

Phosphor-Rückgewinnung

Steckbrief	
Bundesland	Baden-Württemberg
EFRE-OP	Operationelles Programm Baden-Württemberg EFRE 2014-2020
Kurzbeschreibung	Baden-Württemberg unterstützt die (Weiter-) Entwicklung und Etablierung von Phosphor-Rückgewinnungsanlagen sowie die Weiterverbreitung wirtschaftlicher Lösungen für das Phosphor-Recycling aus Klärschlamm und Klärschlammverbrennungssasche im Rahmen des Operationellen Programms – Innovation und Energiewende – des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im Förderzeitraum 2014 – 2020 mit insgesamt rund 14 Millionen Euro. Davon stammen etwa 8 Millionen Euro aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und 6 Millionen Euro aus Landesmitteln.
Ansprechpartner	Marc Zürn, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, marc.zuern@um.bwl.de

Phosphor – unersetzlich und endlich

Phosphor ist essenziell für alles Leben; gleichzeitig ist das Vorkommen begrenzt. Phosphor wird daher auch als „Flaschenhals des Lebens“ bezeichnet. Der Großteil des weltweit genutzten Phosphors wird für Dünger verarbeitet. Ohne die Düngung mit diesem Nährstoff gäbe es keine ausreichende landwirtschaftliche Produktion. Mit wachsender Weltbevölkerung und steigendem Bedarf an Nahrungsmitteln steigt auch die Nachfrage nach Phosphor kontinuierlich.

Die weltweiten Phosphorreserven sind jedoch sehr ungleich verteilt. Vier Staaten verfügen über rund 80 % aller Vorkommen. Dazu gehören auch politisch teilweise instabile Staaten oder Staaten, die Phosphor als strategischen Rohstoff nutzen könnten wie Marokko und China, das zugleich einen sehr hohen Eigenbedarf hat. Europa ist fast vollständig von Importen aus diesen Ländern abhängig. Deutschland importiert jährlich ca. 100.000 Tonnen Phosphor, wovon 90 % in der Düngerproduktion verarbeitet werden. Je nach Schätzung sind die weltweiten Phosphorvorkommen in ca. 260 Jahren erschöpft.

Phosphor – die ökologischen Probleme

Abbau und Aufbereitung von Phosphor zu Düngemitteln sind mit großen ökologischen Belastungen verbunden. Durch die Tagebaue werden Flächen zerstört und große Mengen an Abraum und verschmutztem Wasser fallen an. Bei der Weiterverarbeitung entsteht als Abfallprodukt Phosphorgips der oft zu Hügeln aufgeschüttet und unter freiem Himmel gelagert wird und eine potenzielle Umwelt- und Wasserbelastung bzw. -gefährdung darstellt. Zudem sind aufgrund der Verknappung von reinen Phosphorvorkommen die abbauwürdigen Vorkommen immer stärker mit Schadstoffen wie Schwermetallen und radioaktiven

Elementen verunreinigt und für die Bereitstellung der gleichen Phosphormenge ist ein zunehmender Energiebedarf erforderlich.

Aber auch ein Zuviel beim bodenbezogenen Einsatz an Phosphor kann ökologische Probleme verursachen. Durch Überdüngung sowie Phosphoreinträge in Gewässer aus Abwasserbehandlungsanlagen ohne eine sogenannte „Phosphorfällung“ reichert sich der Phosphorgehalt in Ökosystemen an und kann zur sogenannten Eutrophierung (Nährstoffanreicherung) insbesondere von Gewässern führen. Die Anreicherung von Nährstoffen in ursprünglich nährstoffarmen Gewässern führt zu einem übermäßigen Wachstum von Algen und Wasserpflanzen, die anderen Pflanzenarten, vielen Kleinlebewesen und Tieren die Lebensgrundlage entziehen mit der Folge eines Verlustes an biologischer Vielfalt.

