



Die Umsetzung des Phosphor-Minings bedingt Kooperation



Phosphor-Rückgewinnung mit dem Phos4Life-Verfahren

Erfolgreiche Pilotierung

Eine Pilotierung unter industriellen Bedingungen ergab für die Rückgewinnung von Phosphor aus dem Abwasserpfad mit dem Phos4Life-Verfahren

eine hohe Leistungsfähigkeit. Die anspruchsvollen Zielvorgaben im Hinblick auf eine effiziente stoffliche Verwertung der Klärschlammasche, konstant hohe Produktqualitäten und ein robustes Verfahren wurden erfüllt.

Resultate der Marktanalyse

In einer verfahrenstechnischen Marktanalyse wurden die in der Schweiz vorhandenen Inf-

rastrukturpfade zur Entsorgung von Klärschlamm und zur Rückgewinnung von Phosphor beurteilt. Fazit: Die in Klärschlammverbrennungsanlagen wie im Werdhölzli eingesetzte Technologie hat sich für das nachfolgende Phosphor-Mining als zielführend erwiesen. Doch ein fundierter Verfahrensentscheid ist dazu noch nicht möglich. Daher müssen die letzten fehlenden Details im Rahmen von Vorprojekten für Schweizer Standorte erarbeitet werden.



«Die VTMA hat gezeigt, dass der im Werdhölzli eingeschlagene Weg das grösste Potenzial zur Rückgewinnung von Phosphor aufweist. Für mich ist es nichts als logisch, dies mit einem Vorprojekt weiter zu konkretisieren.»

Peter Wiederkehr

Mitglied der Geschäftsleitung,
Entsorgung + Recycling Zürich ERZ

Evaluation der Technologien liefert wichtige Erkenntnisse

Mit der schweizweiten Verfahrenstechnischen Marktanalyse VTMA wurde 2017/18 eine Möglichkeit zur Rückgewinnung von Phosphor für verschiedene Infrastrukturfade zur Klärschlamm Entsorgung untersucht.

Damit die Schweiz effiziente Verfahren für die Rückgewinnung von Phosphor erhält, haben Betreiber von Abwasserreinigungs- und Klärschlammverbrennungsanlagen mit betroffenen Verbänden im Herbst 2017 eine Dialogplattform geschaffen. Um Grundlagen für die anstehenden Verfahrensentscheide zu liefern, wurde eine «Verfahrenstechnische Marktanalyse für die Phosphorrückgewinnung aus dem Abwasserpfad» (VTMA) durchgeführt.

Wichtigste Erkenntnisse

- Um Phosphor aus Abwasser zu gewinnen, gibt es **wenige zielführende, aber einzelne vielversprechende Verfahren**.
- Wie am Beispiel von Phos4Life gezeigt wurde, ist das **Recycling von Phosphor** aus dem Abwasser gegenüber dem Abbau in Phosphatminen **ökologisch deutlich vorteilhafter** (siehe Grafik).
- Die in der VTMA vorgestellten Lösungen sind bezüg-

lich der **technologischen Reife sehr unterschiedlich**.

- Zum heutigen Zeitpunkt sind die notwendigen Grundlagen für einen fundierten Verfahrensentscheid **noch nicht fertig ausgearbeitet**.

Wichtigste Empfehlungen

- Die erfolgversprechendsten **Verfahren sind weiter zu entwickeln**. Basierend auf den Rahmenbedingungen der schweizerischen Gesetzgebung und mit vergleichbaren Systemgrenzen sind fundierte Kostenkalkulationen vorzunehmen, Stoffflüsse zu definieren und Umweltauswirkungen zu ermitteln.
- Den Akteuren, die auf den gleichen Infrastrukturfad zur Entsorgung des Klärschlamm setzen, wird dabei eine **enge Zusammenarbeit empfohlen**.
- Diese **Erkenntnisse sollen in rund zwei Jahren vorliegen** und in einer zweiten VTMA ausgewertet werden, um die nötigen Technologieentscheide fällen zu können.

Vier Anträge an das BAFU

Die Plattform VTMA lädt das Bundesamt für Umwelt (BAFU) in vier Anträgen dazu ein, sich zu den Rahmenbedingungen für die Rückgewinnung von Phosphor zu äussern. Dazu gehört etwa die Frage, ob die Entsorgung des Klärschlamm aus öffentlichen oder industriellen Abwasseranlagen einschliesslich Rückgewinnung des Phosphors innerhalb der Schweiz zu erfolgen hat oder dies unter bestimmten Bedingungen auch im Ausland erfolgen kann.



