

Workshop „Zirkuläre Wirtschaft – mehr als Recycling!?“

Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlamm

Katja Wendler
DECHEMA e.V.



Frankfurt am Main, 15.02.2019

Übersicht

- DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.
- **Phosphor**
 - Bedeutung
 - Herkunft
- **Phosphor-Rückgewinnung**
 - Hintergründe
 - Beispiele zu Aktivitäten
 - Klärschlammverordnung (AbfKlärV)
- **Verfahren zur Phosphor-Rückgewinnung**
 - Übersicht
 - Beispiele
- **Förderung der Phosphor-Rückgewinnung**

DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. – Auf einen Blick

fördert den themenbezogenen Austausch in einem großen interdisziplinären Netzwerk

→ „Wissenschaft und Industrie im Dialog“



- Über 5.900 Mitglieder (davon mehr als 600 Unternehmen und Institutionen)
- Thematische Arbeit in ca. 100 Gremien
- Studien, Positionspapiere und Broschüren
- Tagungen, Kolloquien und Weiterbildung
- Koordination / Mitarbeit in Forschungsprojekten
- Nachwuchsförderung
- ACHEMA: Weltweite Leitveranstaltung für Prozessindustrie und Biotechnologie



DECHEMA-Fokusthemen



DECHEMA-Fokusthema Rohstoffe

Gremien:

u.a. ProcessNet-Fachgruppe „Rohstoffe“

Publikation:

Statuspapier „Phosphatrückgewinnung“
(November 2017)



Veranstaltung:

Infotag „Phosphor aus Klärschlamm –
Wie Sie Ihre Phosphorabreicherung bestimmen können!“
(03.04.2019, Frankfurt am Main)
der DECHEMA und der Deutschen Phosphor-Plattform DPP

Bedeutung von Phosphor

Allgemein:

- Phosphor: essentielles Element, das z.B. in Knochengewebe, Zähnen, DNA enthalten ist
- Wichtig für den Energiestoffwechsel der Zellen (ATP/ADP)
- Liegt in der Natur nicht elementar als Phosphor, sondern als Phosphat vor

Fördermengen und Verfügbarkeit:

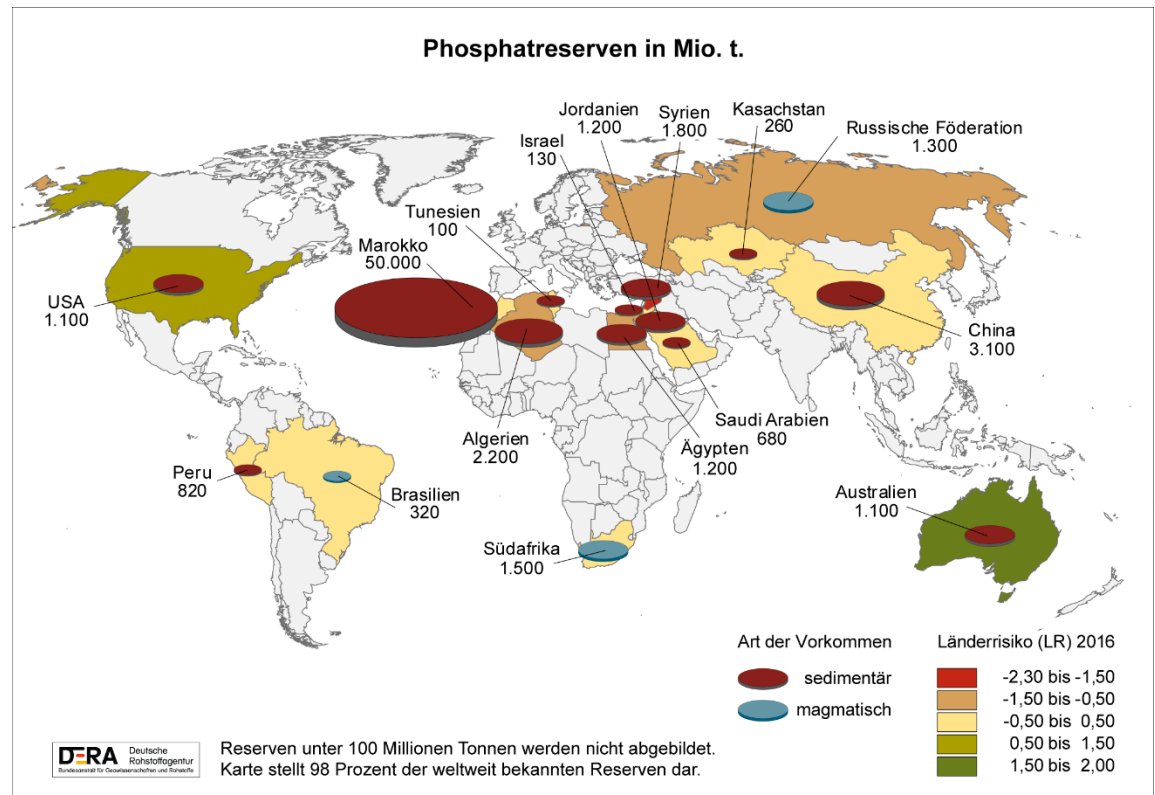
- Weltweit ca. 261 Mio. t Rohphosphat gefördert (2016)
- Aktuell: wenigstens 300 Jahren statische Reichweite

