



Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Phosphor (P) ist ein lebenswichtiger und nicht ersetzbarer Grundbaustoff für alle Lebewesen und wird vor allem als Dünger für eine ertragreiche Landwirtschaft gebraucht. Deutschland, wie auch nahezu alle Länder der Europäischen Union (EU), hat keine eigenen Rohphosphatlagerstätten und ist somit vollständig von Phosphorimporten aus dem Ausland abhängig. Die endlichen Phosphaterzreserven sind jedoch auf wenige, teilweise politisch instabile Regionen in der Welt begrenzt und zunehmend mit Schwermetallen wie Cadmium und Uran verunreinigt. Phosphor wurde deswegen von der EU bereits im Jahr 2014 auf die Liste der kritischen Rohstoffe gesetzt, die einen Anreiz für Recyclingtätigkeiten geben soll. Eine wichtige Rolle dabei spielt die Rückgewinnung von Phosphor aus phosphatreichen Abfallströmen wie Abwasser und Klärschlamm. Mit Inkrafttreten der novellierten Klärschlammverordnung im Oktober 2017 sind die rechtlichen Rahmenbedingungen hierfür geschaffen worden.

Vor diesem Hintergrund hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Jahr 2018 die Maßnahme „Regionales Phosphor-Recycling“ (RePhoR) gestartet. Ziel ist es, innovative, wirtschaftliche und nachhaltige Lösungen zum Phosphorrecycling zu entwickeln. Damit sollen der Verlust von Phosphor und die Abhängigkeit Deutschlands von Phosphorimporten maßgeblich verringert werden. RePhoR ist Teil der BMBF-Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit“ (FONA).

Das BMBF fördert seit Mitte 2020 sieben, nach einer ersten Konzeptphase ausgewählte Verbundprojekte für einen Zeitraum von bis zu fünf Jahren. Sie untersuchen die verschiedenen Phosphorrückgewinnungsverfahren aus Abwasser, Klärschlamm oder Klärschlammasche unter realen Bedingungen in großtechnischen Umsetzungen. Darüber hinaus erforschen sie ganzheitliche Ansätze, die den recycelten Phosphor über die Landwirtschaft in den Nährstoffkreislauf oder als Rohstoff in die Industrie zurückführen.

Die Fördermaßnahme RePhoR wird über die gesamte Umsetzungsphase durch das Vernetzungs- und Transfervorhaben TransPhoR begleitet. Es soll die Ergebnisse der einzelnen Verbundprojekte und der großtechnisch umgesetzten Phosphorrückgewinnungsverfahren vergleichen und einen Transfer in die Praxis gewährleisten. Zusätzlich bearbeitet es auch übergeordnete fachliche Fragestellungen. Hier geht es

etwa um die Weiterentwicklung standardisierter Prüfverfahren und Produktkriterien für P-Rezyklate, um rechtliche Rahmenbedingungen sowie die Beurteilung von Wirtschaftlichkeit und Ökobilanz der entwickelten Verfahren.

Mit einem Lenkungskreis aus Koordinatorinnen und Koordinatoren der Verbundvorhaben und des Begleitvorhabens sowie Expertinnen und Experten aus Wirtschaft, Verbänden, Behörden und Ressorts wird TransPhoR konkrete Handlungsempfehlungen erarbeiten, um die Ergebnisse der Forschungsprojekte für die wasserwirtschaftliche Praxis zu nutzen.

Kontakt zum Transfer- und Vernetzungsvorhaben TransPhoR

Wissenschaftliche Leitung

Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp
Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft (FiW) e.V.

Koordinierende Projektleitung

Dr.-Ing. Kristoffer Ooms
E-Mail: ooms@fiw.rwth-aachen.de
Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft (FiW) e.V.