Phosphor-Rückgewinnung als Lösungsansatz

Die Phosphorversorgung in Deutschland ebenso wie in der EU kann langfristig nur ökologisch und wirtschaftlich verträglich sichergestellt werden, wenn Phosphorimporte zumindest teilweise durch Phosphor-Rückgewinnung aus sekundären Quellen ersetzt werden. In Abwasserbehandlungsanlagen in Deutschland werden Phosphorverbindungen zur Entlastung der Gewässer zunehmend aus dem Abwasser gelöst und in den Klärschlamm eingebunden („Phosphorfällung“). Klärschlämme bilden mit über 65.000 Tonnen die größte mögliche Sekundärrohstoffquelle für Phosphor in Deutschland. In den letzten Jahren führt Deutschland zugleich im Schnitt jährlich mehr als 100.000 Tonnen Phosphor in Form von Mineräldüngern ein.

Im Jahr 2018 wurde in Deutschland ca. 74 % des Klärschlammes verbrannt und die Asche überwiegend deponiert, wodurch der in der Asche enthaltene Phosphor dem Wirtschaftskreislauf entzogen wird. Mit dem Ziel einer nachhaltigen Ressourcennutzung und -schonung und der Etablierung einer Kreislaufwirtschaft sieht die 2017 novellierte Klärschlammverordnung ab 2029 zwingend eine Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlamm vor. Gleichzeitig dürfen dann nur noch kleinere Abwasserbehandlungsanlagen Klärschlämme direkt bodenbezogen verwerten.

Phosphor kann sowohl bei der Abwasserbehandlung als auch aus dem Klärschlamm bzw. aus der Klärschlammverbrennungsasche zurückgewonnen werden. Allerdings sind die Rückgewinnungsverfahren unterschiedlich wirkungsvoll und führen zu unterschiedlichen Phosphorverbindungen. Aus den Klärschlammverbrennungsaschen können bspw. höhere Rückgewinnungsraten erzielt werden, allerdings ist der technische Aufwand i. d. R. größer als bei einer Phosphor-Rückgewinnung im Rahmen der Abwasserbehandlung oder aus dem Klärschlamm. Vorteile von Verfahren zur Phosphor-Rückgewinnung auf der Kläranlage sind, dass sie sich mit relativ einfachen technischen Mitteln umsetzen lassen und durch die gezielte Phosphor-Fällung betrieblich nachteilige Verkrustungen der Abwasserbehandlungstechnik durch Phosphor vermieden werden.

