

DPP – P-Recyclingtechnologien Tabelle

Dieses Dokument soll einen Überblick über die verschiedenen Technologien der Phosphor-Rückgewinnung in Deutschland bieten. Die enthaltenen Informationen werden neutral dargestellt. Eine Aufnahme in das Dokument bedeutet keine Befürwortung der Technologie(n) noch eine Validierung des geistigen Eigentums oder kommerzieller Ansprüche.

Dieses Dokument wird stetig aktualisiert. Wenn Sie neue Informationen haben, sende Sie diese bitte an info@deutsche-phosphor-plattform.de.

Anlageninput (z.B. Faulschlamm/ Klärschlamm/ KSA/Andere Abfälle/ Sonstiges)	Verfahren (Name des Verfahrens)	Technologiegeber, Kontakt, Telefonnummer, E-Mail, Webseitenlink	Prozess (Ausführung der einzelnen Prozessschritte)	Produkt	Status (Labor/ Technikum/ großtechnische Umsetzung)	Standort/e (auch ab wann), Größe (z.B. 10.000 t KSA/a)	Kommentar	Daten- aktualisi- erung
Überschussschlamm / Faulschlamm	LysoPhos®	CYCLES GmbH sales@cnp-cycles.de www.cnp-cycles.de	Nach der Überschussschlamm- Hydrolyse und vor der Faulung wird der pH-Wert durch NaOH angehoben, durch Zugabe vom MgCl ₂ erfolgt eine Fällung zu Struvit (MAP).	Struvit	Technikum	Wolfsburg 2023 190.000 EW , 280 m³ FS/d	Betreiber baut von AirPrex® auf LysoPhos® um. Erfüllt die neue AbfKlärV	Stand 05/2023
Faulschlamm einer kommunalen Kläranlage mit Co- Vergärung z.B. Fette aus dem Lebensmittelbereich	Gifhorner Verfahren (ursprünglich nach dem Verfahrensgeber als „Seaborne- Anlage“ bezeichnet. Später, nach mehrfacher Modifizierung umbenannt)	Firma Seaborne EPM AG Mooshörner Weg 24811 Owschlag Schleswig-Holstein	1. Extraktion der Phosphate aus dem Klärschlamm durch Ansäuerung mit Schwefelsäure 2. Fest- Flüssigtrennung des Schlamms auf einer Zentrifuge 3. Weiterverarbeitung der Flüssigphase durch Zugabe von Magnesium bis zum stöchiometrischen Gleichgewicht der vorhandenen Phosphate, Ammonium ist im Überstand 4. Anhebung des pH-Wertes bis zum Fällungsbereich (pH 8,7 bis 9,0) 5. Abtrennung des ausgefällten MAP aus der Flüssigphase	Amorphes Magnesium- Ammonium- Phosphat mit weiteren mineralischen Verbindungen (Kalziumphosphat, Hydrogenphosphate) und Spurenstoffen.	Großtechnische Umsetzung	38518 Gifhorn Bau der Anlage: 2004 Inbetriebnahme: 2005 Die Ausbaugröße der Kläranlage beträgt 95.000 EW, die derzeitige Belastung liegt bei 65.700 EW. Täglich werden ca. 110 m³ ausgefauter Schlamm (Dünnschlamm) der Klärschlammaufbereitungsanlage zugeführt.		Stand 04/2023
Faulschlamm	Stuttgarter Verfahren	iat Ingenieurberatung, Uni Stuttgart	Ansäuerung des Klärschlammes/ P-Rücklösung, Entwässerung, P-Fällung mit MgO in der Flüssigphase	Struvit	Pilotanlage	Offenburg-Griesheim		Stand 2020
Faulschlamm	Stuttgarter Verfahren -System MSE-	MSE Mobile Schlamm- entwässerungs GmbH, Dr. Rudolf Turek, 07248-927015, r.turek@mse-mobile.de www.mse-mobile.de	sauerer Leaching, Ultrafiltration, Struvit-Fällung, Produktentwässerung	Struvit	Großtechnische Umsetzung	mobile Anlage, 5.000t Trockenmasse/Jahr	(Wirkungsgrad > 80%)	Stand 03/2023