Laufzeit von TransPhoR

01.12.2019 - 30.06.2025

Laufzeit von RePhoR

01.07.2020 - 30.06.2026 (Umsetzungsphase)

Ansprechpartner beim BMBF

Thomas Bartelt
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn
E-Mail: thomas.bartelt@bmbf.bund.de

Ansprechpartner beim Projektträger

Dr.-Ing. Carsten Jobelius; Dr.-Ing. Thu Nguyen
Projektträger Karlsruhe (PTKA)
E-Mail: carsten.jobelius@kit.edu; le.nguyen@kit.edu

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Juli 2023

Text und Gestaltung

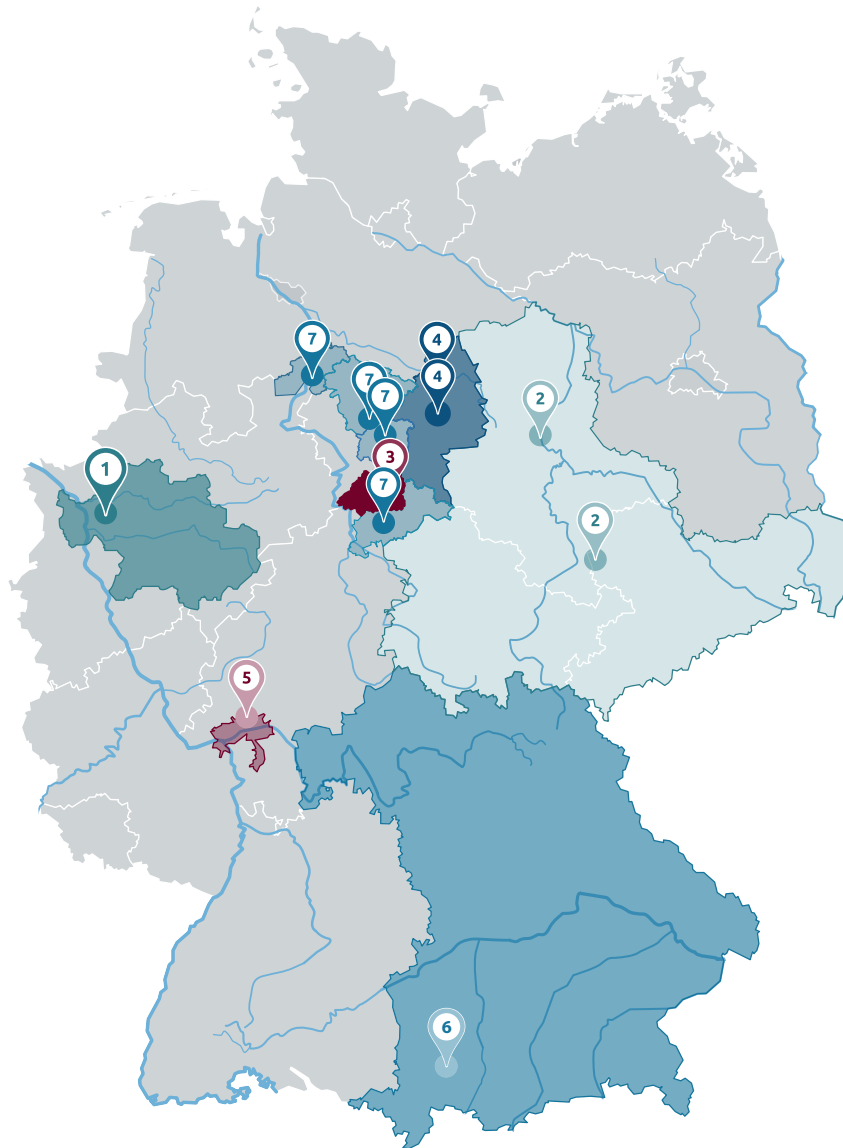
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

BMBF

bmbf.de

RePhoR-Verbundprojekte



- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|--|
| 1 | AMPHORE
Bottrop | 5 | RePhoRM
Frankfurt am Main-Höchst |
| 2 | DreiSATS
Magdeburg, Markranstadt | 6 | R-Rhenania
Altenstadt |
| 3 | KlimaPhoNds
Northeim | 7 | SATELLITE
Hildesheim, Pattensen,
Landkreis Nienburg, Göttingen |
| 4 | P-NET
Gifhorn, Braunschweig | | |

