

## Projekt «Phosphorrückgewinnung»

# Rohstoffe aus Abwasser?

***Die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm wird aufgrund der endlichen Ressourcen und der steigenden Weltmarktpreise für Phosphordünger zunehmend interessant. Bereits 2011 zeigten das PFI und die Stadt Pirmasens gemeinsam in einer Machbarkeitsstudie, dass mit einem neuartigen Verfahren rund 50 Prozent des im Abwasser enthaltenen Phosphors zurückgewonnen werden können. Nach einer konsequenten Weiterentwicklung des Ansatzes unter dem Aspekt der Ressourcenschonung und Energieeinsparung soll das neue Verfahren zur Phosphorrückgewinnung nun von der Stadt Pirmasens an der Kläranlage Felsalbe in einer Pilotanlage umgesetzt werden.***

### Hintergrund – Phosphor

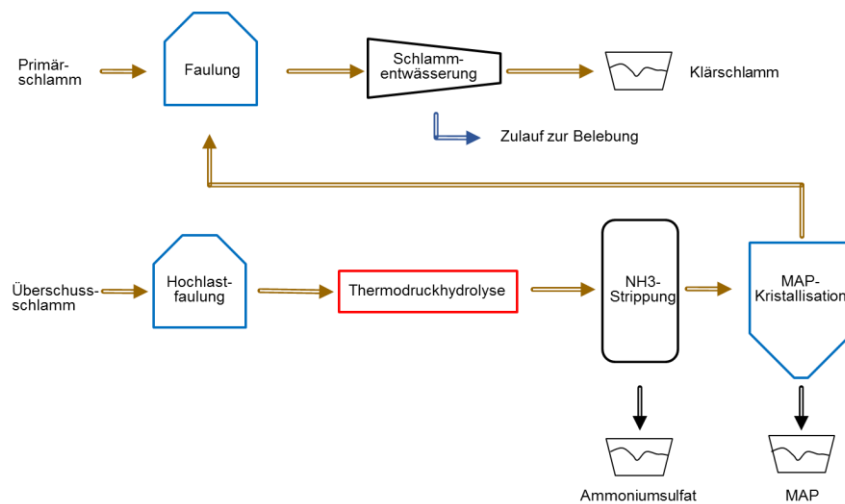
Phosphor ist ein für das Leben essentielles und unersetzliches Element, denn ohne Phosphor ist pflanzliches und tierisches Wachstum nicht möglich. Daher setzt die moderne Landwirtschaft zu Düngezwecken große Mengen mineralischer Phosphate ein.

Rohphosphat wird in natürlichen Lagerstätten abgebaut. Die Vorkommen sind auf wenige Länder in Nordafrika, Asien und Nordamerika beschränkt. Deutschland und Europa sind also stark importabhängig. Gleichzeitig nimmt die Phosphorqualität durch steigende Schadstoffgehalte an Cadmium und Uran ab. Im Gegensatz zu fossilen Energieträgern wie Erdöl und Erdgas kann Phosphor aber nicht durch moderne Entwicklungen ersetzt werden. Daher wurde Phosphor 2014 auf die europäische Liste kritischer Rohstoffe gesetzt.

Als chemisches Element kann Phosphor natürlich nicht verschwinden, wird aber langfristig in den Ozean ausgetragen und dort so stark verdünnt, dass es für eine weitergehende Nutzung nicht mehr in Frage kommt. Ein Großteil des als Dünger ausgebrachten Phosphors gelangt über die Nahrungskette ins Abwasser und wird auf den Kläranlagen zur Reinhaltung der Gewässer biologisch und chemisch im Klärschlamm gefällt. Dieser kann wiederum als Dünger eingesetzt werden; eine gerade in Rheinland-Pfalz noch übliche Praxis. Jedoch gelangen dadurch auch steigende Mengen an Keimen und Schadstoffen wie Schwermetalle und organische Stoffe auf die Äcker. Daher wurde der Einsatz von Klärschlamm als Dünger durch in der Klärschlammverordnung vorgegebene Grenzwerte immer stärker reglementiert. In der neuesten, seit Oktober gültigen Version wurde auch die Rückgewinnung von Phosphor fest verankert.

### Entwicklung

In einem ersten Forschungsprojekt, das vom rheinland-pfälzischen Umweltministerium angeregt und finanziert wurde, belegten das PFI und der Abwasserbeseitigungsbetrieb der Stadt Pirmasens bereits in den Jahren 2009 bis 2011 im Rahmen einer Machbarkeitsstudie, dass durch einen alkalischen Aufschluss von Faulschlamm rund 50 Prozent des enthaltenen Phosphors zurückgewonnen werden können. Das Verfahren wurde in den Folgejahren weiterentwickelt, so dass heute neben Phosphor auch Stickstoff, ein weiterer wichtiger Nährstoff, zurückgewonnen werden kann.



