

## STUTTGARTER VERFAHREN PHOSPHORRÜCKGEWINNUNG AUS KLÄRSCHLAMM

**Dipl.-Ing. Ralph-Edgar Mohn, Offenburg**

Der Abwasserzweckverband „Raum Offenburg“ betreibt auf dem Gelände der Verbandskläranlage seit Ende 2011 eine Pilotanlage zur großtechnischen Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm. Am Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA) der Universität Stuttgart wurde in Zusammenarbeit mit der iat-Ingenieurberatung Stuttgart das sogenannte „Stuttgarter Verfahren“ zur Phosphorrückgewinnung aus anaerob stabilisierten Klärschlämmen als Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP) entwickelt. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass kommunaler Klärschlamm von Kläranlagen mit simultaner Phosphat-Elimination mit Eisen- und/oder Aluminiumsalzen verwendet werden kann und keine Verfahrensumstellungen seitens der Abwasserreinigung erforderlich sind. Das erzeugte Produkt Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP) kann direkt als Mehrnährstoffdünger in der Landwirtschaft verwendet werden.

Die MAP-Anlage wurde für einen chargenweisen Betrieb ausgelegt. Je Charge können rd. 10 m<sup>3</sup> Faulschlamm mit 3 bis 4 % Trockensubstanz behandelt werden. Bezogen auf Offenburg entspricht das maximal 5% bis 10% (zwei Chargen pro Tag) des anfallenden Klärschlammes.



**Bild 1: Pilotanlage**

Kongress "Phosphor-Rückgewinnung als wichtiger Baustein der Ressourcenpolitik"  
am 24.-25.06.2015 im Kursaal Stuttgart Bad Cannstatt

Das Verfahren ist in vier wesentliche Verfahrensschritte unterteilt:

- Chemischer Aufschluss des Phosphors im Klärschlamm durch Säurezugabe
- Entwässerung des angesäuerten Klärschlammes
- Komplexierung der in der Aufschlusslösung enthaltenen Metallionen
- MAP-Fällung

Zur Vereinfachung werden die einzelnen Verfahrensschritte wie folgt bezeichnet:

Verfahrensschritt – Nr. 1           Chargenbehälter I, Ansäuerung

Unter Zugabe einer 50 %igen Schwefelsäure wird der pH-Wert unter ständigem Rühren bis auf ca. pH 3 abgesenkt.

Verfahrensschritt – Nr. 2           Entwässerung des angesäuerten Klärschlammes

Der angesäuerte Klärschlamm wird entwässert. Das anfallende Filtrat wird aufgefangen und weiter behandelt, der Filterkuchen entsorgt.

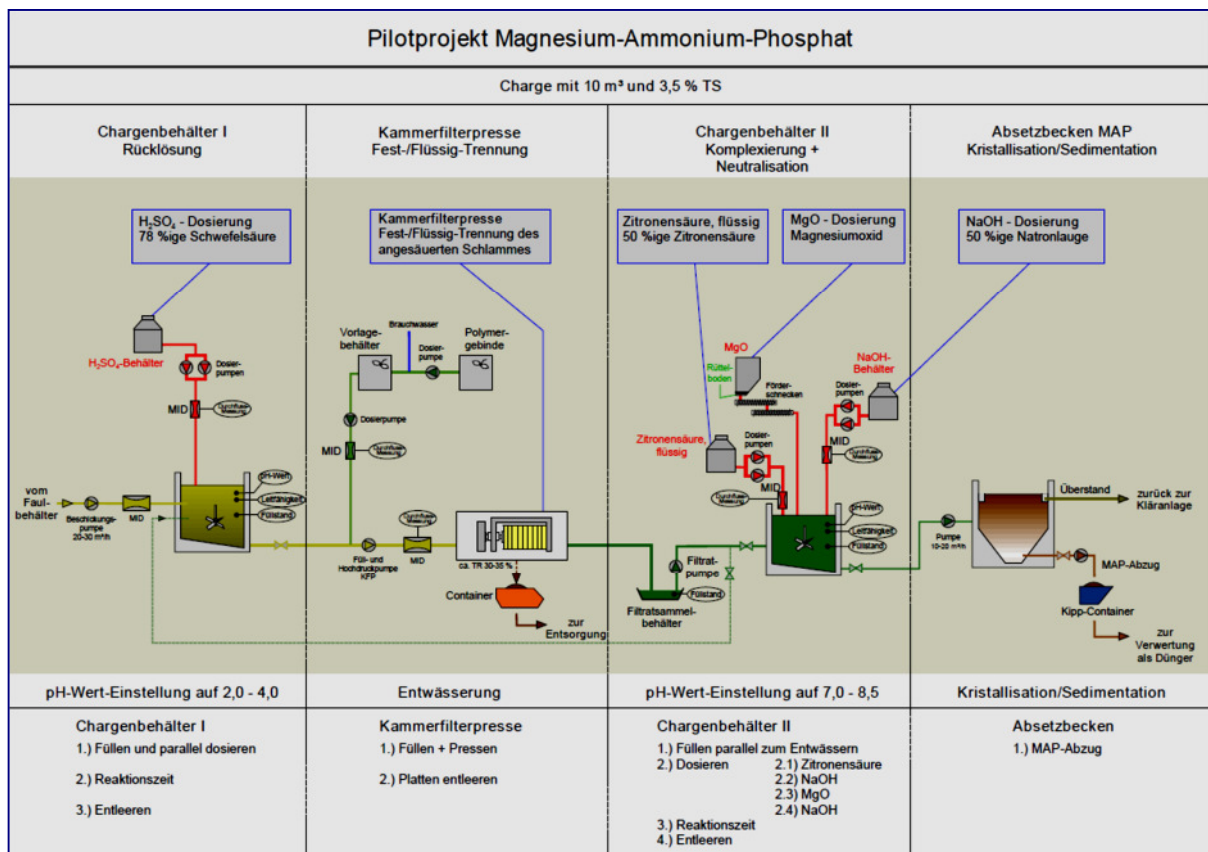
Verfahrensschritt – Nr. 3           Chargenbehälter II, Komplexierung

