

Phosphorrückgewinnung in der Praxis – so funktioniert es in den Niederlanden

Fabian Kraus und Christian Kabbe (Berlin)

Im Rahmen der EIP Water Action Group ARREAU fand am 16. Juni 2016 auf der Kläranlage Amersfoort (NL) das Kick-off der „Struvite Recovery & Recycling Learning Alliance“ statt, welche durch das Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH initiiert und organisiert wurde. Der Ort Amersfoort wurde gezielt gewählt, da hier die weltweit erste Kombination der Verfahren WASSTRIP, LYSOTHERM und PEARL in diesem Jahr im Großmaßstab in Betrieb ging.

Nach einer kurzen Begrüßung durch die Betreiber der Kläranlage Amersfoort (Vallei en Veluwe) gab Stefan Uric (KWR Water Research Institute, NL) einen kurzen Überblick der EIP Water Action Group ARREAU, welche Innovationen im Bereich Ressourcenrückgewinnung aus dem Wasserkreislauf unterstützt und unter Beteiligung verschiedener Akteure Wertschöpfungsketten für rückgewonnene Ressourcen entwickelt. Anschließend zeigte Christian Kabbe (Kompetenzzentrum Wasser Berlin) die tendenziellen Möglichkeiten der Verwertung für rückgewonnenes Struvit der Kläranlagen. Darüber hinaus gab er einen aktuellen Überblick über den Status der Implementierung der Struvitrückgewinnung in Europa und weltweit.

Energie- und Ressourcenfabrik Kläranlage Amersfoort

Henry van Veldhuizen (Vallei en Veluwe, NL) erklärte kurz die Spezifikationen der Kläranlage Amersfoort. Vallei en Veluwe betreibt in Amersfoort und Apeldoorn zwei Großkläranlagen (300 000 EW). In beiden Kläranlagen wurden Konzepte hinsichtlich der Energie- und Ressourcenrückgewinnung umgesetzt. Die Implementierung der „Energie- und Ressourcenfabrik Kläranlage Amersfoort“ teilt sich in drei Phasen. Die erste Phase umfasste den Bau neuer Faultürme, eines

effizienteren BHKWs, sowie einer Thermalhydrolyse (LYSOTHERM). Die zweite Phase umfasst die Phosphorrückgewinnung und wurde vor einem halben Jahr in Betrieb genommen. Die dritte Phase, die verbesserte Schlamm Trocknung, durch gezielte Nutzung der verfügbaren Abwärme, steht noch aus. Für die Phosphorrückgewinnung wird eine Rückgewinnungsrate von 40 % bezogen auf den Kläranlagenzulauf erwartet. Die Anlage wird derzeit hochgefahren. Ob die erwartete Rückgewinnungsrate erzielt wird, stellt sich in etwa einem halben Jahr heraus. Die Amortisierungszeit des Gesamtprojektes beträgt sieben Jahre.

WASSTRIP und PEARL

Anschließend präsentierte Derek Lycke (Ostara, CDN) die prinzipielle Funktionsweise des Hydrolyse-Aggregats WASSTRIP und des Fällungs-Aggregates PEARL. Im WASSTRIP-Prozess wird der eingedickte Überschussschlamm mit Prozesswasser aus der Primärschlamm-Eindickung versetzt. Bei dem Primärschlammwasser handelt es sich um eine leichtverfügbare Kohlenstoffquelle. Somit wird die Polyphosphatabgabe der Polyphosphat akkumulierenden Bakterien analog zum Anaerobbecken einer Bio-P Kläranlage im anaeroben WASSTRIP-Reaktor in der Schlammlinie nachgestellt. Nach einer Aufenthaltszeit von acht Stunden wird der Überschussschlamm vorentwässert und es entsteht ein phosphatreiches Schlammwasser, welches mit dem ammoniumreichen Schlammwasser der finalen Entwässerung nach der Faulung vor dem Fällungsaggregat verschnitten wird. Im PEARL Reaktor, einem Hydrozyklon, werden saubere, sehr reine Struvit-Pellets erzeugt. Je nach Austragspunkt der Pellets aus dem Reaktor können direkt auf der Kläranlage vier verschiedene Korngrößen der Struvit-Pellets für unterschiedliche Anwendungen hergestellt werden. Die 14 PEARL-Anlagen weltweit produzieren vergleichbare Ma-

terialien weitestgehend unabhängig von der Abwasserzusammensetzung. Eine ähnliche Konfiguration aus WASSTRIP und PEARL in Portland (US) gewinnt nach Angaben von Ostara 45 % des Phosphors im Vergleich zum Kläranlagenzulauf zurück. Die Limitierung bei allen diesen Anlagen zur Struvit-Rückgewinnung liegt im Betrieb der biologischen P-Elimination und dem weitestgehenden Verzicht auf Fällungssalze auf Eisen oder Aluminium Basis.