Faulschlamm	Air-Prex®	CNP CYCLES GmbH, sales@cnp-cycles.de www.cnp-cycles.de	Im Reaktor wird der pH-Wert durch Belüftung angehoben durch Zugabe vom MgCl ₂ erfolgt eine Fällung zu Struvit (MAP)	Struvit	großtechnische Umsetzung	MG Neuwerk 2009 630.000 EW , 1500 m³ FS/d Berlin Waßmansdorf 2011 1.000.000 EW , 2000 m³ FS/d Echten , Niederlande 2013 190.000 EW , 400 m³ FS/d Amsterdam , Niederlande 2013 1.000.000 EW , 2500 m³ FS/d		Stand 05/2023

						Uelzen 2015 83.000 EW , 120 m³ FS/d ohne Struvit – Ausschleusung Salzgitter 2015 175.000 EW , 240 m³ FS/d Göppingen 2019 330.000 EW , 220 m³ FS/d Tíjanjin , China2015 1.500.000 EW , 2500 m³ FS/d Medina County , USA 2019 100.000 EW , 155 m³ FS/d Howard County , USA 2019 400.000 EW , 800 m³ FS/d Erlangen 2024, 270.000 EW , 320 m³ FS/d Haifa Israel 2024 700.000 EW , 2800 m³ FS/d	
eingedickter Primär- & Überschuss-schlamm	PhosForce (STRUVIA™-Reaktor)	Veolia	biologische Versäuerung des Schlammes (P-Rücklösung), Entwässerung, P-Fällung in der Flüssigphase zur Erzeugung von Struvit oder Calciumphosphate	Struvit, DCP	Technikum	Schönebeck	Stand 02/2022
Faulschlamm/ Abwasser	ViviMag®	Kemira/ Veolia	Dosierung von Eisen-basierten Fällmittel ins Abwasser, Bildung von Eisenphosphat-Mineralen, Extraktion von Vivianit durch magnetische Abtrennung	Vivianit (Fe ₃ .(PO ₄) ₂ .8H ₂ O)	TRL 7-8 automatisierte Plug&Play-Pilotanlage vorhanden (bis zu 1m³/h Faulschlamm)	2022: Pilotversuche auf der KA Schönebeck (90.000 EW) 2023: Pilotversuche auf einer KA in Dänemark 2024: weitere Pilotversuchen in anderen KA	Stand 08/2023
Schlammwasser	P-RoC	KIT-CMM Anke Ehbrecht anke.ehbrecht@kit.edu https://www.cmm.kit.edu/297.php	evtl. Schlammintegration, Schlammmentwässerung, Zuführung des Schlammwassers zur Anlage, semikontinuierlicher Betrieb bzw. Batchbetrieb, Kristallisation von CaP und MgP-Phasen durch CSH-induzierte Kristallisation	Struvit CaP und MgP	Pilot ab 2024, danach großtechnische Umsetzung	KA Bachgau, Großostheim ab 2024 35.000 EW	Stand 03/2023
Faulschlamm	SIMPhos-Verfahren	CIRKEL GmbH & Co. KG, Emsdetten Katja Kolodzi 02572 / 92 31-235, katja.kolodzi@cirkel.de https://www.cirkel.de/de/multifunktional-e-mineralien/simpur/wassertechnik	"(1) Faulschlamm (2) P-Rücklösung (3) Schlammmentwässerung (3) Flüssigphase (4) P-Kristallisation mittels originärem CalciumSilikatHydrat (CSH SIMPur) im Filtrationsverfahren. Wirkweise: Kristallisation von Calciumphosphat aus der Entwässerungsflüssigkeit mit Hilfe von originärem CalciumsilikatHydrat (CSH), das SiO ₂ /Siliziumverbindungen freisetzt und Phosphor aufnimmt. SIMPur wird originär durch die Verarbeitung des CSH-Minerals Tobermorit in einer maßgeschneiderten Granulometrie hergestellt."	CaP	großtechnische Umsetzung 2022 im Klärwerk Neuburg an der Donau	Neuburg a. d. Donau, 2022, EW 67.000	Stand 04/2022