In diesem Behälter werden nacheinander Zitronensäure, Magnesiumoxid und Natronlauge unter ständigem Rühren dosiert.

Verfahrensschritt – Nr. 4           MAP-Fällung im MAP-Absetztank

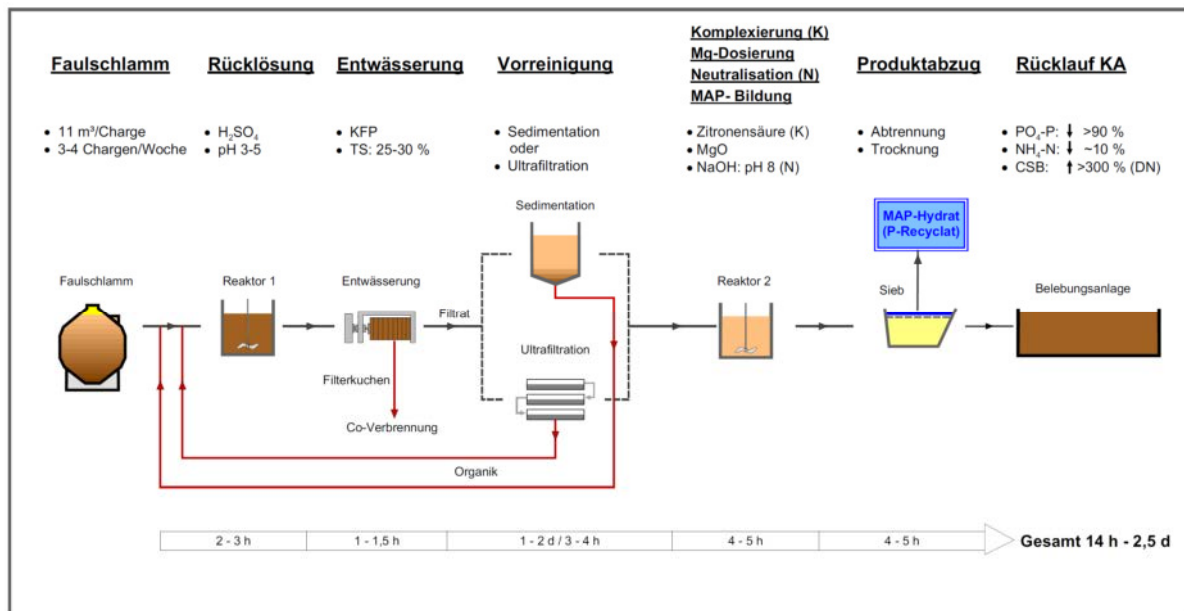
Das gebildete MAP setzt sich ab und wird in einen Container abgezogen. Der Überstand wird in die Kläranlage eingeleitet.

Kongress "Phosphor-Rückgewinnung als wichtiger Baustein der Ressourcenpolitik"  
 am 24.-25.06.2015 im Kursaal Stuttgart Bad Cannstatt



**Bild 2: Verfahrensschema**

Aufgrund der Betriebserfahrungen hat sich gezeigt, dass die Entwässerung des angesäuerten Klärschlammes starken Schwankungen unterliegt, die sich negativ sowohl auf die Gewinnung des MAP als auch auf die Produkteigenschaften auswirken. Verschiedene Optimierungen zur Nachbehandlung des Filtrats wurden beschrieben. Erfolgreich waren die Versuche mit einer Nachbehandlung über eine Ultrafiltration. Die Produktqualität wird hierdurch entscheidend verbessert, weshalb diese Verfahrensstufe nun nachgerüstet wird.



**Bild 3: Optimiertes Verfahrensschema**

Zusammenfassung der Betriebsergebnisse aus dem Pilotbetrieb

Entscheidend für die Phosphatrückgewinnung ist die Einstellung des pH-Wertes bei der Rücklösung im Chargenbehälter I. Nur rückgelöstes Phosphat ist für die MAP Bildung verfügbar. Eine weitere Abhängigkeit zeigt sich bei der Benutzung des Fällmittels Eisen- oder Aluminiumsalz. Zwischen den pH-Werten 5 bis 3 liegen die Rücklöseraten zwischen 30 bis 50 % bei der Verwendung von Aluminiumsalzen, bzw. 30 bis 60 % bei der Verwendung von Eisensalzen.

Ein niedriger pH-Wert bedeutet natürlich auch einen höheren Chemikalieneinsatz sowohl für die Rücklösung als auch die spätere Kristallisation von MAP. Bislang gehen wir von einem wirtschaftlichen pH Wert in der Größenordnung von pH 4 aus.

Mit dem nachbehandelten Filtrat lässt sich ein Produkt herstellen, welches gemäß Düngemittelverordnung als NP Dünger 5 + 27 (16) eingestuft werden kann.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass durch den Einsatz von Zitronensäure als Komplexmittel Metalle (Al, Cu, Cr, Fe, Ni, Pb, Zn) weitestgehend aus dem Produkt heraus gehalten werden können. Sie wurden auch nicht im Rücklauf zur Kläranlage gemessen, so dass ihr Verbleib im Filterkuchen ist und eine Ausschleusung aus dem Abwasserreinigungsprozess erfolgt.

Ein ähnliches Verhalten konnte für die schwer abbaubaren organischen Schadstoffe nachgewiesen werden. Allerdings lässt sich eine Abhängigkeit infolge der Polarität des Produktes erkennen, die dazu

Kongress "Phosphor-Rückgewinnung als wichtiger Baustein der Ressourcenpolitik"  
am 24.-25.06.2015 im Kursaal Stuttgart Bad Cannstatt

führt, dass im Rücklauf zur Kläranlage z.B. Carbamazepin - allerdings deutlich reduziert gegenüber der Messung im Faulschlamm - gemessen wird.

Der Betrieb der Anlage und die Analyse des Produktes dokumentieren, dass es sich bei unserem MAP-Dünger aus Klärschlamm - hergestellt nach dem Stuttgarter Verfahren - um ein sehr reines und in seiner Eigenschaft gut pflanzenverfügbares Produkt handelt.

Aus einer Charge (10 m<sup>3</sup>) lassen sich unter Einsatz von:

- Schwefelsäure (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 78%) rd. 35 l,
- Zitronensäure (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>, 50%) rd. 40 l,
- Magnesiumoxid (MgO 95%) rd. 10 kg und
- Natronlauge (NaOH, 20%) rd. 65 l

ein MAP-Produkt von rd. 35 kg erzeugen. Dies entspricht einem reinen P von ca. 5 kg.



**Bild 4: Magnesium-Ammonium-Phosphat**

An dieser Stelle gilt mein Dank all den am Pilotprojekt Beteiligten. Herrn Minister Untersteller für die Finanzierung der Pilotanlage, sowie Frau Prof. Steinmetz und Herrn Preyl von der Universität Stuttgart für die besondere wissenschaftliche Begleitung, Herrn Dr. Maier von der iat-Ingenieurberatung, Stuttgart und den Mitarbeitern des AZV.