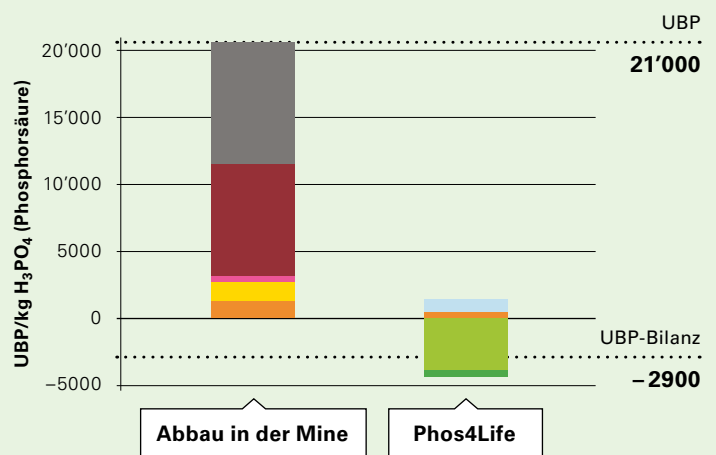
Lesen Sie den ausführlichen Bericht zur VTMA

Phos4Life-Verfahren ist viel ökologischer als Abbau in der Mine

In der Ökobilanz generiert der Abbau in der Phosphatmine 21'000 Umweltbelastungspunkte (UBP) pro Kilo Phosphorsäure, während Phos4Life mit minus 2900 UB die Umwelt schont.

- Rückstand aus Reinigung
- P-Gips Deponierung
- Rohphosphatabbau
- Schwefelsäure
- Transport, Energie, weitere BM
- Salzsäure
- Gutschrift Eisen-III-chlorid-Lösung
- Gutschrift Zementwerk

Quelle: ETH Zürich (Mehr & Hellweg, 2018)



2012

Entwicklung des Verfahrens zur Rückgewinnung von Phosphor

2016

- VVEA tritt in Kraft: Phosphor aus Abwasser ist bis 2026 zurückzugewinnen

Pilotierung

2018

- Verfahren Markta-

Vorproj ausarb

Pilotierung von Phos4Life erfolgreich abgeschlossen

Die positiven Resultate bestätigen die vorangegangenen Laborphasen. Aus Zürcher Klärschlammmasche vom Klärwerk Werdhölzli konnte Phosphor mit einer Ausbeute von über 95% in technisch reine Phosphorsäure überführt werden.



Teilansicht der Pilotanlage beim Technologieanbieter Técnicas Reunidas, José Lladó Technology Centre, Madrid.

Mit der erfolgreich durchgeführten Pilotierung ist der letzte Entwicklungsschritt des Phos4Life-Verfahrens abgeschlossen worden. **Im kontinuierlichen Zusammenspiel aller wichtigen Verfahrensschritte** wurde dieses **auf Herz und Nieren geprüft**. Dazu wurde die Pilotanlage wochentags im 24-Stunden-Betrieb gefahren. Alle wichtigen Prozessparameter wurden dokumentiert, ausgewertet und mit chemischen Analysen aller Stoff- und Produktströme ergänzt. Diese Resultate flossen laufend in die Prozessoptimierungen und den Betrieb der Pilotanlage ein. Die positiven Resultate bestätigen die vorangegangenen Laborphasen.

Die Leistungsfähigkeit des Phos4Life-Verfahrens konnte unter industriellen Bedingungen gezeigt werden. Die hohen Zielvorgaben im Hinblick auf eine **effiziente stoffliche**

Verwertung der Klärschlammmasche, **konstant hohe Produktqualitäten** mit problemlosem Absatzmarkt und ein **robustes Verfahren**, konnten erfüllt werden. Für Klärschlammmasche steht somit ein erprobtes Verfahren zur gross-technischen Umsetzung und Erfüllung der Zielvorgaben zur Verfügung.

Resultate im Detail

- Aus Klärschlammmasche konnte **Phosphor mit einer Ausbeute von über 95%** in technisch reine Phosphorsäure überführt werden. Die Solventextraktion als gewähltes «Reinigungsverfahren» der Phosphorsäure erwies sich als leistungsfähig. Nach dem Einfahren der Anlage konnte eine konstant hohe Produktqualität erzielt werden. Die so gewonnene Phosphorsäure ist ein weltweit etabliertes Handelsprodukt, das durch seine hohe Reinheit in ver-

schiedensten Anwendungsbereichen von der Düngemittelherstellung bis hin zu technischen Applikationen eingesetzt werden kann.