AMPHORE – Regionales Klärschlamm- und Aschen-Management zum Phosphorrecycling für einen Ballungsraum

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Deutschland ist auf den Import des lebenswichtigen Nährstoffs Phosphor aus Drittstaaten angewiesen. Einen großen Teil des Bedarfs könnte die Bundesrepublik jedoch künftig aus einer bislang kaum genutzten Quelle decken: durch Rückgewinnung des in Abwässern enthaltenen Phosphors. Bisher sind die Technologien für ein flächendeckendes Recycling allerdings noch nicht ausreichend entwickelt. Im Verbundprojekt AMPHORE wollen Forschende und Beteiligte aus der Praxis ein Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammasche in den großtechnischen Maßstab überführen und in ein ganzheitliches Konzept von der Klärschlammbehandlung bis zur Verwertung der erzeugten Phosphorsäure einbetten.

Phosphor rückgewinnen – und was dann?

Knapp werdende Rohphosphate können durch ein Phosphorrecycling ersetzt werden. Ein besonders großes Potenzial dafür bietet der bei der Abwasserreinigung anfallende Klärschlamm bzw. die Asche nach seiner Verbrennung. Die thermische Verwertung ist aufgrund verschärfter gesetzlicher Anforderungen für den direkten Einsatz des Klärschlammes als Dünger in der Landwirtschaft mittlerweile der häufigste Entsorgungsweg. Der darin enthaltene Phosphor bleibt dabei jedoch ungenutzt.

Das Team des Verbundprojekts AMPHORE aus Wasserwirtschaft und Wissenschaft arbeiten daran, den Phosphor in den Klärschlammaschen in Form von Phosphorsäure rückzugewinnen und nutzbar zu machen. Ziel ist es, ein gemeinsames regionales Konzept für das Phosphorrecycling zu entwickeln. Es soll auf den vorhandenen Strukturen aufbauen und das Gesamtsystem aus Abwasserreinigung, Klärschlammbehandlung und -verwertung inklusive Phosphorrecycling technisch, wirtschaftlich und ökologisch optimieren. Denn Phosphor macht lediglich einen Anteil von ca. fünf bis neun Prozent der Klärschlammasche aus. Nach der Rückgewinnung entstehen daher verschiedene Nebenprodukte und es verbleibt eine phosphorarme Restasche, für die Nutzungen oder Entsorgungsmöglichkeiten gefunden werden müssen.

Demonstrationsanlage auf der Kläranlage Bottrop

Die am Projekt AMPHORE beteiligten fünf Wasserverbände aus Nordrhein-Westfalen liefern den Großteil ihres Klärschlammes an spezielle Verbrennungsanlagen. Derzeit werden die dort erzeugten Aschen anschließend deponiert oder in der Bauindustrie eingesetzt. Diese Entsorgungskette soll künftig rund um das Phosphorrecycling neu ausgerichtet werden. Dabei spielen die organisatorischen und rechtlichen Randbedingungen eine wesentliche Rolle.

Im Ballungsraum rund um das Ruhrgebiet fließen neben den häuslichen Abwässern auch viele Abwässer aus Industrie- und Gewerbebetrieben in die kommunalen Kläranlagen. Die im Abwasser enthaltenen Verschmutzungen wie Schwermetalle oder Medikamentenrückstände gelangen auf diesem Weg in beträchtlichen Mengen in den Klärschlamm. Mit zunehmendem Anteil solcher Schadstoffe steigen auch der Aufwand für die Herstellung von Phosphorsäure und die Anforderungen an die Entsorgung der Reststoffe. Das Verbundprojekt AMPHORE will diese Ein-



Deponierung von Klärschlammasche ohne Wertstoffrückgewinnung

flüsse zahlenmäßig erfassen und in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der verschiedenen Klärschlämme und Aschen jeweils angepasste Verwertungsketten entwickeln.