Verwendung:

- 85-90% in der Düngemittelindustrie
- Sonstige: z.B. Nahrungsmittelzusatz (als Konservierungs- oder Trennmittel), Futtermittel, Korrosionsschutzmittel

Herkunft von Phosphor

- Phosphor: zu **0,1 %** in der Erdkruste enthalten
- Wirtschaftlich abbaubare **Phosphaterzlagerstätten** (Roherz-Gehalt > 5 % P_2O_5) zu > 90 % auf wenige Staaten konzentriert: Marokko, China, USA, Algerien, Jordanien, Russland und Südafrika
- EU: zu > 90% von **Phosphat-Importen** abhängig
- EU Kommission: „Phosphatgestein“ (2014) und „weißer Phosphor P4“ (2017) als **kritischer Rohstoff** eingestuft



Phosphat-Weltreserven, Stand: 2016 (Quelle: BGR)

Hintergründe zur Phosphor-Rückgewinnung

- **Sicherung der Rohstoffbasis** durch Reduzierung
 - der Abhängigkeiten von Lieferländern und Preisschwankungen
 - der Einflüsse von geopolitischen Unsicherheiten
- Zunehmende **Verunreinigung** von Rohphosphat mit Uran und Cadmium (in Abhängigkeit von der Lagerstätte)
→ Steigende Belastung der mineralischen Düngemittel und Schwermetalleintrag in landwirtschaftlich genutzte Böden und Grundwasserleiter
- Ressourcenschonung durch Nutzung **heimischer Phosphorquellen** (z.B. kommunaler Klärschlamm bzw. Klärschlammasche)

Beispiele zu Aktivitäten zur Phosphor-Rückgewinnung

▪ Schweiz:

- 2016 als erstes Land weltweit **verbindliche Phosphor-Rückgewinnung** aus Klärschlamm sowie Tier- und Knochenmehl eingeführt
- Übergangsfrist von 10 Jahren: Rückgewinnung von Phosphor, der bisher fast zu 100% deponiert wird, um z.B. Mineraldüngerimporte zu ersetzen.
- Keine Empfehlungen für eine großtechnische Phosphor-Rückgewinnung, da die Verfahren sich erst im Demo-Betrieb behaupten müssen.

▪ Österreich:

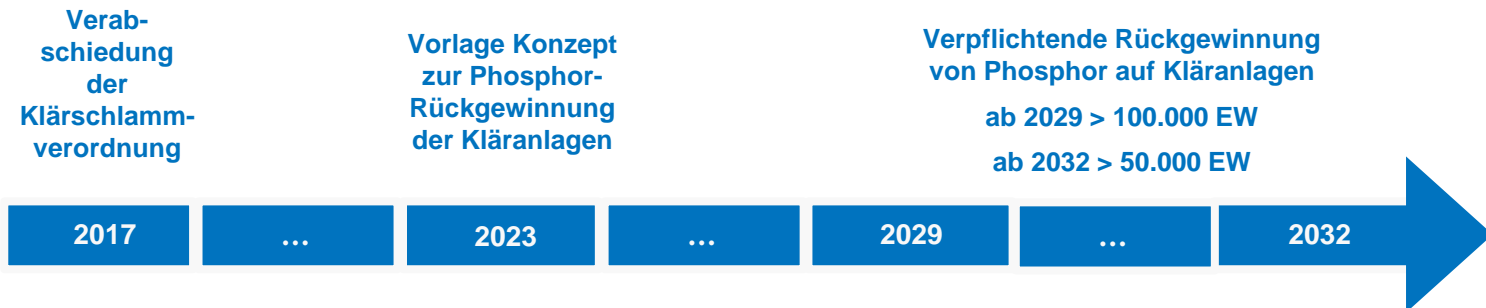
- Anfang 2018: neuer **Bundesabfallwirtschaftsplan**, der ebenfalls eine Phosphor-Rückgewinnung vorsieht (ohne Festlegung von Umsetzungsdaten)

