

Tag 1: Deutsch - Schweizerische Phosphor-Recycling-Konferenz

Das Treffen in Basel am 18. Oktober 2017 wurde von der FHNW School of Life Sciences, dem Phos4You InterReg Projekt, BaselArea.swiss und der Deutschen Phosphor-Plattform (DPP) organisiert. 160 Stakeholder wurden über den Stand der Phosphor-Recyclingpolitik in der Schweiz und in Deutschland informiert. Die Gründung des **Schweizer Phosphor-Netzwerkes** (www.pxch.ch) wurde angekündigt.

Moderiert wurde der Tag von **Daniel Frank, Deutsche Phosphor-Plattform (DPP)**.

Matthias Nabholz, Kanton Basel-Stadt, unterstrich, das Deutschland und die Schweiz als erste Länder der Welt die Phosphorrückgewinnung verbindlich vorschreiben und damit die Chance eröffnen, Innovationsführer zu werden.

Verpflichtungen zur Rückgewinnung von Phosphor in der Schweiz und in Deutschland

Kaarina Schenk, Bundesamt für Umwelt (BAFU), erläuterte die neue Schweizer Düngemittelkategorie "Mineralische Recyclingdünger" (siehe ESPP eNews n°15), die die Umsetzung der eingeführten Phosphorrückgewinnungspflicht des Bundes begleiten wird (siehe SCOPE Newsletter Nr. 118). Darin werden Grenzwerte für Schwermetalle so festgelegt, dass eine Anreicherung in der Erde die Sicherheit für mindestens 500 Jahre nicht beeinträchtigt und die P-Rückgewinnung dennoch technisch machbar bleibt. Weiterhin gelten NAC (neutrales Ammoniumcitrat) und 2%ige Zitronensäure als bessere Indikatoren für den Düngewert von Phosphat als die Wasserlöslichkeit. Ziel ist es, dass diese neue Düngemittelkategorie ab dem 1. Januar 2019 umgesetzt wird.

Gleichzeitig setzt sich die Schweiz für die Umsetzung der Phosphorrückgewinnungspflicht der Abfallverordnung ein. Diese verpflichtet zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm oder Klärschlammverbrennungssasche, sowie aus Schlachtabfällen. Derzeit sind die technischen Anforderungen an die Phosphorrückgewinnung nicht definiert (z.B. welcher Prozentsatz des Phosphors zurückgewonnen werden muss, wo und unter welchen Bedingungen). Anfang 2018 wird dazu eine technische Arbeitsgruppe gegründet, in der Kantone, Industrie und Experten Vorschläge zur Umsetzung unterbreiten werden. Das BAFU unterstrich, dass die derzeitige Monoverbrennungskapazität (Verbrennung von

Klärschlamm, der nicht mit Siedlungsabfällen oder Industrieabfällen vermischt wird) nicht ausreicht, um den gesamten Klärschlamm der Schweiz aufzunehmen.

In der nachfolgenden **Diskussion** stellten die Teilnehmer des Treffens fest, dass es bis zur Festlegung dieser Kriterien verfrüht ist, in Phosphorrückgewinnung in der Schweiz zu investieren, da sich die jetzt getroffenen technischen Entscheidungen im Vergleich zu den endgültigen Verpflichtungen als unvereinbar oder zu anspruchsvoll erweisen könnten. Die Untersuchung der Phosphorströme und der Logistik sowie die Vorbereitung eines Übergangs zur getrennten Monoverbrennung sollten jedoch bereits in Angriff genommen werden.



Christian Kabbe, Isle Utilities, stellte den Stand der deutschen Klärschlammverordnung vor, die Phosphorrückgewinnung verpflichtend macht, und die zugleich mit einer Novellierung der Düngeverordnung verabschiedet wurde. Dabei müssen die Auswirkungen einiger Aspekte noch geklärt werden. Vereinfachend ausgedrückt, wird die Klärschlamm-

verordnung (innerhalb von 12 oder 15 Jahren, für Kläranlagen > 100 oder 50 000 EW) die Rückgewinnung von Phosphor verlangen, wenn $P > 2\%$ TS im Schlamm enthalten sind. Dieselben Anforderungen gelten auch für kleinere Kläranlagen, wenn sie keinen Schlamm auf Ackerland ausbringen können. (ca. 24% des deutschen Klärschlammes gehen derzeit in die Landwirtschaft), jedoch ist dies im endgültigen Text nicht klar definiert. Die Nutzung von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Flächen wird durch die neue Düngeverordnung (Nitratverordnung), die die Nährstoffbelastung der Böden begrenzt, stark eingeschränkt.



Anders Nättorp, FHNW, fasste die Phosphorströme in der Schweiz zusammen. Er stellte fest, dass Phosphor in Klärschlämmen rund 5 800 tP/a und in tierischen Produkten rund 1 500 tP/a in der Schweiz beträgt und dass dieser derzeit verloren geht, da Klärschlamm in die Zementwerke gelangt. Dieses

Phosphor-Rückgewinnungspotenzial liegt leicht über dem Jahresverbrauch der Schweiz an mineralischen Düngemitteln. Er fasste verschiedene mögliche Wege für die Phosphorrückgewinnung zusammen, für die heute Technologien zur Verfügung stehen: die Rückgewinnung aus Flüssigkeitsströmen, die Extraktion oder thermische Behandlung von

Klärschlamm, die Laugung, die thermische Behandlung oder die Ansäuerung von Asche. Auf der Grundlage von P-REX-Daten (siehe SCOPE Newsletter Nr. 115) schätzt er, dass die Phosphorrückgewinnung 0 - 50 €/t Schlamm kosten könnte, zusätzlich zu den derzeitigen Kosten für die schweizerische Schlamm Entsorgung (Verbrennung) von 90 - 140 €/t (Tonne entwässerter Schlamm).