Eine großtechnische Demonstrationsanlage zur Phosphorrückgewinnung auf der Großkläranlage Bottrop soll umfangreiche Betriebsergebnisse für unterschiedliche Qualitäten der Klärschlammaschen liefern. Zum Einsatz kommt ein nasschemisches Verfahren, bei dem unter Zusatz von Säure der Phosphor aus der Asche herausgelöst wird. Hierbei handelt es sich um die sogenannte PARFORCE-Technologie, deren Prozesskette an die Bedingungen in der Demonstrationsanlage angepasst wird.

Grundlage für ein langfristiges Recyclingkonzept

Im Projekt AMPHORE werden praktische Erkenntnisse zur Verfahrenstechnik, Optimierung der Betriebsbedingungen, die zu erwartenden Kosten sowie die Qualität und Menge der erzeugten Produkte und Reststoffe gewonnen. Potenzielle Abnehmer aus verschiedenen Wirtschaftsbereichen in der Region, beispielsweise die Düngemittelherstellung sowie die chemische und metallverarbeitende Industrie, erhalten die Möglichkeit, die erzeugte Phosphorsäure in ihren Prozessen probeweise einzusetzen. So können zukünftige Marktpotenziale konkret bewertet werden. Das für die Projektregion ausgewählte Konzept soll anschließend als langfristige, gesetzeskonforme Lösung für eine regionale Klärschlammverwertung mit Phosphorrecycling in die Praxis umgesetzt werden.



Die Kläranlage Bottrop ist der zukünftige Standort der Demonstrationsanlage.

Fördermaßnahme

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Projekttitel

Regionales Klärschlamm- und Aschen-Management zum Phosphorrecycling für einen Ballungsraum (AMPHORE)

Förderkennzeichen

02WPR1543 A- K

Laufzeit

01.07.2020 - 30.06.2025

Fördervolumen des Verbundprojektes

8.737.425 Euro

Kontakt

Ruhrverband
Hanna Evers
Kronprinzenstraße 37
45128 Essen
Telefon: +49 (0) 201-178-2380
E-Mail: hev@ruhrverband.de

Projektpartner

Emschergenossenschaft, Essen
Emscher Wassertechnik GmbH, Essen
Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung
ISI, Karlsruhe
ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg
Linksniederrheinische Entwässerungsgenossenschaft,
Kamp-Lintfort
Lippeverband, Essen
PhosRec Phosphor Recycling GmbH, Bottrop
RWTH Aachen University, Institut für Siedlungswasser-
wirtschaft, Aachen
Wupperverband, Wuppertal
Wupperverbandsgesellschaft für integrale Wasserwirtschaft
mbH, Wuppertal

Internet

ruhrverband.de/wissen/projekt-amphore

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Juli 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

BMBF

Bildnachweise

Vorderseite: Ruhrverband
Rückseite: Emschergenossenschaft

bmbf.de



DreiSATS – Technologiedemonstration zur Kombination von Staubfeuerung und Säureaufschlussgranulierung mit integrierter Schwermetallabscheidung für das regionale Phosphorrecycling

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Strategien zum Phosphorrecycling müssen nicht nur nachhaltig, sondern auch wirtschaftlich sein. Einen vielversprechenden Ansatz stellen flexible, an den konkreten regionalen Bedingungen orientierte Recycling- und Verwertungsprozesse dar, die die gesamte Kette vom Klärschlammfall bis zum Absatz daraus erzeugter Produkte umfassen. Das Team des Verbundprojekts DreiSATS entwickelt und erprobt ein neuartiges Konzept, das auf die dezentrale Verbrennung von Klärschlämmen setzt. Die Klärschlammaschen und der darin enthaltene Phosphor werden zu marktfähigen Düngeprodukten für die Landwirtschaft verarbeitet.