▪ Deutschland:

- Seit Oktober 2017: Novelle der **Klärschlammverordnung** (AbfKlärV), welche eine Rückgewinnung von Phosphor vorsieht

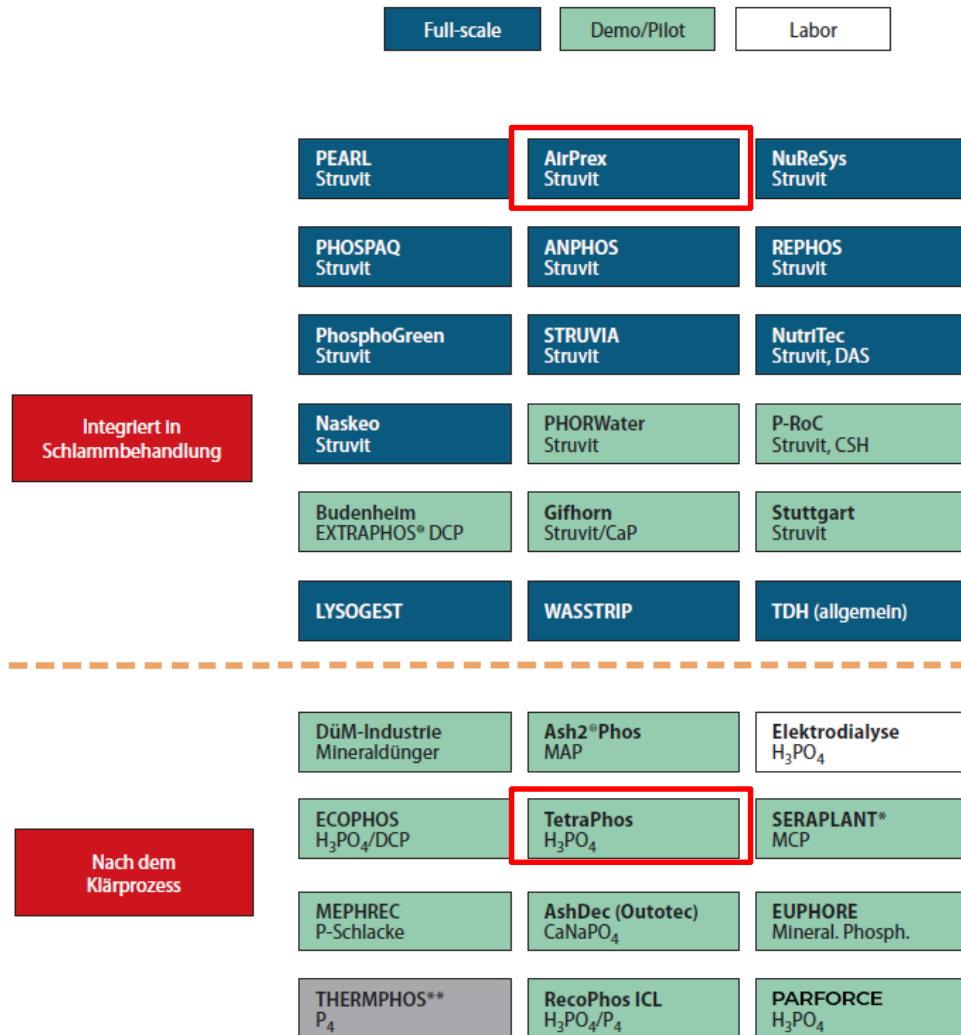
Klärschlammverordnung (AbfKlärV)