Positionen der Unternehmen der Abfall- und Wasserwirtschaft



Alain Zaessinger, ProRheno (Kläranlage und Schlammbewirtschaftungsstruktur) bewirtschaftet zusammen mit der **ARA Rhein** rund 30 000 t/Jahr Klärschlamm in der Nordwestschweiz. Sie stellen eine Studie über Investitionsmöglichkeiten für den Ersatz der veralteten Schlammverbrennungsöfen an beiden Standorten vor.

Die Monoverbrennung ermöglicht eine spätere Phosphorrückgewinnung, wie es die neue schweizerische Gesetzgebung vorschreibt.



Christoph Egli, AVA Altenrhein (Behörde mit ca. 20 Kläranlagen), betonte, dass man ganz am Anfang stehen und für die meisten Schweizer Kläranlagen nicht klar ist, welche Technik zum Einsatz kommen soll. Aufgrund des Fehlens einer robusten Technologieentwicklungsstufe, sollte es an dieser Stelle nicht zu einem überstürzten Ausschluss vielversprechender Technologien kommen.

Er weist auf die wesentlichen Informationen hin, die notwendig sind, um die Verpflichtungen zur Rückgewinnung von Phosphor nach der neuen schweizerischen Gesetzgebung zu erfüllen: Wo wird dies verlangt, wessen Pflicht ist es? Wie viel (%) Phosphor muss zurückgewonnen werden? Was sind die Kriterien für das zurückgewonnene Produkt: Qualität? Phosphorgehalt? Das bedeutet, dass es unmöglich ist, zu entscheiden, welches Rückgewinnungsverfahren angewendet werden soll, oder dessen Kosten zu schätzen.

Der VSA (Verband Schweizer Abwasser- und Gewässer-

schutzfachleute) wird im Januar 2018 einen Workshop organisieren, um die Anforderungen der Kläranlage zu ermitteln. Darüber hinaus stellte er die Schlammbehandlung in Altenrhein, die Kosten für Infrastruktur und Betrieb vor und unterstrich die Rolle der Schlammbehandlungsorganisation KIGO in der Ostschweiz. Darüber hinaus stellte er das Projekt Pyrophos (Pyrolyse) vor.



Claudio Bianculli stellte die **ZAB (Vereinigung für Abfallverwertung Bazenheid)** vor, die Klärschlammbehandlung für eine Reihe von Gemeinden in der Ostschweiz (100 000 t Schlamm/Jahr) anbietet. Investitionen in moderne Verbrennungsanlagen ermöglichen eine kostengünstige Energierückgewinnung. Die **Phosphorrückgewinnung**

wird die Herausforderung von morgen sein.

Verfahren zur Rückgewinnung von Phosphor



Stefan Schlumberger, ZAR, stellte das Phos4Life-Verfahren (siehe ESPP eNews Nr. 12) vor, das zur Rückgewinnung von Phosphor aus 30 000 t/a Klärschlammverbrennungsasche aus dem Kanton Zürich und anderen Orten in der Schweiz entwickelt wurde. Dies wird derzeit in Spanien in Pilotversuchen erprobt. Die Asche wird in Schwefelsäure gelöst, wobei Phosphorsäure und

Gips entstehen. Dies ist vergleichbar mit dem Nasssäureverfahren, mit dem die Phosphatindustrie den größten Teil der Phosphorsäure herstellt. Der Gips, der Aluminium, Silizium, Calcium und Sulfat sowie ca. 0,5 % Phosphor (P) enthält, soll für die Zementindustrie verträglich sein. Die Phosphorsäure wird dann mit Solvent-Extraktion und Salzsäure behandelt, um Eisen als Eisenchlorid zu entfernen, das wiederverwertet werden kann und als Fällungsmittel für Phosphor in Kläranlagen dienen kann. Die gewonnene Phosphorsäure wird anschließend mittels Lösungsmittel-Extraktion (Verfahren, das bereits in der technischen und Lebensmittel-Phosphatindustrie eingesetzt wird) gereinigt, um Schwermetalle zu entfernen und eine industrietaugliche Phosphorsäure herzustellen.

Der gesamte Phos4Life P-Rückgewinnungsprozess wird voraussichtlich 50-70 CHF/t entwässerten Schlamm kosten, verglichen mit den derzeitigen Gesamtkosten der Schlammbehandlung (Faulung, Entwässerung, Verbrennung) von ca. 300 €/t (einschließlich der Kosten für Faulung, Entwässerung, Transport und Monoverbrennung). Diese Kosten beliefen sich auf rund 400CHF (2014) vor den jüngsten Investitionen in die neue zentrale und energieeffizientere Verbrennungsanlage in der Stadt Zürich.



Patrick Herr, Remondis Aqua, stellte das TetraPhos®-Verfahren des Unternehmens vor (siehe SCOPE Newsletter Nr. 123), das als Inputmaterial Monoverbrennungsasche aus der Wirbelschichtverbrennung von kommunalem Klärschlamm verwendet. Das TetraPhos®-Verfahren behandelt die Asche mit Phosphorsäure und veredelt das Filtrat nach Abtrennung des säureunlöslichen Rückstands mit Schwefelsäure, Ionenaustausch und selektiver Nanofiltration zu einer Phosphorsäure industrieller Qualität. Das Verfahren ermöglicht auch die Rückgewinnung von Eisen- und Aluminiumsalzen als Fällungsmittel, zur Wiederverwertung in Kläranlagen, Gips für die Herstellung von Baustoffen und einen Restaschenabfall, der entweder in der Zementindustrie verwendet wird oder, wenn letzteres nicht möglich ist, deponiert wird. Mehr als 80 % des in der Asche enthaltenen Phosphors werden in der Phosphorsäure zurückgewonnen. Im Rahmen einer integrierten Anlage, bestehend aus einer Verbrennungsanlage und einer P-Recycling-Anlage, kann die Abwärme genutzt werden, um das Phosphorsäureprodukt zu konzentrieren. Der Rollout der Technologie wird als Public-Private-Partnership zwischen kommunalen Partnern und Remondis umgesetzt. Ab 2019 soll eine großtechnische TetraPhos®-Anlage in der Kläranlage Hamburg-Wasser jährlich 20.000 Tonnen Asche aufbereiten und mehr als 1.600 Tonnen P zurückgewinnen.