Erfahrungen auf der Kläranlage Amsterdam-West

Alex Veltman (Waternet, NL) präsentierte die ehemaligen Probleme der Kläranlage Amsterdam-West nach Implementierung der biologischen P-Elimination und die vollständige Lösung der Probleme durch die Installation einer AirPrex-Anlage zur gezielten Struvit-Ausschleusung und – Rückgewinnung. Zwischen Faulung und Entwässerung kam es zu Scaling-Effekten und unkontrollierter Struvitbildung, ebenso wie u. a. in den Kläranlagen Berlin Waßmannsdorf, Mönchengladbach-Neuwerk. Nach der Installation des dreistufigen AirPrex Systems wurde die Schlammmentwässerung verbessert, ungewollte Kristallisationen in Rohren vermieden, sowie die Phosphorkonzentration im Ablauf verringert. Es werden über 20 % des Phosphors im Verhältnis zum Zulauf als Struvit zurückgewonnen. Das Struvit wird in der nahegelegenen Düngemittelfabrik von ICL Fertilizers zu kommerziellen P-Produkten verarbeitet. Die Anlage in Amsterdam hat eine Amortisationszeit von 6 Jahren. Jährlich werden 500 000 Euro vorwiegend durch die Verbesserung der Schlammmentwässerung eingespart.

Wertschöpfungsketten für Rezyklate

Aalke Lida de Jong (ehem. Reststoffennutrie, jetzt AquaMinerals, NL) zeigte Mög-

lichkeiten und rechtliche Barrieren der Struvit-Valorisierung auf. Insbesondere für das Erreichen des Endes der Abfalleigenschaft (End-of-Waste-Criteria) von Struvit sind die gesetzlichen Vorgaben der einzelnen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union sehr unterschiedlich und be- bzw. verhindern den Aufbau transnationaler Wertschöpfungsketten für das Recycling rückgewonnener Phosphordünger. Wird Struvit beispielsweise in einer Kläranlage in den Niederlanden produziert und soll aufgrund des Nährstoffüberschusses unseres westlichen Nachbarn in Deutschland als Dünger eingesetzt werden, so muss das Ende der Abfalleigenschaft für beide Staaten anerkannt werden.

Konkrete Planungen für die Niederlande und Flandern sehen vor, Teile des Struvits von den Kläranlagen zentral einzusammeln, zu hochwertigen Düngern und Chemikalien zu verarbeiten und anschließend durch Einspeisen in den bestehenden Markt zu recyceln. Damit werden die Kläranlagenbetreiber vom komplexen Thema der Valorisierung entlastet, da diese sich dann nicht zusätzlich mit düngerechts- und abfallrechtlichen Hürden auseinandersetzen müssen. Zudem ermöglicht das Zusammenführen des Struvits ein höheres Marktvolumen sowie eine höhere Produkthomogenität.

Chris Thornton (European Sustainable Phosphorus Platform (ESPP)) stellte in einem Kurzbeitrag die aktuellen Hürden zum Phosphorrecycling auf europäischer Ebene da. Insbesondere wurde auch hier die Haltung einiger Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (u. a. Deutschland) hinsichtlich des Blockierens des Endes der Abfalleigenschaft von Klärschlämmen bzw. Rezyklaten aus Klärschlämmen kritisiert. Diese behindern das Recycling von Phosphor und anderen Nährstoffen eher, als sie dies befördern.

Auf europäischer Ebene gibt es auch Fortschritte im Hinblick auf die Rezyklatverwertung. Im Zuge der Novellierung der European Fertilizer Regulation (EC 2003/2003) soll Struvit explizit als Düngemittel anerkannt werden und somit bisherige Zulassungsbeschränkungen in einigen Mitgliedsstaaten beenden.