- Grundsätzliche **Pflicht zur Phosphor-Rückgewinnung** bei Phosphor-Gehalten im Klärschlamm von mehr als **20 g/kg Trockensubstanz**
- Pflicht zur Phosphor-Rückgewinnung für kommunale Kläranlagen
 - ab 2029: ab **Ausbaugröße > 100.000 Einwohnerwerten** und
 - ab 2032: ab **Ausbaugröße > 50.000 Einwohnerwerten**
- Diesen Kläranlagen ist auch die **Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft bzw. im Landschaftsbau untersagt** (wegen möglicher Belastung von Klärschlamm, z.B. mit Schwermetallen, oder synthetischen organischen Verbindungen, wie z.B. Kunststoff)



Verfahren zur Phosphor-Rückgewinnung

- Unterschiedliche **Aufschlussverfahren**, z.B. nasschemisch, thermochemisch
- Erzeugung unterschiedlicher **Produkte**, z.B. Phosphorsäure, Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP)/ Struvit, Dicalcium-Phosphat (DCP)
- Unterschiedlicher **Technologie-Reifegrad** der Verfahren



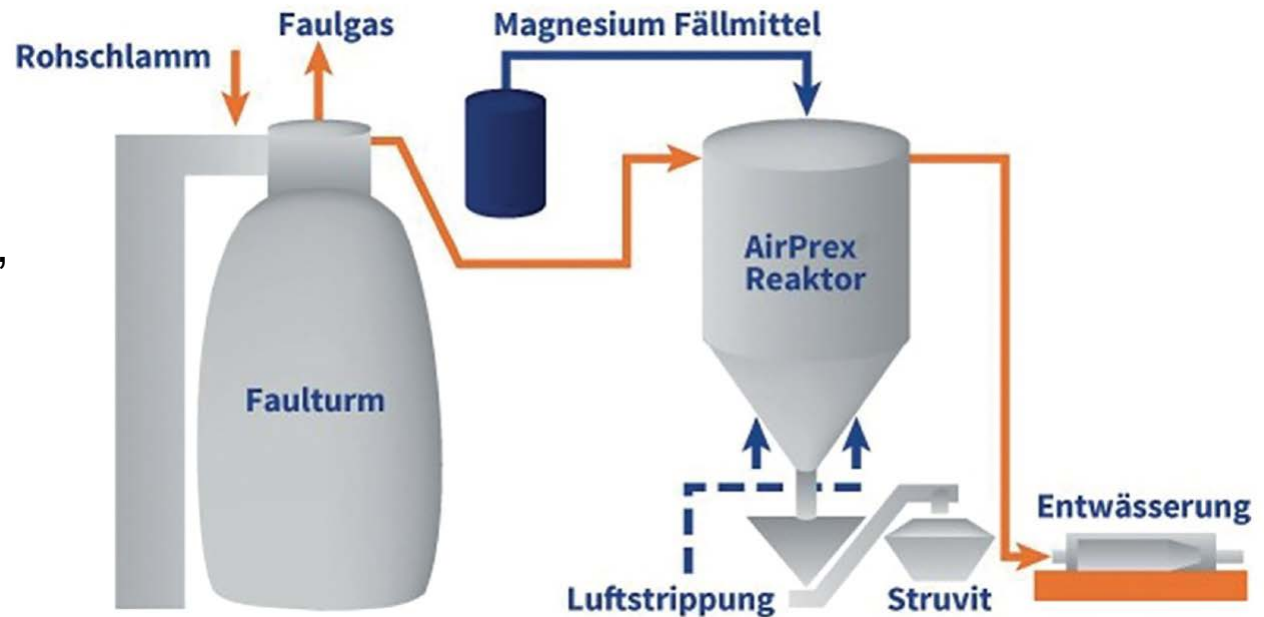
** bis 2012

Quelle: nach Kabbe et.al. 2015, Kabbe at al. 2017

Verfahren zur Phosphor-Rückgewinnung (Beispiele)

AirPrex®-Verfahren der CNP-Technology Water and Biosolids GmbH

- Luftstrippung (pH steigt deutlich durch Ausgasen von CO₂)
- Gleichzeitige Zugabe von MgCl₂ führt zur Bildung und Ausfällung von Struvit
- Anschließend:
 - 1) Struvit-Mikrokristalle im Schlamm belassen, um sie nach einer Monoverbrennung aus der Asche einfacher zu recyceln *oder*
 - 2) Gezielte Bildung von Struvit-Makrokristallen, die ausgeschleust werden.
- Gewonnenes Struvit-Granulat kann als Dünger verwendet werden.
- 9 Referenzanlagen, u.a. in Amsterdam (äquivalent behandelte Abwassermenge 1.000.000 EW)