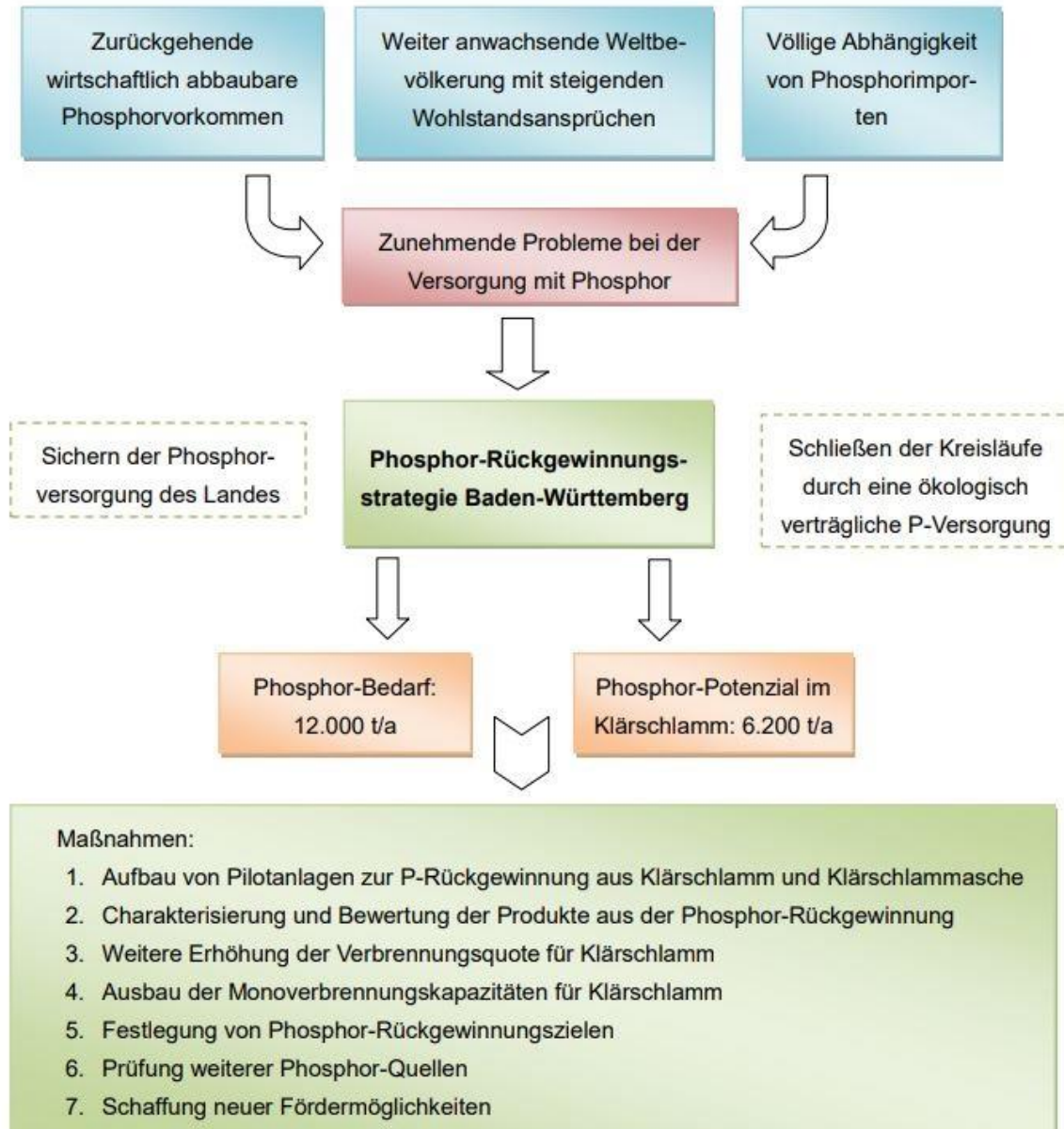
Bei jedem Recyclingverfahren steht die Qualität, insbesondere die Schadstoffbelastung und die Pflanzenverfügbarkeit des recycelten Phosphors an erster Stelle. Die Recyclingverfahren werden sich nur am Markt etablieren, wenn Phosphor in der Qualität gewonnen werden kann, wie er beispielsweise von der von Düngemittelindustrie gefordert wird.

Phosphor-Rückgewinnungsstrategie Baden-Württemberg

Um den zunehmenden Problemen bei der Versorgung mit Phosphor entgegenzuwirken, hat Baden-Württemberg bereits 2012 eine Phosphor-Rückgewinnungsstrategie erarbeitet. Wie die folgende Abbildung verdeutlicht, steht im Zentrum der Strategie die Nutzung des im Klärschlamm vorhandenen Phosphor-Potenzials von ca. 6.200 t/a. Dies entspricht ca. 50 % des gesamten Phosphor-Bedarfs in Baden-Württemberg im Umfang von ca. 12.000 t/a.

Um den Kommunen und Abwasserzweckverbänden in Baden-Württemberg neben einer finanziellen Unterstützung auch eine fachliche Beratung und eine fundierte Datengrundlage zu aktuellen Fragen der Klärschlammbehandlung und Phosphor-Rückgewinnung bereitzustellen, hat der DWA-Landesverband Baden-Württemberg auf Initiative des Umweltministeriums Baden-Württemberg im Mai 2019 die Wissensplattform „P-Rück“ gegründet. Die Plattform verfügt momentan über knapp 70 Mitglieder, darunter Kläranlagenbetreiber aller Größenklassen, Abwasserzweckverbände, Ingenieurbüros, Hochschulen, Entsorgungsunternehmen und Betreiber von Klärschlammverbrennungsanlagen.