Das TetraPhos®-Verfahren behandelt die Asche mit Phosphorsäure und veredelt das Filtrat nach Abtrennung des säureunlöslichen Rückstands mit Schwefelsäure, Ionenaustausch und selektiver Nanofiltration zu einer Phosphorsäure industrieller Qualität. Das Verfahren ermöglicht auch die Rückgewinnung von Eisen- und Aluminiumsalzen als Fällungsmittel, zur Wiederverwertung in Kläranlagen, Gips für die Herstellung von Baustoffen und einen Restaschenabfall, der entweder in der Zementindustrie verwendet wird oder, wenn letzteres nicht möglich ist, deponiert wird. Mehr als 80 % des in der Asche enthaltenen Phosphors werden in der Phosphorsäure zurückgewonnen. Im Rahmen einer integrierten Anlage, bestehend aus einer Verbrennungsanlage und einer P-Recycling-Anlage, kann die Abwärme genutzt werden, um das Phosphorsäureprodukt zu konzentrieren. Der Rollout der Technologie wird als Public-Private-Partnership zwischen kommunalen Partnern und Remondis umgesetzt. Ab 2019 soll eine großtechnische TetraPhos®-Anlage in der Kläranlage Hamburg-Wasser jährlich 20.000 Tonnen Asche aufbereiten und mehr als 1.600 Tonnen P zurückgewinnen.

Otto Schwarzmann, SUN Nürnberg (Kläranlagenbetreiber), präsentierte Erfahrungen mit dem Betrieb der Mephrec-Prozesspilotanlage (0,6 t Klärschlamm pro Stunde Kapazität, Chargenbetrieb). Dieses Verfahren arbeitet bei >1400°C und erzeugt eine "Schlacke", die derzeit 2-2,5% Phosphor (P) enthält und einen niedrigen Schwermetallgehalt aufweist. Zu den Schwierigkeiten in der Praxis, gehören: Die Qualität des Synthesegases,

das durch den Rückgewinnungssofen erzeugt wird, wird aufgrund des hohen Anteils von Flugaschepartikeln und Steinkohlenteer wirtschaftlich nicht die Standards von Brenngas für die Verwendung in Motoren zur Stromerzeugung erreichen. Auch der Düngewert der Schlacke muss noch nachgewiesen werden (siehe SCOPE Newsletter Nr. 115). Diese Erfahrung zeigt, dass Entwicklungen und finanzielle Annahmen, die auf Laborversuchen basieren, in größerem Umfang validiert werden müssen. Derzeit verhandelt SUN mit dem Projektkonsortium über eine zukünftige Zusammenarbeit.

Matthias Mann, Küttner GmbH, präsentierte den Kubota-Ofenprozess. Hierbei handelt es sich ebenfalls um ein metallurgisches Verfahren mit einer Ofenanlage, die mit getrocknetem Klärschlamm (80% Trockensubstanz) mit einer Prozesstemperatur von >1300°C arbeitet. Über 30 Öfen werden von Kubota in Japan betrieben (siehe SCOPE Newsletter Nr. 125), jedoch nicht für die Phosphorrückgewinnung. Die meisten davon sind für die Entsorgung von Klärschlamm (mono oder gemeinsam mit dem Hausmüll) bestimmt, wodurch eine Schlacke entsteht, die z.B. als Baustoff verwendet werden kann. Derzeit laufen Studien zur möglichen Phosphorrückgewinnung in Öfen, die nur Klärschlamm als Input behandeln. Etwa 90 % des eingesetzten Phosphors wird in das thermische Schlackeprodukt überführt (diese Schlacke macht ca. 92 % der gesamten Inputmasse aus), während die meisten Schadstoffe im Rauchgas freigesetzt werden, aus dem sie mit handelsüblichen Rauchgasreinigungssystemen abgetrennt werden können (8 % Masse). Die Ergebnisse der Pflanzenversuche (pH-Wert des Bodens bis 7,2) zeigen, dass die Schlacke ähnliche Ernten liefert wie Triplesuperphosphat (TSP) für Reis, aber ca. 10% weniger für Weizen und Gras.

Marie-Edith Ploteau, Lippeverband Deutschland, fasste vier Phosphorrückgewinnungsprozesse zusammen, die im Phos4You Interreg NWE-Projekt (2016-2020) demonstriert werden:

- **Bioversäuerung von Klärschlamm** (IRSTEA France) zur Lösung von Phosphor in Kombination mit der Struvit-fällung (Struvia-Prozess von Veolia) in der Kläranlage Lille (Frankreich). Durch die Kombination beider Reaktoren soll die P-Rückgewinnung aus dem Klärschlammfiltrat deutlich gesteigert werden.