Faulschlamm	ELOVAC®-P	ELIQUO TECHNOLOGIES Maria Dittmann maria.dittmann@eli-quo-tech.com +49 751 35978514 +49 151 58954415	Der Faulschlamm wird dem Vakuum-Reaktor-Tank kontinuierlich zugeführt. Im Vakuum-Reaktor-Tank wird durch eine Vakuumpumpe ein Unterdruck erzeugt. Dadurch wird dem Schlamm Methan und Kohlendioxid entzogen. Die Verwertung dieses Gases ermöglicht einen energie-positiven Betrieb von ELOVAC® sowie die Reduktion von Treibhausgasemissionen.	Struvit verbleit als Mikro-Kristalle im Schlamm: P in der Form von Struvit im Schlamm ist zum einen ein sehr guter direkter	Großtechnische Umsetzung (in Betrieb): Großtechnisch (in Betrieb):	<u>Demo-Anlage #1:</u> Ottestad (Norwegen) 2020 Durchsatz 288 m³/d Lingen, Ems 2016: ELOVAC® 2019: ELOVAC®-P	Stand 05/2023

		https://www.eliquo-tech.com/de/elovac.html	Bei Bedarf wird Magnesiumchlorid in den Vakuum-Reaktor-Tank dosiert. Durch die Vakuumentgasung erhöht sich der pH-Wert. Dies sind die idealen Bedingungen für eine kontrollierte Struvit-Fällung. Der entgaste Faulschlamm wird über eine Schlammpumpe kontinuierlich aus dem Vakuum-Reaktor-Tank abgezogen und der anschließenden Schlammbehandlungsstufe zugeführt.	slow-release Dünger und ist zum anderen selbst nach der Monoverbrennung vorteilhaft für die P-Rückgewinnung. Das gleiche trifft für Biochar (Produkt der Karbonisierung/Pyrolyse) zu.	Großtechnisch (im Bau): Großtechnisch Demo Anlage (geplant): Großtechnisch (in Betrieb): Großtechnisch (in Betrieb): Großtechnisch (Leasing model, in Betrieb):	Durchsatz 240 m³/d <u>Demo Anlage #2:</u> Erlangen 2022 Durchsatz 480 m³/d Ovivo (USA) 2022 Durchsatz 480 m³/d Ungenannter Kunde (Südkorea) 2022 Durchsatz 240 m³/d Vand Center Syd (Dänemark) 2022 Durchsatz 960 m³/d Provo Water, UT (USA) 2021 Durchsatz 416 m³/d	
Rohschlamm (vor anaerober Stabilisierung), Güllen, Gärreste	EPA - Erweiterter PARFORCE Ansatz	PARFORCE Engineering & Consulting GmbH (Schutzrechtinhaberin) Am St.- Niclas Schacht 13, 09599 Freiberg info@parforce-technologie.de https://parforce-technologie.de PTC-PARFORCE Technology Cooperation GmbH (Anlagenbau) Neckarstraße 23, 45768 Marl info@ptc-parforce.de https://ptc-parforce.de	Verstärkte Rücklösung und Abtrennung von biologisch gebundenem Phosphat. Bei Kläranlagen mit dem Ziel den Anlagenschutz (MAP-Inkrustationen) signifikant zu erhöhen und Phosphat soweit auszuschleusen, dass der künftige Schwellenwert für eine P-Rückgewinnung nach AbfKlärV unterschritten wird und die Möglichkeit der Co-Verbrennung nach 31.12.2028 erhalten bleibt. <u>Verfahrensschritte:</u> 1. Hydrolyse von voreingedicktem Rohschlamm (Überschussschlamm) 2. Rückverdünnung des hydrolysierten Schlammes 3. Abtrennung der phosphatreichen Flüssigphase. Zuführung des wiedereingedickten Schlammes zur Faulung 4. MAP/Struvit-Kristallisation in abgetrennter Flüssigphase 5. Abzug MAP/Struvit-Suspension aus Reaktor und Entwässerung Das Verfahren kann in eine bestehende Schlamm-behandlung integriert werden.	