Abb.: Konzept der Phosphor-Rückgewinnungsstrategie Baden-Württemberg



Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2012)

Ziel der EFRE-Förderung

Um entsprechend den Zielen der Phosphor-Rückgewinnungsstrategie Baden-Württemberg den Aufbau einer angemessenen Infrastruktur zur Rückgewinnung von Phosphor zu unterstützen und zu forcieren, fördert das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg im Rahmen des Operationellen Programms – Innovation und Energiewende – des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) aktuell Versuchsanlagen und großtechnische Anlagen zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm und Klärschlammasche mit insgesamt etwa 14 Millionen Euro (8 Millionen Euro EFRE-Mittel und 6 Millionen Euro Landesmittel). Durch die Förderung soll die (Weiter-)Entwicklung von anwendungsreifen und wirtschaftlichen Verfahren (Versuchsanlagen und großtechnischen Pilotumsetzung) zur Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlamm und Klärschlammverbrennungaschen unterstützt werden. Ziel ist es dabei, qualitativ hochwertige, gering belastete Phosphorverbindungen als Rohstoff für industrielle Anwendungen oder als Düngemittel zu gewinnen.

Detaillierte Informationen zu den Förderbedingungen sind der entsprechenden [Verwaltungsvorschrift EFRE – Phosphor 2014 – 2020](#) zu entnehmen.

Bereits realisierte Projekte:

Phosphor-Rückgewinnungsanlage in Göppingen

Ende 2019 ist in Göppingen die erste landesweite Versuchsanlage zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm in Betrieb gegangen. Insgesamt wurde die Anlage mit rund 2,2 Millionen Euro gefördert; davon stammen 1,4 Millionen Euro aus dem EFRE und ca. 800.000 Euro aus dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft in Baden-Württemberg. Die Versuchsanlage ist die erste Vollstromanlage zur Phosphor-Rückgewinnung. Außer Göppingen profitieren 7 weitere Gemeinden in der Umgebung von der neuen Phosphor-Rückgewinnungsanlage. Derzeit entspricht die erfasste Abwassermenge etwa 100.000 Einwohnerwerten, wobei die Anlage eine Ausbaugröße bis zu 330.000 Einwohnerwerten erreichen kann. Damit können bis zu 58,4 Tonnen Phosphor pro Jahr schadstoffarm wiederverwertet werden (weitere Informationen und Links zum Projektbeispiel, siehe unten).

Phosphor-Rückgewinnungsanlage in Leutkirch

Zwischen Juni 2018 und November 2018 war in Leutkirch eine mobile Versuchsanlage in Betrieb. Damit konnte eine Phosphor-Rückgewinnung unter den dort vorherrschenden spezifischen Praxisbedingungen erprobt werden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen als Entscheidungsgrundlage zum Bau einer großtechnischen Anlage auf dem Gelände des Klärwerks genutzt werden. Das Umweltministerium hat dieses Projekt mit rund 280.000 Euro bezuschusst, davon etwa 180.000 Euro EFRE-Mittel und 100.000 Euro Landesmittel.

Die Inbetriebnahme von zwei im Rahmen des EFRE-Förderprogramms geförderten großtechnischen Anlagen ist für das Jahr 2021/2022 geplant.

