinns genom en strippingprocess där ammoniak kombineras med fosforsyran till ammoniumfosfat som är ett gödningsmedel.



Figur 4-2 Översikt över RAVITA-processen

Man nämner bl a följande fördelar med denna teknik:

- Passar alla typer av ARV eftersom processen är oberoende av storlek på ARV och typ av fällning (kemisk eller biologisk fosforfällning)
- Näringsämnena hamnar inte i slammet utan de tas ur processen innan dess.



Figur 4-3 Översikt över kvävedelen som kan kombineras med fosforprocessen

Den maximala mängden P som kan återvinnas jämfört med mängden som kommer in till reningsverket uppskattas till 70 %. Motsvarande siffra för N är ca 20 %, eftersom det handlar om det N som finns i rejektvattnet, som utvinns genom strippning. Slutprodukten fosforsyra, eller ammoniumfosfat om den kombineras med kväveprocessen, har låga halter av metaller. Nuläget är att man är i pilot/demo-stadiet med processen och planerar att bygga en demonstrationsanläggning.

I sammanhanget kan angående Finland nämnas att den 20 oktober 2017 släpptes ett policydokument [5] av Natural Resources Institute Finland (Luke), Finnish Environment Institute (SYKE), VTT Technical Research Centre of Finland and Finnish Food Safety Authority Evira. Den handlar om en ny policy för återvinning av näringsämnen från organiskt avfall/restprodukter för att sträva mot en cirkulär ekonomi i enlighet med EUs riktlinjer.

5 Pågående FoU-projekt

5.1 "Speed-date"-presentationer för pågående FoU-projekt i Europa

Syftet med denna programpunkt var att öka kontaktytorna mellan de olika aktörerna. Tjugo projekt presenterades under en dryg timme, så det var bara ca tre min och en powerpointbild per projekt. I nedanstående tabell redovisas varje projekt översiktligt. I högerkolumnen är de bedömda utifrån vilket intresse de bedöms ha för den svenska VA-sektorn. Siffran "3" innebär stort intresse och siffran "1" litet intresse, och de är också sorterade i motsvarande ordning.

Tabell 5-1 Översikt över de projekt som presenterades under "speed-dating" sessionen.

Projektnamn	Info om projektet	Bedömning av intresse för svensk VA-sektor, 1-3 (3 mest intressant, 1 minst intressant)
Phos4You http://www.nweurope.eu/projects/project-search/phos4you-phosphorus-recovery-from-waste-water-for-your-life/	Phos4You är ett gigantiskt projekt med en total budget på 11 miljoner Euro, varav EU står för 6,5 miljoner Euro. Det är ett NWE (NorthWestEurope) Interegprojekt med följande åtta länder: Belgien, Frankrike, Tyskland, Irland, Luxemburg, Nederländerna, Schweiz och Storbritannien. Projektet leds av Lippeverband i Tyskland, vilket kan liknas vid ett vattenvårdsförbund som sedan nästan hundra år har förvaltat floden Lippe (biflod till Rhen), med avseende på flöde och kvalitet mm. Projektet är av stort intresse eftersom dess fokus ligger på P i just avloppsslam från avloppsreningsverk. Man har ett antal stora mål med projektet: <ul style="list-style-type: none"> • I projektet finns 44 olika företag som tillsammans skall konstruera och demonstrera 6 olika fosforåtervinningsprocesser i de deltagande länderna. • Man skall framställa 5 nya gödningsprodukter med återvunnen P. • En EU-standard skall föreslås för hur gödningsprodukter med återvunnen P från avlopp skall bedömas. • Man skall genomföra aktiviteter som ökar den sociala acceptansen för denna typ av produkter. 	3 2017 - 2020 Mycket intressant för SV eftersom det är ett mycket stor projekt som fokuserar på P från enbart europeiska avloppsreningsverk
Run4Life www.run4life-project.eu	Ett Horizon2020-projekt som fokuserar på näringsåtervinning från separerade avloppssystem. Man skall studera extremt snålspolande toaletter, hypertermofil anaerob rötning (70 grader) och en bioelektrokemisk process för N-återvinning, via ammoniumnitrat. Fyra olika demo-siter kommer att presentera koncepten, Belgien, Spanien, Holland och Sverige (H+). Utvärdering av näringsämnen och samarbete med mineralgödseltillverkare och lantbrukare. Projektet är det enda stora EU-projektet med svenskt deltagande och är främst intressant i de fall då man projekterar nya bostadsområden eftersom man utvecklar ny typ av VA-infrastruktur.	3 2017-2021 Projektet fokuserar mer på att jobba uppströms med avloppssystemen än att modifiera konventionellt AVR eller att utvinna näring ur konventionellt avloppsslam.
ENRICH	Projektet är ett LIFE projekt finansierat av EU med 1,6 miljoner Euro, och lika mycket till från andra parter, baserat i Spanien, Murcia WWTP. Projektet går ut på att återvinna näring (både N och P) från avloppsreningsverk. För P satsar man på "to extract and concentrate phosphorus in the liquid phase with a later full recovery via crystallization" och för N gäller "nitrogen recovery unit will be based on ammonium adsorption into zeolites combined with membrane contactors". I förväntade mål anger man att 80 % av P skall återvinnas, varav struvit skall stå för mer än 50 %. För N räknar man med att kunna återvinna 15 % av den totala mängden mha "kväverika produkter". Man avser sedan att blanda dessa produkter till en komplett gödningsmedel för jordbruket. Kännetecken för projektet är också att man skall utveckla nya affärsmodeller och få med flera aktörer i processen, t ex lantbrukare och mineralgödseltillverkare. Projektet har precis startat, september 2017.	3 2017-2021