In der anschließenden Diskussion wurde die mangelnde Akzeptanz vieler Endabnehmer aufgrund der praktisch nicht existierenden Wasserlöslichkeit von Struvit besprochen. Jedoch verfügt Struvit über eine hohe Zitratlöslichkeit und bewies vielfach eine exzellente Dünge-

wirksamkeit. Teilweise werden für bestimmte Nutzpflanzen sogar höhere Erträge als mit konventionellen Düngern erzielt. Als Marktbarriere wird zudem die teilweise geringe Produktionsmenge gesehen, welche jedoch auch als Chance zur Besetzung bestimmter Marktnischen wahrgenommen werden kann.

Rollout der Struvitrückgewinnung in Europa

Auf der Hand liegende Gründe für die Implementierung der Struvit-Rückgewinnung für den Kläranlagenbetreiber sind:

- Verbesserung der Entwässerbarkeit (+ 2-5 % TS)
- Vermeidung ungewollter Kristallisationen in Rohren, damit höhere Prozessstabilität
- Bessere Ablaufwerte durch Ausschleusung von gelösten Phosphat
- Verringerung des Polymerbedarfs (zum Teil bis zu -25 %)

Die tatsächliche Rückgewinnung von Struvit ist daher für die Implementierung dieser Verfahren durch den Kläranlagenbetreiber nicht prioritär, aber im Hinblick auf die Kreislaufwirtschaft von Phosphor und anderen Nährstoffen ein wertvoller Nebeneffekt. Chris Thornton (ESPP) beschreibt die Limitierung der Technologien auf Bio-P Kläranlagen als zweitrangig. Er geht davon aus, dass perspektivisch die biologische Phosphorrückgewinnung in Kombination mit Struvit-Rückgewinnung (zur Vermeidung von Problemen in der Schlammbehandlung von Bio-P-Kläranlagen) auch aufgrund ökonomischer Gründe verstärkt Anwendung findet.

Die Bereitschaft der Kläranlagenbetreiber hinsichtlich der Implementierung einer Bio-P-Elimination und entsprechender Rückgewinnungstechnologien hängt auch von der nationalen Gesetzgebung ab. So verfügen in den Niederlanden beinahe alle Großkläranlagen über eine Bio-P-Elimination. Die niederländische Abwasserverordnung bietet im Jahresgang eine gewisse aber dennoch ökologisch positiv wirksame Flexibilität durch Vorgabe eines Jahresmittels. Dagegen bietet die deutsche Abwasserverordnung keine Flexibilität durch die strikte Umsetzung der Vier aus Fünf-Regel zur Einhaltung von Ablaufgrenzwerten. Vergleicht man beide Ansätze wird man feststellen, dass das empfangende Oberflächengewässer

Online Wasseranalytik

BSB

CSB

BTX

TOC

DOC

UV254

NO₃NO₂NH₄

K+

Chlor

AFS

Farbe

pH

Redox

O₂O₃H₂S

Leitfähigkeit

Temperatur

Fingerprints

Alarme



GWU-Umwelttechnik GmbH

Tel.: 02235 / 95522-0

www.wasser.gwu-group.de

s::can

Intelligent. Optical. Online.

www.s-can.at

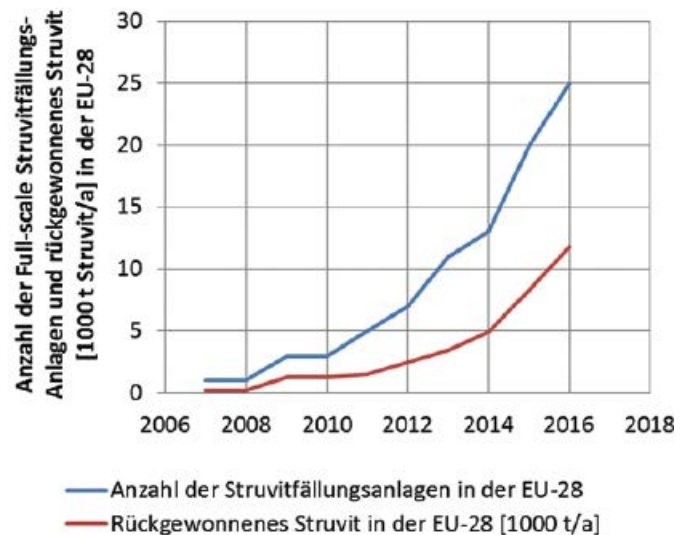


Abb. 1: Verteilung von P-Rückgewinnungsanlagen in Europa und Implementierungszeitraum von Struvitfällungs-Anlagen, sowie rückgewonnener Struvit Menge in der EU-28 [1]

die gleiche Jahresfracht an Phosphor aufnimmt, in den Niederlanden aber holistisch betrachtet bessere Rahmenbedingungen für die gemeinsame Umsetzung von Energieeffizienz und Ressourcenschutz gegeben sind.