Dezentrale Staubfeuerungsanlagen als Ausgangspunkt

Modellregion für das DreiSATS-Konzept ist das „Mitteldeutsche Dreiländereck“. Dieses ist sowohl durch wichtige Industriestandorte rund um die Städte Halle, Leipzig und Chemnitz als auch durch ländliche Gebiete geprägt und gehört zu den landwirtschaftlich sehr intensiv bewirtschafteten Regionen Deutschlands. Der überwiegende Anteil des dort anfallenden Klärschlammes wird derzeit noch als Dünger auf Feldern ausgebracht oder verbrannt.

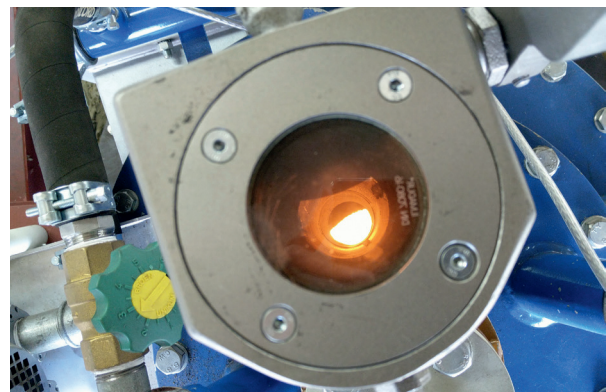
Um Phosphor künftig rückzugewinnen, entwickelt und erprobt das Verbundprojekt DreiSATS eine neuartige Prozesskette für das dezentrale Recycling des Nährstoffs aus Klärschlämmen. Die dabei gewonnenen Phosphor-Düngeprodukte können anschließend landwirtschaftlich in der Modellregion verwertet werden. Damit ist es möglich, einen großen Teil des Phosphorbedarfs regional zu decken und Nährstoffkreisläufe mit einem geringen Transportaufwand zu schließen.

Kernelement ist eine Verbrennung des Schlammes in dezentralen Staubfeuerungsanlagen mit vorgeschalteter Trocknung und prozessintegrierter Schwermetallabscheidung. Dies garantiert eine hohe Produktqualität unabhängig von den Eigenschaften der eingesetzten Klärschlämme. Ziel ist es, das Konzept sowohl technisch als auch betriebswirtschaftlich optimal zu führen.

Standardisierte, marktfähige Düngeprodukte

Im Gegensatz zur Wirbelschichttechnologie, die derzeit am häufigsten zur thermischen Klärschlammbehandlung genutzt wird, ist die Staubfeuerung bereits für wesentlich kleinere Anlagengrößen wirtschaftlich. Darüber hinaus wird mit der Staubfeuerung eine Asche erzeugt, deren Korngröße vorteilhafte Eigenschaften für das anschließende Phosphorrecycling besitzt.

Ein weiterer Vorteil der dezentralen Staubfeuerung ist die Kopplung von Trocknungs- und Verbrennungsprozess. Dadurch können die anfallenden Wärmemengen optimal genutzt, die Anzahl der Transporte und zusammenhängende Aufwendungen um bis zu 90 % verringert sowie die damit verbundenen CO₂-Emissionen deutlich reduziert werden. In der Staubfeuerung ist eine Heißgasfiltration integriert,



Blick in die Brennkammer während der Verbrennung von Klärschlamm mittels Staubfeuerung

die Schwermetalle abscheidet. Das DreiSATS-Konzept wird auf einer Versuchsanlage in Magdeburg im technischen Maßstab umgesetzt.

Die Herstellung standardisierter Düngeprodukte erfolgt nach dem Pontes-Pabuli-Verfahren. Bei diesem nasschemischen Verfahren werden die Phosphate durch Zugabe von Säure aufgeschlossen, Schwermetalle optional abgeschieden und anschließend mit zusätzlichen Nährstoffen zu Düngegranulaten weiterverarbeitet. Diese gebrauchsfertigen Düngeprodukte entsprechen in Qualität und Eigenschaften den heute in der Landwirtschaft eingesetzten Mineraldüngern. Die Verbundbeteiligten erproben das Verfahren auf einer Technikumsanlage und testen die erzeugten Dünger in standardisierten Pflanzversuchen sowie im Feldversuch.