- **Eisen** konnte mit einer **Ausbeute von über 75%** zurückgewonnen werden; es wird als Fällmittel zur Phosphorelimination in Kläranlagen eingesetzt. Das Produkt kann über die Kläranlagen oder über den Chemikalienhandel verkauft werden.
- Der **mineralische Anteil** der KSA wurde von Schwermetallen befreit, sodass dieser den **Schweizer Qualitätsanforderungen zur stofflichen Verwertung genügt**. Die separierten Metalle werden einer Rückgewinnung zugeführt.



«**Mit der erfolgreichen Entwicklung des Phos4Life-Verfahrens konnte eine ökoeffiziente Phosphorrückgewinnung erreicht werden. Das robuste Verfahren nutzt bewährte Technologien und garantiert langfristig hochwertige Produkte.**»

Dr. Stefan Schlumberger
Leiter Kompetenzzentrum
Hydrometallurgie, Stiftung ZAR



Schauen Sie sich das Video zur Pilotierung an

enstetische
analyse VTMA

2020

○ Bilanz Vorprojekt
und Systemscheid

jekt
eiten

Trägerschaft
definieren

Bauprojekt aufgleisen und realisieren

2026

Anlage beginnt
zu produzieren ▶

Prüfung der Umsetzbarkeit von Phos4Life bei gleichzeitiger Nutzung von Synergien mit dem Projekt SwissZinc

Weil im Kanton Zürich keine Standorte vorhanden sind, die das Nutzen von Synergien ermöglichen, wird am Standort Emmenspitz ein Vorprojekt mit Phos4Life durchgeführt.



«Im Emmenspitz betreiben wir schon lange innovative Verfahren. Die Option, hier künftig den Phosphor aus den lokalen und regionalen Klärschlammaschen in einer zentralisierten Anlage zurückzugewinnen, erscheint erfolgversprechend und prüfenswert.»

Markus Juchli
Technischer Leiter ZASE



Visualisierung der Anlagen, die am Standort Emmenspitz geplant sind: neue Kehrrechtverwertungsanlage KEBAG mit Phos4Life- und SwissZinc-Anlagen

Im Emmenspitz haben der Zweckverband der Abwasserregion Solothurn-Emme (ZASE) und die KEBAG ihren Sitz. 2023 soll dort das SwissZinc-Verfahren zur schweizweiten Metallrückgewinnung aus Rückständen der Kehrrechtverwertungsanlagen seinen Betrieb aufnehmen und jährlich etwa 2000 Tonnen hochreines Zinkmetall produzieren. Kernstück des Verfahrens ist die Solventextraktion, welche auch im Phos4Life-Verfahren ein zentrales Element ist. Das Know-how dazu stammt in beiden Fällen vom spanischen Generalunternehmer Técnicas Reunidas SA in Madrid.

Positive Skaleneffekte

Zur Nutzung der damit verbundenen Synergien soll nun im Rahmen eines Vorprojekts untersucht werden, ob sich das Phos4Life-Verfahren mit weiteren Partnern – den Produzenten von ca. 30'000 bis 40'000 Tonnen Klärschlammasche – am gleichen Standort integrieren lässt. Somit könnten positive Skaleneffekte durch die gleichzeitige Bauphase der neuen KVA KEBAG Enova, der SwissZinc-Anlage und der möglichen Phos4Life-Umsetzung genutzt werden.

Die weitaus grössten Synergien sind auf der operativen

Ebene zu erwarten. Gemeinsamkeiten im Bereich der Betriebsführung der Zink- und Phosphorrückgewinnungsanlage, des Qualitätsmanagements, der Prozessanalytik, der Materialbeschaffung und -bewirtschaftung, des Schichtbetriebs sowie der Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten können vorteilhaft genutzt werden.

Zudem bietet der Standort Emmenspitz neben der ausreichend vorhandenen Dampf- und Energielieferung durch die Kehrrechtverwertungsanlage sowie seine zentrale Lage und den bestehenden Bahnan-

schluss weitere Vorteile. Deshalb ist es sinnvoll, zu prüfen, ob sich das Phos4Life-Verfahren integrieren lässt.

Projektabschluss Ende 2019

Abgeschlossen werden soll das Vorprojekt gegen Ende 2019. Die damit gewonnenen Erkenntnisse zur optimierten Wirtschaftlichkeit sollen belegen, dass sich das Phosphorrecycling, das bis 2026 für Abwasserreinigungsanlagen grosstechnisch verpflichtend sein wird, in Form einer regional zentralisierten Anlage realisieren lässt.

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: Dr. Leo Morf (Projektleiter), Tel. 043 259 39 70