- **Chemische Säureextraktion von Phosphor aus teilweise getrocknetem Klärschlamm** (Universität Lüttich), gefolgt von einem Reaktiv-Extraktionsschritt und fraktionierter Fällung zur Entfernung von Schadstoffen und schließlich einer Fällung von Calcium-Magnesium-Phosphat, das direkt als Düngemittelbestandteil verwendet werden kann. Eine mobile Demonstrationsanlage, die europaweit bei verschiedenen Kläranlagen im Bypass eingesetzt wird, wird es ermöglichen, den Prozess in einem entsprechenden Simulationstool anzupassen und zu validieren.
- **Thermochemische zweistufige Behandlung von Klärschlamm (EuPhoRe-Verfahren)** mit einer reduktiven Stufe bei 650-750 °C und einer oxidativen bei 900-1000 °C in einem Drehrohrofen sowie einer Rauchgasreinigung. Das Verfahren produziert phosphatreiche Asche mit sehr geringem Gehalt an Schadstoffen, in der Phosphor als Pflanzenbestandteil erwartet wird. Ein 100 kg Trockensubstanz-Input/Stunde Pilotprojekt soll auf der Emschergenossenschaft's Anlage in Dinslaken, Deutschland, gebaut werden, um den Prozess zu validieren und die Parameter zu verfeinern. Parallel zu Phos4You wird auch die komplette Drehrohr-Schlammverbrennungsanlage in Oftringen, Schweiz (30.000 tDM/a, Baujahr 1992), für die großtechnische Umsetzung des EuPhoRe Prozesses modifiziert. Damit soll die Verwendung der Asche in der Düngemittelproduktionskette (anstelle der bisherigen Entsorgung) ermöglicht werden.
- **Die saure Phosphorextraktion aus der Klärschlammverbrennungsasche** mit anschließender Schadstoffbeseitigung wird im (vor-)industriellen Maßstab durch den Lippeverband mit verschiedenen Aschen aus zwei Verbrennungsanlagen der Emscher-Lippe-Region in Bottrop und Lünen (DE) getestet.

Weitere Aktivitäten von Phos4You umfassen die Untersuchung der Aschequalität aus der Schlammverbrennung von HVC Dordrecht (NL) und SNB Moerdijk (NL). Die Phosphorrückgewinnung aus dieser Asche ist in der Ecophos-Fabrik in Dünkirchen, Frankreich, geplant (siehe SCOPE Newsletter Nr. 120).

Der Düngewert und die Sicherheit der verschiedenen rückgewonnenen Phosphorprodukte werden bewertet. Es wurde unterstrichen, dass unrealistisch hohe Nährstoffeinträge (kgP/ha Äquivalent) wie in einigen früheren Experimenten vermieden werden sollten und dass der pH-Wert des Bodens ein wichtiges Kriterium ist

(Test in leicht sauren und neutralen Böden).



Else Bünemann, FiBL (Forschungsinstitut für biologischen Landbau) erklärt, dass derzeit rund 2/3 des Phosphoreintrags in die Landwirtschaft in der Schweiz aus der Wiederverwertung von Gülle und landwirtschaftlichen Reststoffen stammt. Sie präsentierte experimentelle Daten über den Düngerwert und die Löslichkeit von rückgewonnenen Phosphatmaterialien unter Verwendung verschiedener Extraktionsmittel, vor allem Daten aus Testversuchen, einschließlich Klärschlammverbrennungsasche (geringe Anlagenverfügbarkeit), Fleisch- und Knochenmehlasche (hoher Gehalt an sauren Böden), Struvit (hoher Gehalt). Bei einigen Materialien hängen die Pflanzenverfügbarkeit und Löslichkeit von Produktionsprozessen oder -eigenschaften ab: So zeigte beispielsweise ein Pyrolyseprodukt eine geringe Pflanzenverfügbarkeit, während ein alkalisches Pyrolyseprodukt eine hohe Pflanzenverfügbarkeit aufwies. Die Verfügbarkeit von Calciumphosphaten hängt von der Kristallform ab. Abschließend betonte sie, dass die Wasserlöslichkeit kein guter Indikator für die Pflanzenverfügbarkeit ist, dass die Pflanzenverfügbarkeit stark vom pH-Wert des Bodens abhängt und durch Granulierung bzw. Partikelgröße verändert werden kann.

Die Verfügbarkeit von Calciumphosphaten hängt von der Kristallform ab. Abschließend betonte sie, dass die Wasserlöslichkeit kein guter Indikator für die Pflanzenverfügbarkeit ist, dass die Pflanzenverfügbarkeit stark vom pH-Wert des Bodens abhängt und durch Granulierung bzw. Partikelgröße verändert werden kann.

Maurice Jutz, FHNW, kündigte die Gründung des Schweizer Phosphor Netzwerkes (www.pxch.ch) an. Das Netzwerk wird den Informationsaustausch zwischen Schweizer Akteuren, die ebenfalls die verschiedenen Sprachregionen berücksichtigen, erleichtern und als Anlaufstelle für die ESPP und andere Akteure auf europäischer Ebene fungieren. In der Schweiz laufen derzeit fünf Demonstrationsprojekte: Bern, Zofingen, Bazenheid, Zürich und Altenrhein.

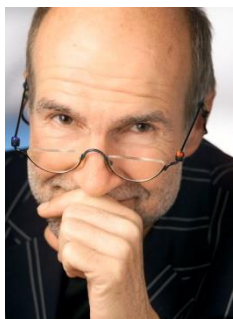
Podiumsdiskussion und Schlussfolgerungen

BAFU, Christoph Egli als Vertreter der Kläranlage Altenrhein und VSA, Cladio Bianculli, ZAB, Monoverbrennungsbetreiber, diskutierten über Phosphorrückgewinnung; moderiert wurde von **Thomas Wintgens, School of Life Science, FHNW**.