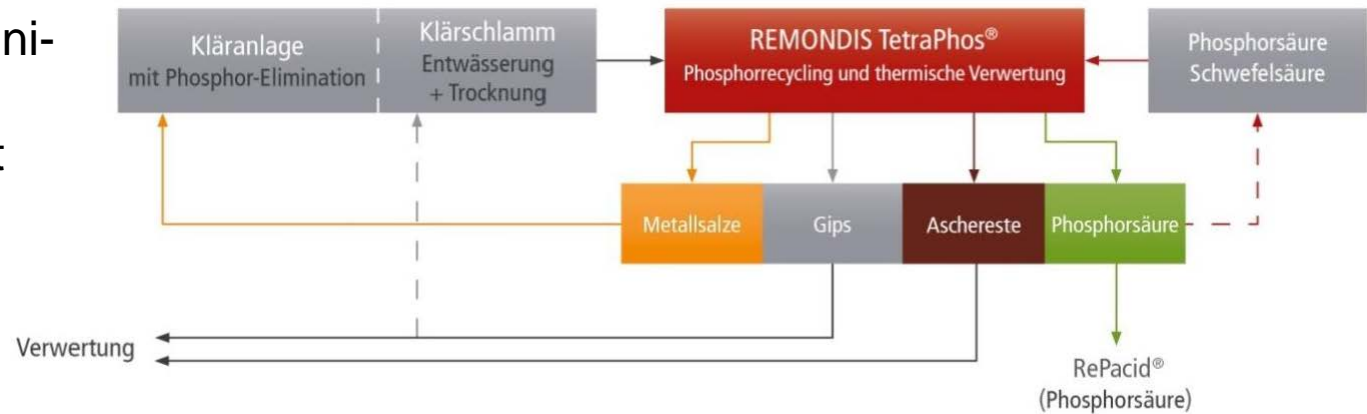


Quelle: Deutsche Phosphor-Plattform DPP

Verfahren zur Phosphor-Rückgewinnung (Beispiele)

TetraPhos®-Verfahren der REMONDIS Aqua GmbH & Co. KG

- Mehrstufiger Prozess, in dem durch Zugabe von Phosphorsäure eine Rohphosphorsäure aus Klärschlammmasche produziert wird.
- Zunächst: Lösung von Phosphaten aus der Klärschlammmasche durch Zugabe von verdünnter Phosphorsäure.
- Zugabe von Schwefelsäure zur angereicherten Phosphorsäure, um diese von Calcium zu befreien, d.h. Koppelprodukt ist Phosphorgips, der in der Bauindustrie eingesetzt werden kann.
- Eisen und Aluminium werden über einen Ionentauscher entfernt und können als Fällmittel (Eisen- und Aluminiumsalze) wiederverwendet werden.
- Seit 2018: Bau einer großtechnischen Anlage zusammen mit der Hamburg Wasser (Erwartete Fertigstellung in 2020)



Quelle: Hanßen et al., 2016

Aktuelle Förderung der Phosphor-Rückgewinnung und der Umsetzung der Klärschlammverordnung

- „**Vollzugshinweise** zur Umsetzung der Klärschlammverordnung“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) als Auslegungshilfe, Fertigstellung und Veröffentlichung: 2019
- Auf Ebene der **Bundesländer** (z.B. Hessen, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein): Informationsveranstaltungen bzw. finanzielle Förderung zur (großtechnischen) Umsetzung von Technologien zur Phosphor-Rückgewinnung unter Einbeziehung der Akteure der Wertschöpfungskette.
- Fördermaßnahme "**Regionales Phosphor-Recycling**" (RePhoR) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF): Förderung der Entwicklung ganzheitlicher, regionaler Ansätze und Konzepte zum Phosphor-Recycling und zur Klärschlammverwertung (großtechnische Umsetzung verschiedener Phosphor-Rückgewinnungsverfahren unter realen Bedingungen), Laufzeit: 2020 - 2024