Abbildung 1 zeigt die lokale Verteilung, sowie den zeitlichen Implementierungsverlauf der P-Rückgewinnung in Europa (nur Anlagen im Großmaßstab; Pilotanlagen sind im Hinblick auf die rückgewonnenen P-Frachten nicht relevant). Mit Inbetriebnahme zweier großer Anlagen in Amersfoort und Madrid wird die rückgewonnene Struvitmenge aus dem Abwasserpfad in Europa für Ende 2016 auf 12000 t Struvit/a geschätzt, was etwa 1500 t P/a entspricht. In niederländischen Kläranlagen werden jährlich etwa 450 t P/a in Form von Struvit geerntet; in den deutschen Kläranlagen etwa 200 t P/a. Bezogen auf die Einwohnerwerte beider Staaten sind die Niederlande somit Deutschland um den Faktor 10 voraus [1].

Diskussion und Ausblick

Aus Sicht der Autoren ist letztlich nicht entscheidend ob möglichst viele Verfahren entwickelt werden. Die praxisrelevanten Verfahren sollten auch in Deutschland umgesetzt werden. Die anlagenbe-

zogenen und hohen Vorgaben für die P-Rückgewinnung der Novelle der Abf-KlärV sind im Hinblick auf den ‚Rollout‘ der heute – unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten – sinnvollen Verfahren teilweise kontraproduktiv. Im Hinblick auf das Ziel der Kreislaufwirtschaft von Phosphor und anderen Nährstoffen sind geringere Rückgewinnungsraten erst einmal zweitrangig. Durch Erfahrungen in der Praxis können Verfahren und Rückgewinnungsraten schrittweise verbessert werden, was bereits die Entwicklung der letzten Jahre zeigt. Nur in der Praxis kann durch Erfolge, aber auch Fehlschläge, ein Erkenntnisgewinn unter realen Bedingungen erworben werden, sodass langfristig das Ziel hoher Rückgewinnungsraten ökologisch und ökonomisch praktikabel wird.

Die kurze Amortisationszeit der heute praxisrelevanten Verfahren macht es möglich, dass in absehbarer Zukunft (10 bis 15 Jahre) Verfahren implementiert werden, die dann wirtschaftlich sind. Zunächst geringere Mengen an P-Rezyklaten geben die Möglichkeit verschiedenste Marktpotenziale zu eruieren und auch auf der Endabnehmerseite eine Nachfrage für P-Dünger aus dem Abwasserpfad zu schaffen. Nur wenn die Nachfrage und die dafür notwendige Akzeptanz bei den Endabnehmern vorhanden

sind, besteht die Möglichkeit auch größere Mengen an P-Rezyklaten tatsächlich zu recyceln.

Zusammenfassend zeigt die Praxis in den Niederlanden, dass Phosphorrückgewinnung und -recycling aus dem Abwasserpfad nicht zwingend mit Kostensteigerungen für Kläranlagenbetreiber verbunden sein müssen.

Weitere Informationen zur Umsetzung der Phosphorrückgewinnung in Amersfoort auf: <http://www.phosphorusplatform.eu/platform/news/1219-ostara-struvite-recovery-amersfoort>

Literatur

- [1] Kabbe, C. *BatchGeoMap and database – P-Recovery from wastewater path 2016*. 2016; Available from: <https://de.batchgeo.com/map/0f9d56a3aa57a51379a3cb23af27d202>.

Autoren

Fabian Kraus, M. Sc.
Dr. Christian Kabbe
Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH
Cicerostraße 24
10709 Berlin

E-Mail:
fabian.kraus@kompetenz-wasser.de
christian.kabbe@kompetenz-wasser.de 