Es wurde von den Betreibern betont, dass heute nicht klar ist, was für die Phosphorrückgewinnung erforderlich ist und wie viel dies kosten wird. Da dies per Verordnung nicht festgelegt ist, ist es nicht möglich, die

Kosten auf die Wasserverbraucher abzuwälzen. Das BAFU antwortete, dass 2018 eine Studie über Bedingungen und Kosten in Auftrag gegeben wird, gleichzeitig jedoch ein neues Gesetz notwendig sei, um die Kosten weitergeben zu können. Das Bundesamt für Landwirtschaft betonte, dass der Preis für die zurückgewonnenen Phosphatdünger dem Marktpreis entsprechen muss, damit die Landwirte sie verwenden, und dass die zurückgewonnenen Düngemittel Qualitätsstandards einhalten müssen, um den Bodenschutz zu gewährleisten.

Es wurde der Schluss gezogen, dass die Interessengruppen von den schweizerischen Regulierungsbehörden aufgefordert werden können, Anfang 2018 an der Umsetzung zu arbeiten. Diese sollen Klarheit schaffen und gleichzeitig Flexibilität ermöglichen. Das Panel unterstrich abschliessend die generelle Unterstützung der schweizerischen Phosphorrückgewinnungsverpflichtung, die als wichtige Chance zur Verbesserung der Nachhaltigkeit und zur Entwicklung von Innovationen gesehen wird, sowie die Überzeugung, dass die in der Entwicklung befindlichen Technologien die Erreichung der Ziele ermöglichen werden.



Ludwig Hermann, Outotec und Präsident der Europäischen Plattform für nachhaltigen Phosphor (ESPP) beendete den Tag und fasste die Schlussfolgerungen folgend zusammen:

- Die neuen deutschen und schweizerischen Verpflichtungen zur Phosphorrückgewinnung bringen die Dinge bereits voran und werden diese Länder in die Position versetzen, Innovationsführer zu werden
- Es sind Arbeiten erforderlich, die die Umsetzungsbedingungen definieren und die der Frage nachgehen, wie die Kosten an die Verbraucher weitergegeben werden können
- Eine Reihe von verschiedenen Technologien sind in der Entwicklung, mit unterschiedlichen Ansätzen und mit verschiedenen Endprodukten.
- Die agronomische Leistung von hochwertigen recycelten Phosphorprodukten ist vergleichbar mit mineralischen Düngemitteln, obwohl sie nicht wasserlöslich sind
- Qualitätskriterien sind wichtig, um die Sicherheit von Boden, Kulturpflanzen und Landwirten sowie

das Vertrauen von Verbrauchern und Verbrauchern zu gewährleisten

Tag 2: Europäisches Treffen zum Thema Nährstoffrecycling und F&E

Das Treffen am 19. Oktober 2017 in Basel, wurde von der FHNW School of Life Science, dem Phos4You InterReg-Projekt, der European Sustainable Phosphorus Platform (ESPP), der Deutschen Phosphor Plattform (DPP) und Base-lArea.swiss organisiert. Über 25 EU- (Horizont 2020, LIFE, Interreg) und national geförderte FuE-Projekte sowie Teilnehmer aus Industrie und Politik diskutierten Forschungsorientierungen, Möglichkeiten der Projektkoordination und Synergien sowie den Bedarf an zukünftigen Forschungs- und Demonstrationsaktivitäten.

Dies ist das zweite derartige europäische Treffen nach dem ersten EU-Nährstoffrecyclingprojekt und dem ersten EU-Workshop, Berlin, 2015 (siehe SCOPE Newsletter Nr. 111), das von ESPP, der Europäischen Kommission und P-REX organisiert wurde. Die Schlussfolgerungen werden von der Europäischen Kommission unter <http://bookshop.europa.eu/en/circular-approaches-tophosphorus-pbKI0115204/> veröffentlicht.



Burkhard Teichgräber, Lippeverband, erklärte, dass die angeschlossenen öffentlichen Wasserverbände Emschergenossenschaft und Lippeverband die Abwässer von fast 4 Millionen Menschen behandeln. Das Recycling von Phosphor gilt als wichtiges Nachhaltigkeitsziel. Aufgrund industrieller Einleitungen in das Abwasser wird der Klärschlamm in der

Emscher-Genossenschaft jedoch seit den 1970er Jahren verbrannt. In den ländlichen Regionen des Lippeverbandes wurde der Schlamm, wo immer möglich, vorschriftsmässig in der Landwirtschaft eingesetzt. Die Besorgnis über Kontaminanten wie Pharmazeutika oder Mikroplastik drängt jedoch weiter auf die Verbrennung von Klärschlamm und die Suche nach Alternativen zur Rückgewinnung von Nährstoffen. Rund 90 % des derzeit verbrannten Klärschlammes gehen in die Monverbrennung. Die Wasserverbände prüfen derzeit ein

Zusatzverfahren zur Rückgewinnung von Phosphor aus einer bestehenden Schlammverbrennungslinie und eine neue Linie zur direkten Verarbeitung von Schlamm zu einem Düngemittelprodukt.

Eric Jakob, Schweizer Staatssekretariat für Wirtschaft, erklärte, dass die Schweiz bestrebt ist, **wirtschaftliche Rahmenbedingungen** zu schaffen, welche die Entwicklung und Innovation von Unternehmen ermöglichen, einschliesslich Stabilität und Vorhersehbarkeit, Konsultation der Stakeholder und Ausgewogenheit zwischen ökologischen und ökonomischen Zielen. In diesem Zusammenhang bietet die schweizerische Phosphor-Recyclingverpflichtung Chancen für die Schweiz Innovationsführer zu werden.

Chris Thornton, ESPP, fasste die EU-Politik zusammen, die den Nährstoffumgang vorantreibt, angefangen mit der EU-Abwasserrahmenrichtlinie und der Nitratrichtlinie im Jahr 1991 bis hin zum heutigen Ansatz der Kreislaufwirtschaft.. Wichtige politische Maßnahmen sind die Aufnahme von Phosphatgestein und P4 in die EU Critical Raw Materials List, die Überarbeitung der EU-Düngemittelverordnung (incl.STRUBIAS = Kriterien für Struvit, Pyrolysematerialien, Ascheprodukte), F&E-Fördermittel, Standards. Er stellte eine Reihe von Beispielen vor, die zeigen, dass Unternehmen, Landwirte, Genossenschaften und Kommunen bereits heute erfolgreich Tausende Tonnen Nährstoffe und organischen Kohlenstoff aus Gülle, tierischen Nebenprodukten und Abwasser rückgewinnen.