Struvit (Magnesium-ammoniumphosphat MAP) Reinheit: 97 % bzgl. MAP, Verunreinigung: Calciumphosphat P-Gehalt ~ 18 % in getrockneten Kristallen Verwendung als NP-Dünger bzw. Einsatzstoff für Düngemittel oder Rohstoff für die Veredelung zu Phosphorsäure (mit der PARFORCE-Technologie) mit Rückgewinnung der Magnesiumquelle (MgCl2)	Vollstromanlage Kläranlage Wolfsburg	Kläranlage „Zum Stahlberg“, Wolfsburg (175.000 EW) Interimsbetrieb 08/2021 – 08/2022 Vollbetrieb seit 09/2022	Stand 03/2023
Überschussschlamm	iPhos	SF-Soepenber GmbH Dr. Joachim Clemens j.clemens@soepenb erg.com, Christine Oepfert c.oepfert@soepenb-erg.com www.soepenber.com	Geeignet für Überschussschlämme mit P-Fällung 1. Reduktiver P-Aufschluss 2. pH-Absenkung 3. Schwermetallelimination 4. Flockung und Schlammabtrennung 5. Struvitfällung	Struvit, Klärschlamm mit weniger als 2% P im TR	Technikum	Gifhorn, November 2021	Stand 04/2023
Klärschlamm-Entwässerungs-flüssigkeit	ePhos	Fraunhofer IGB siegfried.egner@igb.fraunhofer.de Mohr, Marius marius.mohr@igb.fraunhofer.de	Elektrochemische Struvit-Fällung, unter Verwendung einer Magnesium-Opferanode und ohne chemische Zusätze	Struvit oder K-Struvit			Stand 2020

Klärschlamm (und andere Abfälle)	EuPhoRe®	Euphore GmbH	Thermochemische Klärschlammbehandlung bei ca. 1.000°C, Zugabe von Chloriden/Sulfaten in den Klärschlamm (zwecks Eliminierung der Metalle)	P-haltige Asche als Ausgangsstoff für Düngemittel		ab 2021 MVV Mannheim, EVO Offenbach, EGLV Dinslaken, (ERZO Oftringen)	Stand 2020	
Rohschlamm, Faulschlamm, Überschussschlamm , Fe-, Al-, Bio-P- Schlamm, Organische Abfälle, Gülle	TerraNova® ultra	TerraNova Energy GmbH Herr Marc Buttmann info@terranova-energy.com www.terranova-energy.com	1. Hydrolyse bei ca. 170°C 2. Zugabe von Säure zum Hydrolysat zur Rücklösung des Phosphors 3. Abtrennung der Feststoffe 4. Fällung von P aus der Flüssigphase durch Zugabe von Calcium-Silicat-Hydrat (CSH) 5. Abtrennung des P-Produkts durch Fest-Flüssig-Trennung	Mg-/Ca-P zugelassen nach D-DüMV 1.2.9 Tabelle 6.2.4)	Technikum:	Ruhrverband Duisburg Kläranlage Kasslerfeld Demonstrationsprojekt 2020 250 kg entwässerter Klärschlamm pro Stunde	Stand 04/2023	
					größtechnische Umsetzung:	Jining/China 2016 14.000 t entwässerter Klärschlamm input p.a. Mexico City 2023 21.000 t organischer Abfall input p.a. (nur Hydrolyse, ohne P-Rückgewinnung)		
Faulschlamm oder Klärschlamm	PYREG®	PYREG GmbH www.pyreg.de		Kohle/Karbonisat	Großtechnische Umsetzung TRL 9	Linz-Unkel 2015: ca. 700 t TS/a Homburg 2016: ca. 1.000 t TS/a USA, Silicon Valley 2017: ca. 1.000 t TS/a Schweden, Hammenhög 2019: (Anlage nur teilweise mit KS im Betrieb) Tschechien, Trutnov 2020: ca. 1.000 t TS/a Lorsbach 2021: ca. 1.600 t TS/a Kleve 2022: ca. 1.600 t TS/a USA, Ephrata 2023: ca. 1.200 t TS/a , In Produktion IBN 2023 USA, Redding 2023: ca. 1.200 t TS/a , In Produktion, IBN 2023	Klärschlamm-karbonisate können in Schweden einzeln zugelassen werden. In Tschechien kann Klärschlamm-karbonisat nach unserem Wissen als Kompostzusatz verwendet werden.	Stand 04/2023