### Schema des neuen Verfahrens

Darüber hinaus stellen Ressourcenschonung und Energieoptimierung im Kläranlagenbetrieb zentrale Punkte des neuen ganzheitlichen Konzeptes dar. Trotz allem hat nach wie vor die Abwasserreinigung oberste Priorität bei der Umsetzung des neuen Verfahrens.

### Verfahren

Die technische Innovation des neuen Verfahrens besteht in der getrennten Faulung von phosphorreicherem Überschuss- und phosphorarmem Primärschlamm. Der phosphorreiche Überschussschlamm wird in einer Hochlastfaulung ausgefault und anschließend in einer Thermodruckhydrolyse aufgeschlossen. Dabei erfolgt eine weitgehende Rücklösung des enthaltenen Phosphats. Dieses wird anschließend gezielt als Magnesiumammoniumphosphat (MAP) gefällt. Das MAP kann direkt als Düngemittel eingesetzt werden und besitzt aufgrund des Herstellungsverfahrens eine hohe Reinheit und nur geringe Schwermetallbelastung. Düngemittel auf Basis von MAP werden unter anderem bereits auf einer Berliner Kläranlage produziert und besitzen im Vergleich mit anderen aus Klärschlamm gewonnenen Recyclaten und konventionellen Handelsdüngern eine gute Pflanzenverfügbarkeit.

Zusätzlich ist geplant, aus einem Teil der im Schlamm enthaltenen Stickstofffracht Flüssigdünger in Form von Ammoniumsulfat zu gewinnen, um so die anlageninterne Rückbelastung mit Ammonium zu verringern. Durch diesen Verfahrensansatz verringert sich der Energiebedarf für die Belüftung um 20 Prozent bei gleichzeitiger Steigerung der Eigenenergieerzeugung durch Erhöhung der Gasausbeute aufgrund eines besseren Schlammabbaus.

Die verbesserte Entwässerung des Klärschlamm reduziert auch die anfallenden Mengen an Klärschlamm und die damit verbundenen Entsorgungskosten. Dazu kommen noch Einsparungen an Entwässerungspolymeren und Fällmitteln um bis zu 60 Prozent durch eine weitergehende Optimierung der biologischen Phosphoreliminierung.



*Kläranlage Felsalbe bei Pirmasens, an der das Pilotprojekt zur Phosphorrückgewinnung umgesetzt wird (Bild: Stadtverwaltung Pirmasens)*

## Umsetzung

Das Verfahren wird jetzt von der Stadt Pirmasens an der Kläranlage Felsalbe in einer Pilotanlage umgesetzt, wo es sich optimal in die zentralisierte Schlammbehandlung einbinden lässt. Dabei sollen jährlich 9.000 Kubikmeter Überschussschlamm mit dem Ziel behandelt werden, 250 Tonnen Magnesiumammoniumphosphat aus dem Faulschlamm zurückzugewinnen. Zusätzlich fallen rund 30 Tonnen Ammoniumsulfat an. Aufgrund der Energieeinsparung kann der Energieverbrauch von 18 auf 16 Kilowattstunden pro Einwohnerwert (ein Bezugswert für die Schmutzfracht im Abwasser) gesenkt werden, was einer Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um rund 75 Tonnen pro Jahr entspricht.

Das Gesamtinvestitionsvolumen des Projekts beläuft sich auf 1,6 Millionen Euro. Das rheinland-pfälzische Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten fördert es mit insgesamt 500.000 Euro, der Bund beteiligt sich über das Umweltinnovationsprogramm mit 430.000 Euro.

Die zentralen Planungen zur Umsetzung des Verfahrens führt die PFI-Bioraffinerietechnik GmbH durch. Der erste Spatenstich der Erdarbeiten ist bereits diesen Herbst erfolgt. Anschließend folgen Umbauarbeiten und die Installation und Anbindung der neuen Anlagenteile. Die Inbetriebnahme der neuen Anlagen wird 2019 abgeschlossen sein. An die Projektlaufzeit von zwei Jahren schließt sich eine Evaluierungsphase mit einer voraussichtlichen Dauer von einem Jahr an.

**Weitere Informationen:**

Michael Maas

Leiter des Tiefbauamtes der Stadt Pirmasens und Projekt-Koordinator

Tel. +49 (0)6331 84 2465

E-Mail: [MichaelMaas@pirmasens.de](mailto:MichaelMaas@pirmasens.de)



Benjamin Pacan

Geschäftsführer PFI-Bioraffinerietechnik GmbH

Tel: +49 (0)6331 2490 840

E-Mail: [benjamin.pacan@pfi-germany.de](mailto:benjamin.pacan@pfi-germany.de)



Dr. Thomas Fiehn

Laborleiter chemische Analytik der Abteilung Biotechnologie und Mikrobiologie

Tel: +49 (0)6331 2490 844

E-Mail: [thomas.fiehn@pfi-biotechnology.de](mailto:thomas.fiehn@pfi-biotechnology.de)