EU-Forschungsförderung für Maßnahmen im Bereich der Nährstoffe



Stefania Rocca, EASME (Executive Agency for Small and Medium-Sized Enterprises), stellte in den letzten 2 Jahren geförderte Projekte vor, die für die Wiederverwertung von Nährstoffen im Rahmen von Horizont 2020 und LIFE relevant sind, sowie Möglichkeiten für 2018-2019.

Relevante Horizont-2020-Projekte, die 2016 im Rahmen der "Industry 2020 in the Circular Economy"-Aufrufe für CIRC-01 und CIRC-02 gefördert wurden, umfassen große Innovationsprojekte wie Systemic, Run4Life, Water2Return. Die Entscheidung für große Demonstrationsprojekte im Rahmen der

Einreichung von Anträgen für 2017 ist noch nicht gefallen.

In den Jahren 2018 und 2019 werden neue Aufrufe im Rahmen von Horizon 2020 Societal Challenge 5 (Klimaschutz, Umwelt, Ressourceneffizienz und Rohstoffe) sich mit dem Thema "Connecting economic and environmental gains - the Circular Economy" befassen und Themen zur Entfernung von Schadstoffen aus Sekundärrohstoffen (SC5-01) sowie zu wasserbewusster Wirtschaft und Gesellschaft (SC5-04) behandeln.

Projekte sind auch im Rahmen von Horizont-2020-Bottom-Up-Aufrufen wie dem KMU-Instrument und FTI (Fast Track to Innovation) sowie dem LIFE-Programm möglich. LIFE umfasst zwei Teilprogramme: Umwelt (einschließlich Natur) und Klimaschutz und unterstützt die Ausrichtung auf die Kreislaufwirtschaft.



Gaëtan Dubois, European Commission, DG Agriculture, präsentierte die Horizon 2020 „Societal Challenge Agriculture and Food (SC2)“ und die Tätigkeiten von EIP-AGRI (European Innovation Partnership). EIP-AGRI zielt darauf ab, Verbindungen zwischen FuE im Rahmen von H2020 und der europäischen Politik zur Entwicklung des ländlichen

Raums herzustellen.

Im Rahmen von Horizont 2020 thematisieren mehrere Großprojekte, die im Jahr 2016 oder in 2017 gefördert wurden, landwirtschaftliches Recycling und die Auswirkungen der Landwirtschaft auf das Wasser. Die Aufrufe 2018-2019 werden sich mit der Aufwertung von städtischen Bioabfällen, organischen Düngemitteln aus Biogas-Gärresten und der Schließung von Nährstoffkreisläufen befassen.

Eine weitere Fördermöglichkeit im Rahmen von Horizon 2020 ist "Thematic Networks", um "praxistaugliches Wissen" zusammenzustellen. Ein solches Netzwerk könnte Synergien zwischen den verschiedenen aktuellen und künftigen nährstoffrelevanten F&E-Aktivitäten ansprechen und Verbindungen zur Industrie und zu Interessengruppen herstellen, um Politik und Akzeptanz zu fördern. Solche Netzwerke werden jedoch nur für eine bestimmte Zeitdauer finanziert, so dass das Ziel darin bestehen könnte, einen Prozess oder eine Struktur zu etablieren, die sich dann selbst erhalten könnte.

Die EIP-AGRI brachte 2016 eine "Focus Group" von Experten für recycelte Nährstoffe zusammen (Zusammenfassung der Schlussfolgerungen im SCOPE Newsletter Nr. 124). Ziel dieser Gruppen ist es, Forschungsbedarf und -themen für "Operational Groups" (siehe unten) zu identifizieren.

Die Focus Group Recycled Nutrients hat den Forschungsbedarf in den folgenden Bereichen identifiziert:

- **Organische Verunreinigungen**
- **LCA Methoden:** Ökobilanzmethodik/Risikobewertung
- **Bewertung** der Effizienz der Nährstoffverwendung
- **Akzeptanz** der Verwendung von recycelten Düngemitteln durch Landwirte, Lebensmittelindustrie und öffentliche Verbraucher
- **Entwicklung** maßgeschneiderter, recycelter Nährstoffprodukte
- **Einsatz** von Fernerkundung für Precision Farming
- **Entwicklung landwirtschaftlicher Werkzeuge** zur Bestimmung des Nährstoffgehalts und zur Bewertung der Kohlenstoffbilanz des Bodens

Diese Schlussfolgerungen werden in künftige Definitionen der EU-Forschungsförderung einfließen.

EIP-AGRI Operational Groups

Operierende Gruppen (OGs) sind lokale Aktionen, die von mehreren Interessensgruppen durchgeführt werden und die mit Hilfe von Mitteln aus dem Fonds für die Entwicklung des ländlichen Raums eingerichtet werden, um spezifische Herausforderungen oder Chancen zu adressieren. Daher stammen sie aus lokalen Bottom-up-Initiativen, die in Abhängigkeit von den thematischen Möglichkeiten des RuralDevelopmentFunds jeder Region finanziert werden, mit dem Ziel, eine breitere Verbreitung der Ergebnisse und des Lernens zu ermöglichen. Bis heute haben 98/118 Regionen Operational Groups in ihr Programm aufgenommen, und es wird erwartet, dass über 3000 Gruppen 2014-2020 gestartet werden. Einige OGs, die in engem Zusammenhang mit der Wiederverwertung von Nährstoffen stehen, haben bereits in verschiedenen Regionen begonnen.