Novelle der Klärschlammverordnung

Mit der Novelle der Klärschlammverordnung im Jahr 2017 hat der Verordnungsgeber bundesweit die Weichen in Richtung Kreislaufwirtschaft von Phosphor gestellt. Ab dem Jahr 2029 sind Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen zur Rückgewinnung von Phosphor verpflichtet, wenn ihre Klärschlämme einen Phosphorgehalt von 20 g oder mehr je kg Klärschlamm Trockenmasse aufweisen. Ab diesem Zeitpunkt ist anstelle einer Phosphorrückgewinnung eine bodenbezogene Verwertung von Klärschlämmen nur noch aus Abwasserbehandlungsanlagen mit einer genehmigten Ausbaugröße von bis zu 100.000 Einwohnerwerten und ab dem Jahr 2032 nur noch aus Anlagen mit einer Ausbaugröße von bis zu 50.000 Einwohnerwerten zulässig. In den kommenden Jahren müssen aufgrund der Anforderungen der neuen Klärschlammverordnung die bereits entwickelten Verfahren zur Phosphor-Rückgewinnung zur Marktreife gebracht und die Entwicklung neuer Verfahren vorangetrieben werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Phosphor ist der verborgene Schatz im Klärschlamm. Die Entwicklung und Erprobung von Anlagen zur Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlämmen und Klärschlammverbrennungsaschen ist ein zentraler Baustein auf dem notwendigen Weg zu einer effizienteren Kreislaufwirtschaft. Der Stoffkreislauf für Phosphor kann so ein Stück weit geschlossen werden. Damit können die Abhängigkeit von Phosphorimporten nach Deutschland verringert, die endlichen Phosphorressourcen geschont und Schadstoffeinträge in Böden reduziert werden.

Mit der Rückgewinnung des Phosphors aus Klärschlamm und Klärschlammverbrennungsaschen können die Importe von Phosphor in Baden-Württemberg theoretisch zu 50 bis 60 % ersetzt werden.

Mit der neuen Klärschlammverordnung werden die Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen spätestens ab dem Jahr 2029 zur Phosphor-Rückgewinnung aus phosphorreichen Klärschlämmen verpflichtet. Insofern besteht auch in der nächsten EU-Förderperiode ab 2021 die Notwendigkeit marktfähige Technologien der Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlämmen und Klärschlammverbrennungsaschen zu entwickeln und das Phosphorrecycling in Deutschland weiter auszubauen und zu fördern.

Quellen und weitere Informationen

Iat Ingenieurberatung, Dr. Maier (2014): „[Klärwerk Göppingen. Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm - Machbarkeitsstudie](#)“

Internetseite mit Informationen zur [Förderung der Phosphor-Rückgewinnung](#) im Rahmen des EFRE 2014 – 2020 in BW

Internetseite des Bundesministeriums für Bildung und Forschung mit Informationen über [Innovative Abwassertechnik](#)

Internetseite des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. Informationen zur [Verfügbarkeit von Phosphor](#)

Internetseite des Fachverbands Ersatzstoffe, Altholz und Biogene Abfälle mit Informationen zur [Phosphor-Rückgewinnungsanlage im Klärwerk Göppingen](#)

Internetseite der Stadt Göppingen zur [landesweit ersten Phosphor-Rückgewinnungsanlage](#) in einem Klärwerk in Göppingen.

Internetseite des Umweltbundesamtes. [Informationen zur Rückgewinnung und Wiederverwertung von Stoffen wie Phosphaten aus Abwasser und Klärschlamm.](#)

Landesrecht Baden-Württemberg (2017). [Verwaltungsvorschrift EFRE des Umweltministeriums Baden-Württemberg über die Förderung von Versuchsanlagen.](#)

Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz. [Innovation und Energiewende.](#)

Nesme, Thomas; Withers, Paul J.A. (2016): "[Sustainable strategies towards a phosphorus circular economy](#)"

[Phosphat Rohstoffwirtschaftliche Steckbriefe.](#) Informationen rund um den Abbau und Export von Phosphor.

[Phosphorrückgewinnungsstrategie Baden-Württemberg.](#) Notwendigkeit der Phosphor-Rückgewinnung und Vorgehen von Baden-Württemberg.

Thomé-Kozmiensky (2018), [Energie aus Abfall](#), P-bac-Verfahren - und RecoPhos im Vergleich

Impressum

Dirk Schubert, nova-Institut

In der Kumme 122, 53175 Bonn

Mail: Dirk.Schubert@nova-Institut.de, Tel: +49 228 538 8439

Diese Veröffentlichung entstand im Rahmen des von BMU und UBA geförderten Vorhabens „Stärkung des Umweltschutzes in der EU-Strukturfondsförderung II“.

Gefördert aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages durch: