

PHOSPHOR

im Kanton Zürich

Produktion von Phosphorsäure aus Klärschlamm rückt in greifbare Nähe

Optimierungen mit Ziel Phosphorsäure

Bei der Stiftung ZAR mit der spanischen Técnicas Reunidas als renommiertem Industriepartner läuft die Optimierung der nasschemischen Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlammasche auf Hochtouren. Mit der Strategie, welche die Phosphorsäureproduktion mit Rückgewinnung weiterer Wertstoffe zum Ziel hat, wird das im Massnahmenplan der Abfall- und Ressourcenwirtschaft Kanton Zürich definierte Urban Mining konsequent umgesetzt.

Aktueller Stand und Ausblick

- Phosphor aus dem Abwasser im ganzen Kanton Zürich wird seit der Inbetriebnahme der Klärschlammverwertungsanlage Werdhölzli in Zürich wie geplant fast vollständig in Klärschlammasche aufkonzentriert und gesichert (Monodeponie).
- Die technische Machbarkeit der Rückgewinnung von Phosphor konnte auf Laborstufe bestätigt werden.
- Aktuell laufen Versuche im Pilotanlagemasstab.



Urban Mining als Verpflichtung, aus Abfällen hochwertige Produkte zu schaffen



«Mit dem Konzept Urban Mining haben wir zu einer anderen, erweiterten Wahrnehmung beigetragen: Wir leben in einem rohstoffreichen Land. Und es gilt, diese Rohstoffe umsichtig zu nutzen. Dies betrifft auch den Phosphor aus der Abwasserreinigung.»

Markus Kägi
Regierungsrat und
Baudirektor Kanton Zürich

Wenn sich die Baudirektion Kanton Zürich in den letzten Jahren zusammen mit verschiedenen Partnern mit der Ressource Phosphor im Klärschlamm auseinandersetzt, tut sie dies immer unter dem Titel «Phosphor Mining». Urban Mining, oder konkret Phosphor-Mining, ist eine Verpflichtung gegenüber späteren Generationen: Wir haben sorgfältig mit Gütern umzugehen, die heute als Abfälle anfallen, aber wertvolle Rohstoffe enthalten.

Bis das Konzept Urban Mining in der Praxis umgesetzt ist, ist es noch ein weiter Weg: Die Kreislaufwirtschaft ist vielerorts eher ein Postulat statt

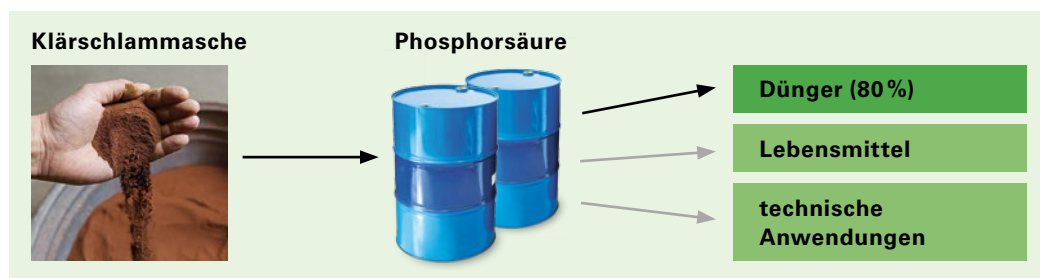
gelebter Wirklichkeit. Wichtig ist, dass wir mit Begriffen wie «Recycling-Baustoffen» oder «Recycling-Dünger» nicht zu kurz greifen oder die Prozesse in eine falsche Richtung lenken. Zum einen ist die Bezeichnung «Recycling» eine unnötige Diskriminierung von Produkten, die aus dem Prozess von Urban Mining stammen. Zum anderen besteht die Gefahr, dass man einen Lösungsansatz wählt, bei dem man auf halbem Weg stehen bleibt.

Die Kreislaufwirtschaft ist dann umgesetzt, wenn am Ende wieder hochwertige Produkte vorliegen. Diese Erzeugnisse sind an den Vorschriften der

Produkte-Gesetzgebung und nicht an speziellen Recyclingvorschriften zu messen. Die Produkte-Gesetzgebung enthält strenge Vorschriften bezüglich Umwelt, Sicherheit usw.

Langfristige Nachfrage

Mit dem Phosphor-Mining möchten wir keine zweitklassigen Recycling-Produkte herstellen, sondern ein Produkt erzeugen, das wieder am Anfang einer Wertschöpfungskette steht und aufgrund seiner vielseitigen Verwendungsmöglichkeit langfristig nachgefragt wird. Bei der Produktion von Phosphorsäure aus Klärschlammasche trifft dies zu (siehe Grafik unten).



Phosphorsäure zu produzieren weist entscheidende Vorteile auf

Seit Herbst 2013 untersucht die Baudirektion Kanton Zürich zusammen mit der Stiftung Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung ZAR das Potenzial der wirtschaftlichen Optimierung der nasschemischen Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammasche. Als Basis für die weiteren Optimierungen stand der LEACHPHOS-Prozess zur Verfügung, dessen technische Machbarkeit zuvor im Grossversuch in Bern demonstriert werden konnte. Bei der Weiterentwicklung von LEACHPHOS wurden zwei Ziele erreicht:

- Steigerung der Qualität der Schwermetall-abgereicherten Klärschlammasche, damit sie als Wertstoff verwertet oder mit Inertstoffqualität abgelagert werden kann;

- Steigerung der Wertschöpfung des Phosphorprodukts als Dünger oder Düngerkomponente (Qualität DSP, TSP).

Die Phosphorsäureproduktion weist gegenüber der direkten Produktion von Dünger bzw. Düngerkomponenten potenzielle Vorteile auf.

- Phosphorsäure ist ein marktfähiges, gefragtes Produkt mit guter Nachfrage im In- und Ausland.
- Phosphorsäure hat eine höhere Wertschöpfung als die Dünger oder Düngerkomponenten DSP/TSP.
- Es entfallen die Unsicherheiten der derzeit diskutierten Anpassung der Qualitätsanforderung an recycelte Phosphorprodukte in der Schweiz und der EU (Düngemittelverordnung).

- Schliesslich können in weiteren Schritten auch die in der Klärschlammasche enthaltenen Wertstoffe Mineralik und Eisensalze in Zementwerken bzw. Kläranlagen genutzt werden.
- Phosphorsäure ist die Vorstufe zu Phosphordünger: 80% der globalen Phosphorsäureproduktion werden zu Dünger verarbeitet.

Phosphorsäure als Ziel

Aus diesen Gründen wurde Mitte 2014 nach ausführlichen Abklärungen entschieden, die Phosphorsäurevariante prioritär zu verfolgen. Die Dünger-/Düngerkomponentenvariante LEACHPHOS wird nur verfolgt, falls die Phosphorsäurevariante wider Erwarten technisch nicht umgesetzt werden kann.

Evaluation verschiedener Optionen zur Phosphorsäureproduktion

Derzeit gibt es auf dem Markt kein grosstechnisch erprobtes Verfahren zur Herstellung von technisch reiner Phosphorsäure aus Klärschlamm- asche. Die Baudirektion Kanton Zürich und die Stiftung ZAR haben verschiedene mögliche Prozesse zur Phosphorsäureproduktion im Labor- bzw. versuchs- massstab verglichen und bewertet.

Neben den qualitativen Aspekten der jeweiligen Produkte (Zielkonformität) spielen die Verfahrenstechnik und das damit verbundene Prozessrisiko eine zentrale Rolle.

Bei der Evaluation kommen folgende Bewertungskriterien zur Anwendung:

- **Zielkonformität** (gemäss Massnahmenplan Abfall- und Ressourcenwirtschaft des Kantons Zürich): Aus Rückständen werden qualitativ hochwertige, vom Markt nachgefragte Produkte oder nachsorgefrei deponierbare Güter, die für eine spätere Nutzung herangezogen werden können. Nicht erneuerbare Ressourcen müssen geschont und erneuerbare Ressourcen genutzt werden. Auf die

Phosphorrückgewinnung bezogen bedeutet dies: Effizienz, hoher Gesamtwirkungsgrad und qualitativ hochwertiger Behandlungsrückstand.

- **Stabilität/Verfahrenssicherheit:** Das Verfahren basiert auf etablierten Technologien und Prozessschritten. Grosstechnische Referenzen sind vorhanden; das Risiko, dass das Verfahren nicht das garantierte Ergebnis liefern wird, ist sehr gering. Die Verlässlichkeit des Lieferanten wird als gut eingestuft.

- **Produktabsatz/Qualität:** Absatzmarkt und Marktakzeptanz sind gegeben. Das Risiko, von einem einzigen Abnehmer abhängig zu sein, ist gering. Die Qualität der Säure ist hoch bzw. das Verfahren flexibel genug, um Anpassungen durch variable Inputqualitäten zu ermöglichen.
- **Synergiepotenzial:** Es sind Synergien mit anderen technischen Prozessen (z.B. Altsäurewiederverwendung) möglich.
- **Wirtschaftlichkeit:** Das Verfahren ist wirtschaftlich vertretbar.

Laufendes Optimierungsprojekt

Mit dem renommierten spanischen Technologieunternehmen und Grossanlagenbauer Técnicas Reunidas SA (TR) konnte in der vertieften Evaluation ein verlässlicher Partner zur gemeinsamen Entwicklung der Phosphorsäurestrategie gewonnen werden.

Der Schritt zur Steigerung der Produktqualität durch Schwermetallabtrennung erfolgt über die Solventextraktion. Dabei

wird Phosphorsäure selektiv von den in der Klärschlamm- asche vorhandenen Metallen abgetrennt und aufbereitet. Técnicas Reunidas verfügt in diesem Bereich über sehr grosse Erfahrung. Das sehr gut ausgestattete Entwicklungszentrum in der Nähe von Madrid bietet aus Sicht des Kantons Zürich beste Voraussetzungen für eine erfolgreiche Realisierung des ambitionierten Projektes.

Die Arbeiten zum Projekt laufen seit März 2015, im Labormassstab konnten die Zielvorgaben bereits erfüllt werden.

Nächste Schritte:

- Aktuell wird das Verfahren optimiert, im Pilotmassstab erprobt und bei weiterhin positiven Resultaten gross- technisch umgesetzt.
- Bis Ende 2016 werden Resultate zur technischen Machbarkeit im Pilotmass- stab erwartet.
- Fallen die Resultate positiv aus, werden bis Ende 2016 mit einer Machbarkeits-

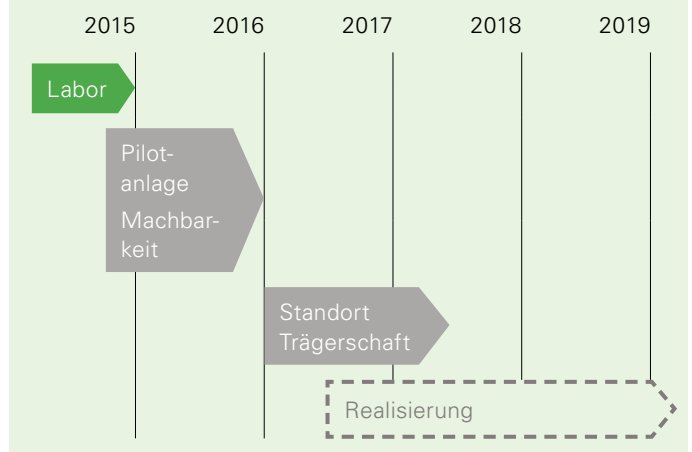
studie für ausgewählte Standorte die Engineering- Grundlagen erarbeitet und die Kosten geschätzt.

- Eine Patentierung des technischen Verfahrens seitens TR wird derzeit geprüft. Durch das Entwicklungsengagement des Kantons Zürich besteht für die konkrete Umsetzung freier Zugang zu den Erkenntnissen der Entwicklungsarbeiten.
- Nach Abschluss der Pilotierung wird wieder informiert.



Arbeiten zur Machbarkeitsstudie im Labor von Técnicas Reunidas bei Madrid (Quelle: TR)

Zeitplan zur Phosphorsäureproduktion



Erfolgreiche und termingerechte Inbetriebnahme der zentralen Klärschlammverwertungsanlage Werdhölzli



Aussenansicht der Klärschlammverwertungsanlage Werdhölzli in Zürich (Quelle: ERZ)

2007 beauftragte der Zürcher Regierungsrat die Baudirektion, gemeinsam mit den Betreibern der öffentlichen Klärschlamm-entsorgungsanlagen ein neues Entsorgungskonzept für Klärschlamm umzusetzen. Im Sinne einer nachhaltigen Ressourcenwirtschaft waren

die zukünftigen Entsorgungswege so zu planen, dass später eine Rückgewinnung des Wertstoffes Phosphor möglich ist. Die im Klärschlamm enthaltene erneuerbare Energie sollte unabhängig vom Ort der Behandlung optimal genutzt werden.

Mitte 2015 wurde die neue zentrale Klärschlammverwertungsanlage KSV im Klärwerk Werdhölzli von ERZ Entsorgung + Recycling Zürich termingerecht in Betrieb genommen. Dies ist der erste wichtige Meilenstein zur Sicherung und Nutzung des

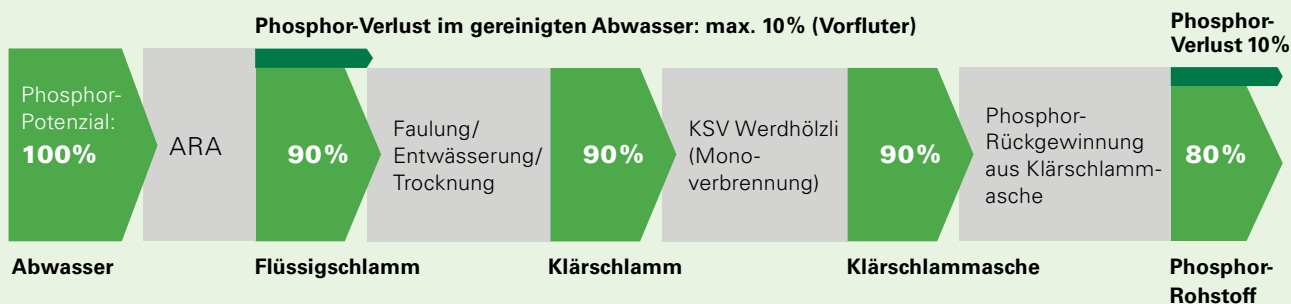
grossen Phosphorpotenzials im Abwasser aller Zürcher ARA. Damit wurde der ökologisch und ökonomisch optimierte Klärschlamm-Entsorgungsplan für den Kanton Zürich realisiert, den der Regierungsrat am 31. August 2011 festgesetzt hatte.

Dank der zentralen Verwertung der rund 100 000 Tonnen entwässerten Klärschlamm aus dem ganzen Kanton sinken die mittleren Verwertungskosten um gut die Hälfte. Zudem wird nahezu 100% des im Klärschlamm enthaltenen kostbaren Rohstoffes Phosphor in der produzierten Klärschlamm- asche konzentriert und steht für die zukünftige Rückgewinnung zur Verfügung. Zurzeit wird die Asche noch in einem Monokompartiment gelagert. Sobald im Projekt das optimierte Verfahren umgesetzt ist, kann Phosphor direkt aus der Klärschlamm- asche gewonnen werden.

Hohe Phosphorrückgewinnungsrate mit Klärschlamm- asche

Nur aus Klärschlamm- asche kann heutzutage eine sehr hohe Phosphor- Rückgewinnungsrate aus Abwasser erreicht werden. Dies ist möglich ohne aufwendige Anpassungen in den beste-

henden Abwasser- reinigungsanlagen oder bei der Faulung und Trocknung des Klärschlamm.



Projektpartner



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser,
Energie und Luft



Stadt Zürich
Entsorgung + Recycling



Weitere Informationen

ZAR: Dr. Stefan Schlumberger, Tel. 032 686 54 30; Daniel Böni, Tel. 044 938 31 02

AWEL: Franz Adam (Abteilungsleiter), Tel. 043 259 39 40; Dr. Leo Morf (Projektleiter), Tel. 043 259 39 70