Synergien zwischen F&E-Projekten

Das Treffen ermöglichte es, dass 24 FuE-Projekte, die für die Nährstoffrückgewinnung relevant sind, vorge-

stellt werden konnten (www.phosphorusplatform.eu/R&D), so dass sich alle Teilnehmer jedes Projekts vorstellen und Kontakte knüpfen konnten. Der ESPP-Katalog der F&E-Projekte, in dem rund 100 F&E-Projekte zum Thema Nährstoffmanagement aufgelistet wurden, wurde auf der Tagung in Umlauf gebracht (www.phosphorusplatform.eu/R&D) und ermöglichte die Vernetzung. Die folgenden Projekte stellten ihre Projekte vor: AgroCycle, ALGAECAN, ASHES, Biorefine Cluster Europe, BONUS PROMISE, DECISIVE, DOP, ENRICH, IMPROVE-P, INCOVER, Newfert, Nurec4org, Phorwärts, Phos4You, QUB Phosphorus from wastewater, RAVITA, RichWater, Run4Life, SABANA, SMART-Plant, SYSTEMIC, The Resource Container, Water2Return and 3R2020+.

Dies hat gezeigt, dass es eine Reihe verschiedener Demonstrationsstandorte und -anlagen für die Phosphorrückgewinnung und das Nährstoffrecycling in laufenden Projekten gibt (und weitere werden in Kürze in Angriff genommen, siehe oben), die ein wichtiges Potenzial für den Erfahrungsaustausch und den Vergleich der Ergebnisse bieten. Die Industriepartner der in Basel präsentierten Projekte zeigen das Interesse an dieser Arbeit. Die Projekte decken verschiedene geografische Gebiete, Sektoren, Forschungsbereiche, Themenbereiche und Abfall-/Rückstandsströme ab, die recycelt werden sollen.

Parallele Sitzungen / Workshops

Fünf parallele Sitzungen ermöglichten den Austausch zwischen den Projekten und den Teilnehmern, in der die folgenden Schlussfolgerungen gezogen wurden:

Recycelte Nährstoffqualitäten und Standards. Berichterstatter: Oscar Schoumans, Wageningen Umweltforschung

- Assays zur Bestimmung der Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen liefern wichtige Informationen, sollten aber nicht reguliert werden. Industrie und Landwirte werden feststellen, welche Produkte funktionieren
- Variabilität bei Recyclingmaterialien auf organischer Basis: Die Landwirte sind es gewohnt, mit der Variabilität umzugehen; es sollten jedoch Messstandards und Echtzeit-Messsysteme entwickelt werden
- Organische Verunreinigungen sind ein wichtiges



Thema für die Akzeptanz von Recyclingprodukten:
Es sind regulatorische Maßnahmen erforderlich

Nährstoffrückgewinnung in der Kläranlage der Zukunft. Berichterstatter **Nicolas Morales Pereira, FCC Aqualia**

- Potenzial für die Integration der Nährstoffrückgewinnung in innovative neue Wasseraufbereitungssysteme
- Breites Spektrum an Technologien und Ansätzen
- Neue Geschäftsmodelle sind notwendig
- Die Akzeptanz von recycelten Produkten bei Landwirten und Verbrauchern ist eine zentrale Herausforderung



Lebenszyklus-Analyse (LCA) und –Kalkulation (LCC). Berichterstatterin **Marianne Thomsen, Universität Aarhus**

- Diskussion der 'Ökobilanz Funktionseinheit' (LCA) und der Systemgrenzen
- Probleme mit Daten: häufig fehlende, nicht öffentliche, veraltete (auf veralteten Prozessen basierende) Daten, Schwierigkeiten beim Übergang von spezifischen Installationsdaten zu generischen Daten
- Notwendigkeit der Arbeit zwischen den Projekten, um kohärente Methoden zu gewährleisten.



Technologietransfer von Abwasser zu/von Gülle und anderen Stoffströmen. Berichterstatterin: **Emilie Snauwaert, Flämische Koordinierungsstelle für Gülleverarbeitung**

- Herausforderung: Herabstufung auf zuverlässige, kleinmaßstäbliche, einfach zu bedienende Rückgewinnungsverfahren für ländliche Gebiete

- Bedeutung der Produktnormen für recycelte Düngemittel (zu erwarten nach EU-Düngemittelverordnung)
- Notwendigkeit der Finanzierung von:
 - Investitionen der Landwirte
 - Demonstrationsstandorte in verschiedenen Maßstäben und Kontexten, die sowohl die Verwertungstechniken als auch die Qualität der Endprodukte abdecken.
 - Grenzüberschreitende Zusammenarbeit
 - Aufklärung der Verbraucher über die Notwendigkeit der Wiederverwertung von Nährstoffen
- Politik und Regulierung sind Schlüsselfaktoren für Veränderungen

Nährstoffrückgewinnung: Wie von der Forschung und Entwicklung zur Umsetzung übergegangen werden kann. Berichterstatterin: **Maelenn Poitrenaud, SEDE Environnement (Veolia)**.

- Vorbereitung der Umsetzung: Technische Bewertung, Marktanalyse, Risikobewertung, Businessplan, Ziele und Planung, Meilensteine
- Notwendigkeit der Verwaltung von IP (Intellectual Property)
- Entwicklung strategischer Partnerschaften: Endverbraucher (z.B. Landwirtschaftsorganisationen), Investoren



Newtrient Güllebehandlung Technologiebewertung & Katalog

Steven Rowe, Newtrient (die nahezu alle US-amerikanischen Milchproduzenten vertreten www.newtrient.com/Catalog/Technology-Catalog) präsentierte über Skype das Online-Inventarisierungs- und Evaluierungswerkzeug dieser Organisation für Gülleverarbeitungstechnologien und Prozesslieferanten (siehe SCOPE Newsletter Nr. 125).