Klärschlamm	Kopf SynGas	Kopf SynGas	Vergasung mit Nachoxidation im Wirbelschicht- Vergaser	P-reiche Asche			Stand 2020	
Klärschlamm	HTCycle	HTCycle	kontinuierliche hydrothermale Karbonisierung, wobei Dampf als Reaktionsmedium bei ca. 220°C und 24 bar für 3-5 Stunden eingesetzt wird. <u>Optional:</u> Phosphor kann aus der Aktivkohle entweder vor oder nach ihrer Verwendung zur Wasserreinigung mit Schwefelsäure ausgelaugt werden, um Phosphorsäure herzustellen. Das aus den Abgasen abgetrennte Ammoniak kann entweder mit dem Phosphor zur Bildung von Struvit umgesetzt und/oder zur Herstellung von Ammoniumsulfat verwendet werden.	Aktivkohle (HTC-Kohle) -> P-Säure; Struvit; Ammoniumsulfat	Pilotanlagen	8 000 bzw. 16 000 t/Jahr	Stand 2020	

Entwässerter Faulschlamm	FlashPhos	FlashPhos Konsortium Kontakt: Matthias Rapf, matthias.rapf@iswa.uni-stuttgart.de https://flashphos-project.org	Trocknung und Mahlung in einem Schritt; Flash-Vergasung bei gleichzeitiger Schadstoff-Entfrachtung; thermische Reduktion der gereinigten Schlacke, dabei Extraktion von weißem Phosphor aus dem Gas. Granulation der reduzierten Schlacke zur Herstellung eines Zement-Substituts.	Weißer Phosphor P4	Pilot- / Demo-Anlage (in Bau)	Mahl-Trockner: Kläranlage Straubing (ab Juni 2023) Flash, Refiner und Granulation bei ARP GmbH, Leoben (ab Juli 2023) Durchsatz: 250 kg Trockenschlamm pro Stunde	Stand 04/2023	
Entwässertes Klärschlamm	Drehrohrkessel	Werkstätten heating-systems GmbH Nils Moggert n.moggert@werkstaetten-gmbh.de www.drehrohrkessel.de	Trocknung, Verbrennung, P-Rezyklat: 1. Annahmesystem für entwässerten Klärschlamm (18-35 % TS) 2. Trocknung (Vollstrom-Volltrocknung auf 90 %TS) mit nachgeschalteter Abluftreinigung 3. Verbrennung im Drehrohrkessel bei 800 -1.000°C 4. Ascheaufbereitung zum P-Rezyklat 5. Trockene Rauchgasreinigung	P-Rezyklat in Form von Klärschlammasche (schwermetall-entfrachtet, Pflanzenverfügbarkeit t 75-80 %); P-Rückgewinnungsrate n >95%; → Direktnutzung in der Landwirtschaft sowie Rohstoff für Düngemittel-Industrie	Großtechnische Umsetzung TRL 9	Ems-Vechte-Klärschlamm-Verwertung GmbH (Schüttorf / Niedersachsen) IBN 01-2020 600 t Asche/a Guldborgsund Spildevand A/S (Frejlev, Dänemark) IBN: 11-2021 220 t Asche/a Kommunalen Klärschlammverwertung Region Altenkirchen GmbH (Wallmenroth, Rheinland-Pfalz) IBN: Q3-2023 1800 t Asche/a Unternehmen für Phosphatrecycling im Odenwald GmbH (Michelstadt, Hessen) IBN: Q2-2024 1800 t Asche/a Marius Pedersen A/S (Dänemark) IBN: Q2-2024 1200 t Asche/a	Lösungen für 6.000 – 60.000 t OS/a:	Stand 07/2023