Projektnamn	Info om projektet	Bedömning av intresse för svensk VA-sektor, 1-3 (3 mest intressant, 1 minst intressant)
Systemic https://systemicproject.eu/	<p>H2020 projekt som fokuserar på att återvinna näringsämnen, N, P och K från ett flertal organiska fraktioner. Man nämner t ex gödsel, avloppsslam och matavfall, men även andra fraktioner kan komma i fråga. Hemsidan är bra och beskriver de fem anläggningarna i detalj.</p> <p>Man har 5 st demonstrationsanläggningar, varav fyra är biogasanläggningar (Holland, Belgien, England, Tyskland) och den femte är ett avloppsreningsverk beläget i Italien. Det är således rötrest från biogasanläggningar som är i fokus i projektet. Dessa demonstrationsanläggningar har redan installerat lovande teknik för näringsämnesåtervinning (NRR, Nutrient Recovery and Recycling) i storleksordning 50-250 kton rötbart material per år och man vill nu nå ut med detta till andra platser/anläggningar som man benämner "outreach" plants.</p> <p>Projektet söker efter 10 sådana anläggningar inom EU och det är fritt fram att skicka in en ansökan om man som anläggning har intresse att delta. Enligt en kontroll med Avfall Sverige som samordnar många av biogasanläggningarna i Sverige så har inbjudan skickats ut till dessa under hösten 2017, men ingen ansökan har kommit in från Sverige (171128). Projektet bör vara av mycket stort intresse för biogasanläggningar i Sverige.</p>	3 2017-2021
RAVITA	Finskt innovativt projekt, se avnitt 7.2.	3 2015-2019
SMART-Plant http://smart-plant.eu/	<p>Stort H2020-projekt med 26 partner från sex länder (Holland, Storbritannien, Italien, Spanien, Grekland och Israel) som tar ett helhetsgrepp på ARV och försöker få dessa att bli "Resource Recovery Plants".</p> <p>Projektet har flera mål:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieffektivitet • Återvinning av näringsämnen • Produktion av biopolymer • Återvinna cellulosa <p>Hemsidan är mycket bra och beskriver bland annat ganska ingående de nio olika ARV, vad fokus är på respektive ARV (cellulosa, näringsämnen etc.). Näringsämnen kommer att återvinnas på olika sätt, t ex i form av fosforrik kompost eller i form av struvit.</p>	3 2016-2020
INCOVER http://incover-project.eu/	<p>Horizon2020-projekt som vill undersöka möjligheten att ARV skall vara både en enhet som renar avloppsvatten och tar hand om resurser i avloppsvatten, inklusive växtnäring. Man skall driva tre fallstudier varav de två första i södra Spanien har målet att producera PHA (PolyHydroxyAlkanoat, en biologisk polymer) och den sista i Frankrike fokuserar på att organiska syror, biogas och biokol. Vad gäller återvinning av näringsämnen nämner man i första hand adsorptionsteknik och filtrering. Tyngdpunkten i projektet ligger i Spanien och Frankrike, men även Danmark är med.</p>	2 2016-2019 Projektet har lite fokus på återvinning av näringsämnen, mer på produktion av bio-kemikalier som PHA mm.
Newfert, http://www.newfert.org	<p>Horizon2020-projekt Newfert (NewFertilisers) som fokuserar på att extrahera näringsämnen ur bioavfall så att dessa kan ingå som råvara till gödselmedelsindustrin. Processer som nämns är kemisk försurning, separation, struvitkristallisation och bioelektrokemiska system. De material de skall jobba med är fast och flytande bioavfall. Det fasta avfallet beskrivs som askor, oklart hur den skapats. Avloppsslam nämns inte någonstans i projektet. En ambitionen är genomgående att höja TRL-nivåerna på de metoder och tekniker som tillämpas.</p> <p>Sex olika partners från fyra europeiska länder deltar, Spanien, Tyskland, Frankrike och Österrike. Projektet koordineras av en stor spansk mineralgödseltillverkare, Fertiberia.</p>	2 2015-2018
Phosphorus from waste-water project, Queens University	<p>Projektet finansieras av Irlands EPA och går ut på att försöka öka återvinningen av P från Irlands avloppsvatten. Projektet börjar med en översikt av tillgängliga tekniker och skall också utveckla recirkulation av P med hjälp av att mikroorganismer skall ta upp P "intracellulärt", och att utveckla en biopolymer som kan fånga upp P.</p>	2 2014-2020
Nurec4org, http://www.kompetenz-wasser.de/de/project/nutrient-recylates-for-organic-farming/	<p>Ett tyskt projekt finansierat av ett kompetenscenter om vatten i Berlin (Kompetenz Zentrum Wasser Berlin) tillsammans med Tysklands största lantbrukarorganisation. Projektets syfte är att undersöka i vilken utsträckning det finns återvunnen P som skulle kunna passa den ekologiska jordbrukssektorn i Tyskland.</p> <p>Man vill också försöka utforma en reglerad process för vilka typer av återvunnen näring som skall vara tillåten, i samråd med alla aktörer. Avloppsslam är inte med i projektet eftersom det icke är tillåtet på ekologisk odling. Struvit från ARV är dock med.</p>	2 2017-2019