Es wurden über 220 Technologien evaluiert, von denen

sich über 180 im Online-Katalog befinden. Die Bewertungen beruhen auf Wirtschaftlichkeit, Transparenz und wirtschaftliche Tragfähigkeit, einschließlich der Frage, ob die Technologie heute in der Landwirtschaft eingesetzt wird, der Präsenz von Lieferanten und After-Sales und der Bewertung von Betriebsfällen in der Landwirtschaft. Rund 2/3 der Technologien, die derzeit im Katalog aufgeführt sind, beziehen sich auf die Wiederverwertung von Nährstoffen.

Steve Rowe unterstrich, dass Newtrient mit europäischen Anbietern von Gülleverarbeitungstechnologien und Fallstudien aus der Praxis spricht. Er wird bei ManuResources, Eindhoven 27-28 November, anwesend sein.

Schlussfolgerungen für künftige Maßnahmen

Ein abschließendes Panel erörterte den Bedarf an künftigen Maßnahmen und eine mögliche Koordinierung zwischen den Projekten, mit: **David Scaglione, Gruppo CAP water utility Milan region, Marja-Liisa Tapio-Biström, Finland Ministry of Agriculture and Forestry, Silvia López Palau, Suez / Cetaqua**, moderiert von Chris Thornton, ESPP.

Die Diskussionsteilnehmer stellten fest, dass die Technologie heute nicht mehr das Hindernis für die Nährstoffrückgewinnung und das Recycling ist, sondern vielmehr:

- **Rechtlicher Rahmen**
- Die Interessengruppen müssen einbezogen werden, um sicherzustellen, dass die wiederaufbereiteten Produkte an die Bedürfnisse der Landwirte angepasst werden
- **Förderung der Akzeptanz der Verwendung von recycelten Nährstoffen** bei Interessengruppen wie der Lebensmittelindustrie, Verbrauchern und Verbrauchern

Neben der Demonstration neuer Technologien im Pilotmaßstab ist jedoch auch eine umfassende Demonstration der Nährstoffrückgewinnung wichtig, die in die ressourcen- und kohlenstoffsparende Wasser- und Abfallwirtschaft integriert ist. Die Kosten- und Technologiebewertung dieser Betriebssysteme ist wichtig, um Informationen für Industrie und politische Entscheidungsträger bereitzustellen.

Die Bewirtschaftung von Klärschlämmen ist eine der größten Betriebskosten für Kläranlagen: Reale Daten

über die Kostenwirkungen des Nährstoffrecyclings sind unerlässlich (basierend auf dem Betrieb im Maßstab 1:1, nicht auf Piloten oder Schätzungen).

Anregungen zur weiteren Forschung

Vorschläge für den künftigen Forschungsbedarf wurden in die Wege geleitet:

- Aufrechterhaltung der Akzeptanz und Gewährleistung der Sicherheit und Bodenqualität bei der Verwendung von Klärschlämmen in Kulturpflanzen
- Integration von Nährstoffrecycling und ökologischem Landbau
- Digitale Werkzeuge für das Nährstoffmanagement
- Überdenken des Nahrungsmittelsystems, um eine bedarfsgerechte Düngung und die Rückgabe von Kohlenstoff an den Boden zu integrieren
- Beurteilung neu auftretender Kontaminanten in Klärschlämmen und Gülle und wie diese im Vorfeld oder in Behandlungssystemen reduziert werden können
- Förderung eines unabhängigen Gremiums und einer Datenbank zur Evaluierung von Technologien, Systemen und Kosten des Nährstoffrecyclings
- Entwicklung von hochwertigen recycelten Nährstoffprodukten und deren Einsatz im precision farming
- Demonstrationsanlagen in verschiedenen Regionen, verschiedene Arten von Abfällen / Wasser, verschiedene Behandlungssysteme
- Entwicklung des Klärwerks / Abfallsystems von morgen, das als Rohstofffabrik und nicht als Schadstoffvermeidung konzipiert ist

Diese Ziele erfordern die Zusammenarbeit zwischen Interessenvertretern aus Landwirtschaft, Umwelt und politischen Entscheidungsträgern.

Vorschläge für gemeinsame Aktivitäten

Es wurden folgende Vorschläge vorgelegt:

- Aufbau eines mediterranen Netzwerks zum Nährstoffrecycling, möglicherweise im Rahmen von ESPP, das sich mit den spezifischen regionalen Herausforderungen wie Wasserwiederverwendung, mediterrane Agrarsysteme und Kulturpflanzen befasst
- Strukturierung weiterer Kooperationen zwischen den verschiedenen vorhandenen nährstoffbezogenen F&E-Projekten, wie z.B. gemeinsame Verbreitung, Back-to-Back-Veranstaltungen auf wichtigen Industriemessen (Wasser und Abfall, Lebensmittelindustrie, Bioökonomie...)
- Das Organisieren eines weiteren Treffens für FuE-Projekte, das in 2018 an dieses anschließen soll, um die neu finanzierten EU-Projekte mit einzubeziehen

Ziel wäre ein kontinuierlicher Austausch zwischen den F&E-Projekten im Bereich der Nährstoffe: Das Vermeiden von Stop-and-Go, das in der Vergangenheit durch zu weit auseinanderliegenden Treffen (Berlin März 2015, Basel Oktober 2017) und durch eine projektbezogene Koordination (Dauer drei Jahre) entstanden ist.

Folien zur Konferenz, Programm, etc <http://www.nweurope.eu/projects/project-search/phos4you-phosphorus-recovery-from-waste-water-for-your-life/>