Klärschlamm (entwässert oder getrocknet)	Grenzbach Verfahren	Grenzbach BSH Bad Hersfeld	Thermochemische Klärschlammbehandlung unter reduzierenden Bedingungen in einem Drehofen	Phosphorsäure Mineralik	Pilotanlage / großtechnische Umsetzung	Stadtwerke Rodgau (Inbetriebnahme 2023, 3100t/a KS 23%TS)	Stand 04/2023	
Klärschlammasche	Ash2®Phos	EasyMining, Gelsenwasser Dr. Christian Kabbe +49 30 616 47 943 +49 176 61 53 79 26 christian.kabbe@easymining.com	P-Leaching aus Asche mit Salzsäure, P-Fällung mit Kalkmilch	P-haltiges Produkt (DCP)		Bitterfeld, Helsingborg (SE) ab 2023/24	Stand 2020	
Klärschlammasche (aus der Mono-Verbrennung von Klärschlamm aus kommunalen Kläranlagen mit biologischer und/oder chemischer P-Elimination)	REMONDIS TetraPhos®	REMONDIS TetraPhos GmbH, Andreas Rak, andreas.rak@remondis.de www.remondis-aqua.de	<u>Phase 1:</u> Klärschlamm wird nach der Faulung der weiteren energetischen Nutzung in einer Monoverbrennungsanlage zugeführt. <u>Phase 2:</u> Klärschlamm-Asche wird in einem Reaktor mit verdünnter Phosphorsäure gemischt. Dabei lösen sich die Phosphate bereits innerhalb kurzer Zeit fast vollständig auf. Nach der Elution wird der unlösliche Anteil der Asche (etwa 50%) abfiltriert. Das Filtrat ist die Roh-Phosphorsäure. Die gewaschene Mineralik weist einen TS von > 50% auf, ist stichfest und kann deponiert oder verwertet werden. <u>Phase 3:</u> Das aus der Asche gelöste Calcium wird durch stöchiometrische Zugabe von Schwefelsäure aus der Roh-Phosphorsäure präzipitiert. Es kristallisiert Calciumsulfat, das als Gips aus der Phosphorsäure abfiltriert wird.	REPACID® Phosphorsäure 75% H3PO4, Gips, Eisensalze (Phosphat-Fällungsmittel), Mineralik (Aschereste)	Großtechnische Umsetzung	Hamburg, Kläranlage Hamburg, Standort Köhlbrandhöft, Hamburger Phosphorreycling Gesellschaft mbH, Ein Gemeinschaftsunternehmen von REMONDIS und HAMBURG WASSER, Fertigstellung 2021, 20.000 t KSA/a	Stand 05/2023	

			<p><u>Phase 4:</u> Mit Hilfe von Ionentauschern werden die restlichen Metalle wie Magnesium, Aluminium und Eisen entfernt. Durch Regeneration der Ionentauscherharze mit Säure entsteht eine Metallsalzlösung, die wieder zur Phosphatfällung in Kläranlagen eingesetzt werden kann.</p> <p><u>Phase 5:</u> In der letzten Phase wird die metallarme Phosphorsäure auf RePacid® - Qualität gereinigt und auf marktgängige 75% konzentriert. Die erzeugte Phosphorsäure ist in der Qualität mit technischer Phosphorsäure zu vergleichen.</p>				
Klärschlammasche	AshDec	Outotec	Thermochemische Aschebehandlung bei ca. 1.000°C; Zugabe von Chloriden/Sulfaten/Carbonaten in die Klärschlammasche vor der Behandlung	P-haltige Asche als Ausgangsstoff für Düngemittel	Pilotanlage, großtechnische Anlage geplant.	Hamburg 300 kg/h, 30 000 t/Jahr in Altenstadt geplant.	Stand 2020