Projektnamn	Info om projektet	Bedömning av intresse för svensk VA-sektor, 1-3 (3 mest intressant, 1 minst intressant)
Finland Resource Container project	Detta är ett finskt innovationsprojekt av VTT, RISEs motsvarighet i Finland. Man har utvecklat ett mobilt avloppsreningsverk fokuserat på att utvinna resurser ur avloppsvattnet och samtidigt rena det, samt packat in allt i en container. Man har inte inkluderat något biologiskt steg utan reningen sker med fysisk-kemiska metoder. Anläggningen kan passa i områden med ojämn belastning mellan säsongerna, t ex den svenska västkusten som har stor belastning på sommaren.	2 Dec 2016–dec 2017
Water2Return http://www.bioazul.com/en/portfolio/water2return/	Nystartad H2020 projekt vars mål är att hantera avloppsvatten från slakterier på ett sätt som tar tillvara näringen, helst i koncentrerad form och återför den till produktiv jordbruksmark. Man vill ta vara på P och N och tillverka högkvalitativa organiska gödningsmedel. Det verkar som man till stor del förlitar sig på känd teknik, förutom en "innovativ" fermentationsprocess vars resultat är ett hydrolyserat slam.	2 2017-2020
3R2020+ http://3r2020.com/?lang=es_ES	Spanskt finansierat projekt med allmän avfallsinriktning. Enligt projekthemsidan skall de utvinna/förädla ett stort antal olika typer av avfallsströmmar (plast, rötrest, biogas, askor, slagger, avloppsslam mm) och ur dessa producera ett flertal produkter; biodiesel, PHA, vätgas, metaller, struvit och ammoniumsulfat. Projektet har sin tyngdpunkt i Spanien och en viktig aktör är företaget Urbaser som är projektkoordinator.	1 2015-2019 Tror detta projekt är alldeles för brett och spretigt, och innehåller förmodligen ingen spetsteknologi vad avser avloppsslam.
DECISIVE http://www.decisive2020.eu/	Horizon2020-projekt som koordineras från Danmark, vars övergripande mål är att ta hand om organiskt avfall från urban miljö på ett bättre sätt. Handlar mycket om mangagement och styrning. Nyckelord i projektet är "cirkulär ekonomi", "gröna smarta städer", "socio-ekonomiska faktorer" mm.	1 2016-2020 Projektet är för mycket "management" för att vara intressant för SV.
ALGAECAN	LIFE+ projekt som fokuserar på förädla avloppsvatten från frukt-och grönsaksindustrin, mha soldriven algodling.	1 2017-2020 Ur fokus för Svenskt Vatten.
DOP	LIFE+ projekt för att utveckla en integrerad produktion av Parmigiano Reggiano (parmensanost) genom att tillvarata produktions-spill och gödsel genom att röta detta i biogasanläggningar.	1 2016-2021 Ger intryck av att vara ett samordningsprojekt för ökad rötning av organiskt avfall, vilket vi redan uppnått i Sverige
ASHES	Projekt mellan Tyskland och Brasilien, finansierat av dessa länders forsknings-finansiärer, som går ut på att undersöka möjligheterna med att använda askor från förbränning av restprodukter från sockerrörsindustrin som gödningsmedel inom jordbruket i Brasilien.	1 2015-2018
RichWater http://richwater.eu/	RichWater är ett H2020 projekt som fokuserar på bättre resurshushållning av vatten i torra områden, såsom södra Spanien. Man vill behandla avloppsvatten med fokus på hygienisering för att få bort patogener och därefter använda det direkt till jordbruket, eftersom det då bidrar med både vatten och näring. Projektet koordineras från Spanien	1 2016-2018

Det finns flera projekt inom området och en mycket bra lista över avslutade och pågående projekt finns på ESPP hemsida, www.phosphorusplatform.eu/R&D.