Klärschlammasche Der Einsatz von Tiermehlasche ist ebenfalls technisch möglich	PHOS4green	Glatt Ingenieurtechnik GmbH Jan Kirchhof jan.kirchhof@glatt.com https://phos4green.glatt.com/de/	<p>1. Asche wird mit Säure, Wasser und optional Additive suspendiert. Das Phosphat in der Klärschlammasche wird durch die Säure aufgeschlossen (Phosphatumwandlung).</p> <p>2. Homogenisierung.</p> <p>3. Die so erzeugte Suspension wird anschließend in einem Wirbelschichtapparat sprühgranuliert.</p> <p>https://phos4green.glatt.com/de/technologie/funktionsweise/</p>	<p>Diverse Düngemittel bzw. auch Rezepturen möglich</p> <p>P NPS PK NPK</p>	Großtechnische Umsetzung	<p>Haldensleben Inbetriebnahme 2021</p> <p>Input ca. 30.000 bis 40.000 t/a Klärschlammasche</p> <p>Darüber hinaus existieren Labor- und Pilotanlagen (Sprühgranulation) am Standort der Glatt Ingenieurtechnik GmbH in Weimar</p>	Stand 03/2023
Klärschlammasche	Pontes Pabuli	Pontes Pabuli GmbH http://pontes-pabuli.de/home-13.html Sabine Graumüller S.Graumueeller@pontes-pabuli.de	Säureaufschluss, Optional Schwermetallabscheidung durch selektive Ausfällung, weitere Nährstoff Komponenten werden in exakten Mengen zugegeben, Granulierung und Trocknung.	P-haltiges Düngemittel	Demonstrationsanlage	Markranstädt IBN: 28.03.2022 Asche-Durchsatz: 35 kg/h	Stand 06/2023
Klärschlammasche, Struvit/MAP, Di-/Tri-Calcium-phosphate, Sonstige Abfälle: •P-haltige anorg. Reststoffe •TNP (Tier- und Kochenmehlaschen) •Sonstige P-haltige Reststoffe nach therm. Oxidation Primärrohstoffe: •Phosphaterze (sedimentär, magmatisch) nach Erzaufbereitung	PARFORCE-Technologie®	<p>PARFORCE Engineering & Consulting GmbH (Patentinhaberin) Am St.- Niclas Schacht 13, 09599 Freiberg info@parforce-technologie.de https://parforce-technologie.de</p> <p>PTC – PARFORCE-Technology Cooperation GmbH (Lizenznehmerin) Neckarstraße 23, 45768 Marl info@ptc-parforce.de https://ptc-parforce.de</p>	<p>Verfahren besteht aus einem Kernprozess (PARFORCE-Core) mit 4 Verfahrensschritten, die für alle Einsatzstoffe eingesetzt werden.</p> <p><u>Verfahrensschritte:</u></p> <p>1. Aufschluss mit verdünnter Salzsäure (HCl) oder Salpeter-säure (HNO3)</p> <p>2. Abtrennung unlöslicher Bestandteile (silikatische Rückstände)</p> <p>3. Abtrennung ein- und zweiwertiger Verun-reinigungen (Ca, Mg, K, Na, Schwermetalle) in Elektrodialyse)</p> <p>4. Aufkonzentrierung der gereinigten P-säure auf handelsübliche Konzentrationen</p> <p>Je nach Einsatzstoff können weitere Verfahrensschritte notwendig sein.</p> <p>Bei Klärschlammasche: Entfernung dreiwertiger Fe-/ Al- Ionen vor elektro-dialytischer Verarbeitung mittels Ionenaustauscher</p>	<p><u>Hauptprodukt:</u> Basischemikalie Phosphorsäure (75 %) / H3PO4 Standardqualitäten Reinheitsgrade bis 99,99 % möglich</p> <p><u>Nebenprodukte:</u> Bei Aufschluss mit HCl: DIN-konforme Taumittel (CaCl2) Bei Struvit als Einsatzstoff: MgCl2 Bei Aufschluss mit HNO3: Calciumnitrat (Ca(NO3)2) (Einsatzstoff der Düngemittelindustrie)</p>	<p>Demonstrations - und Forschungsanlage Freiberg</p> <p>Automatisierte Demonstrations-anlage PhosRec, Bottrop https://phosrec.de</p>	<p>Campus der TU Bergakademie Freiberg Seit 2018 Bis zu 1.000 kg Einsatzstoff/Tag</p> <p>Kläranlage Bottrop (EGLV) Im Bau IBN: 2023/2024 1.000 t KSA/a</p>	Stand 03/2023
Klärschlammasche	PHOS4LIFE®	Tecnicas Reunidas S.A Javier Manzano (Senior Market Development Manager)	<p>1. Saure Auslaugung von Klärschlammasche</p> <p>2. Phosphatbehandlung mit H2SO4</p> <p>3. Verdampfung</p> <p>4. Lösungsmittelextraktion (SX) - TECNICAS REUNIDAS</p> <p>KERntechnologie: Extraktion / Waschen / Strippen / Abreicherung</p>	Phosphorsäure technischer Qualität	Pilotanlage, großtechnische Anlage geplant	Phos4life 1.0 - Validierung im Pilotmaßstab (2017-2019) - José Lladó Technology Center, Técnicas Reunidas; Madrid (Spanien)	Stand 09/2023

		jmanzano@tecnicasreunidas.es https://ddtp.tecnicasreunidas.es/en/technologies/critical-raw-materials/	5. H ₃ PO ₄ -Produktkonditionierung - Herstellung von Phosphorsäure in technischer Qualität 6. Behandlung von Abfällen und Abwässern			Phos4Life 2.0 - Validierung im Pilotmaßstab (2020-2021) - Technologiezentrum José Lladó, Técnicas Reunidas; Madrid (Spanien) Erste industrielle Umsetzung, Phos4Life Flagship Start-up (2027/2028); 40.000 t KSA /a; Emmenspitz, Zuchwil (Schweiz)	
Klärschlammasche und Fällungsprodukt (Struvit)	Susphos	Susphos sales@susphos.com	Die Einsatzstoffe werden mit konzentrierter Schwefelsäure angegriffen. Die entstehende Phosphorsäure wird mit einem eigenen organischen Lösungsmittelextraktionsverfahren gereinigt. Mono- oder Diammoniumphosphat kann durch Reaktion mit Ammoniakgas aus der Phosphorsäure ausgefällt werden.	P-säure/ Mono- oder Diammoniumphosphat; Feste Magnesiumsulfatsalze	Pilotanlage, großtechnische Anlage geplant	25 kg/Tag in Leeuwarden; 50 000 t/Jahr in Niederlande ab 2023-2024	Stand 2020
Geschmolzene Klärschlammasche	ElektroPhos	Alfred.Edlinger@mitechnology.at www.mitechnology.at	Schmelzflusselektrolyse CO ₂ -freie Gewinnung von elementarem Phosphor	Elementarer Phosphor, Zementschlacke und Sauerstoff	Labor	TU - Wien	Stand 04/2023
Klärschlammasche, Knochenmehlasche (Monoverbrennung) , sekundäre Ca-Phosphate	Bandaufschlussverfahren für Rohphosphat mit H ₂ SO ₄ /H ₃ PO ₄	--- ICL Fertilizers Deutschland GmbH	Im Rahmen unseres Produktionsverfahrens: A: Mischen mit gemahlenem Rohphosphat B: Einbringen des Gemisches in den Aufschlussprozess C: Granulierung des aufgeschlossenen Materials (evtl. unter Verwendung weiterer Nährstoffe) D: Trocknung im Drehrohr E: Siebung F: Kühlung	Granulierte Mineraldünger auf Phosphatbasis	Großtechnische Umsetzung möglich	ICL Fertilizers Deutschland GmbH	Stand 05/2023

Dieses Dokument wird stetig aktualisiert. Wenn Sie neue Informationen haben, sende Sie diese bitte an info@deutsche-phosphor-plattform.de.