6 Diskussion och reflektion

Detta kapitel är inte objektivt utan återspeglar några reflektioner från författaren.

Det var en välbesökt konferens och det märktes att området är högaktuellt i Tyskland och Schweiz. Eftersom 500 stora reningsverk i Tyskland år 2023 skall presentera en plan för hur de skall återvinna P från sitt slam är det stora intresset förståeligt. Det verkar också som om Schweiz i viss mån följer Tyskland vad gäller lagstiftning för P-återvinning. Det skall bli intressant att se vad som kommer ut från den lagstiftningsprocessen under 2018.

Eftersom slamförbränning är mycket vanligt i Tyskland och Schweiz var det fokus på processer som utgår från slamaska för att återvinna P. De flesta av dessa askprocesser inleds med ett lakningssteg då en syra används, följt av processteg för att få ut P i lämplig form. Val av syra och efterföljande steg och kemikalier skiljer sig åt mellan dessa processer. Eftersom nästan alla har utvecklats av privata VA-bolag så framhålls bara fördelar och inte nackdelar, med avseende på energiåtgång, utflöden av restprodukter och dess avsättning, kostnader, kemikalieåtgång mm. Detta gör att det är svårt att få grepp på hur bra processerna egentligen är och det finns oftast inte någon uppbyggd demo-anläggning för att studera ändamålet.

Förbränning kan vara ett alternativ för P-återvinning, men de processer som bygger på andra principer bör absolut inte förkastas, t ex Ravita och ExtraPhos, där man jobbar mer ”uppströms”. Eftersom denna kategori av processer inte innehåller det ”avgiftningssteg” som en föregående förbränning innebär, så bör speciellt förekomst av oönskade ämnen undersökas i slutprodukten för dessa processer. Under mötet presenterades två processer av metallurgisk typ som innebär mycket höga temperaturer ganska svår processtyrning kombinerat med tuff arbetsmiljö. Personligen tror jag inte dessa två metoder är någon framkomlig väg att gå för att återvinna P.

Sveriges låga deltagande i för oss intressanta EU-projekt på området bör kompenseras med att vi hårdbevakar utvecklingen under dessa långa projekt (ca 4 år) under projekttiden, inte bara då de är slut år 2020–21. Det är kul att nu också Sverige har ett nätverk för detta område med resurshushållning av näringsämnen och vid kommande nätverksmöten bör utvecklingen i pågående EU-projekt redovisas.

Angående vårt grannland Finland var det intressant att de i oktober månad kom ut med ett policydokument om att de vill bli ett föregångsland vad gäller hushållning med näringsämnen. Det vore intressant om något liknande kunde komma ut i Sverige, så att avloppsreningsverken kan börja transformeras från WWTP – Waste Water Treatments Plant, till RRP – Resource Recovery Plants. I det finska dokumentet framgår det också att den absoluta majoriteten av näringen finns i stallgödsel, som i Finlands fall är ca 7 ggr större än den näring som finns i avloppslam. Proportionerna är liknande (ännu större kvot i länder med mycket livmedelsindustri, t ex Nederländerna och Danmark) i de flesta EU-länder vilket innebär att man också bör studera näringen i stallgödsel och se till att den används optimalt, eftersom de stora mängderna näringsämnen finns där.

7 Referenser

- [1] Ordinance on the Reform of Sewage Sludge Utilisation of 27 September 2017. (BGBl. I p. 3465) <http://www.bmub.bund.de/en/topics/water-waste-soil/waste-management/types-of-waste-waste-flows/sewage-sludge/>
- [2] www.p-rex.eu, och ESPP (P-rex)
- [3] A. Nättorp, K. Remmen and C. Remy (2017). Cost assessment of different routes for phosphorus recovery from wastewater using data from pilot and production plants. *Water Science & Technology*, 76.2, sid 413–424
- [4] Final Report EIP-AGRI Focus Group Nutrient Recycling, 2017, www.eip-agri.eu, <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/focus-groups/nutrient-recycling>
- [5] http://www.vttresearch.com/Documents/news/nutrient_recycling_pb_online_final.pdf



Box 14057 • 167 14 Bromma
Tfn 08 506 002 00
Fax 08 506 002 10
svenskvatten@svenskvatten.se
www.svenskvatten.se