Wirtschaftliche und ökologische Vorteile

Nach Abschluss von DreiSATS planen die Beteiligten den Bau einer Modellanlage in der Projektregion, die die abgestimmte Prozesskette aus Klärschlammmonoverbrennung mit Staubfeuerung und anschließender Verarbeitung der Aschen zu hochwertigen Düngerprodukten mit dem Pontes Pabuli-Verfahren abbildet. Mit Unterstützung eines Geoinformationssystem-basierten Software-Tools, das ebenfalls im Projekt entwickelt wird, können Betreiber und Anwender künftig sowohl eine wirtschaftliche Rohstoff- und Prozesslogistik als auch den regionalen Vertrieb der erzeugten Düngemittel planen und damit einen regionalen Phosphorkreislauf gewährleisten.

Die in DreiSATS gewählte Prozesskette weist technische und logistische Vorteile auf, die einen wirtschaftlichen und ökologischen Mehrwert gegenüber anderen Verfahrensansätzen bieten – das macht die Übertragung auch auf andere Regionen sehr attraktiv.



Mit einer Heißgasfiltration werden Schwermetalle bei der dezentralen Klärschlammverbrennung abgeschieden.

Fördermaßnahme

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Projekttitel

Technologiedemonstration zur Kombination von Staubfeuerung und Säureaufschlussgranulierung mit integrierter Schwermetallabscheidung für das regionale Phosphorrecycling im „Mitteldeutschen Dreiländereck“ Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen (DreiSATS)

Förderkennzeichen

02WPR1544A-F

Laufzeit

01.07.2020 - 30.06.2025

Fördervolumen des Verbundprojektes

4.346.690 Euro

Kontakt

Veolia Klärschlammverwertung Deutschland GmbH
Dipl.- Ing. Claudyn Kidszun
Nordstraße 15
04420 Markranstädt
Tel.: + 49 (0) 163 73 800-28
E-Mail: claudyn.kidszun@veolia.com

Projektpartner

Carbotechnik GmbH, Geretsried
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden
LTC – Lufttechnik Crimmitschau GmbH, Crimmitschau
MFPA - Materialforschungs- und prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar, Weimar
Pontes Pabuli GmbH, Leipzig

Internet

dreisats.de

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Juli 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

BMBF

Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: Fraunhofer IKTS

bmbf.de



KlimaPhoNds – Klimaneutrale und reststofffreie Klärschlammverwertung mit Phosphorsäureproduktion in Südost-Niedersachsen

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Klärschlamm ist eine wertvolle Quelle für Rohstoffe. Er enthält vor allem Phosphor, aber auch Stickstoff, Metalle und Mineralstoffe. Zudem kann daraus Energie in Form von Strom und Wärme gewonnen werden. Im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft muss es Ziel sein, all diese Ressourcen aus dem Klärschlamm zu nutzen. Dieser Aufgabe widmet sich das Verbundprojekt KlimaPhoNds. Die Beteiligten wollen eine klimaneutrale und reststofffreie Klärschlammverwertung mit Kreisläufen für Phosphor, Magnesium und Stickstoff umsetzen. Um die im Klärschlamm enthaltene Energie auszubeuten, wird dieser zusätzlich als Brennstoff in der Zementindustrie verwendet.

Phosphat dezentral gewinnen und zentral veredeln

Die Bundesregierung hat mit der neuen Klärschlammverordnung die gesetzlichen Rahmenbedingungen für eine verpflichtende Rückgewinnung von Phosphor in großen Kläranlagen mit mehr als 50.000 Einwohnerwerten festgelegt. Zusätzliche Pflichtaufgaben gehen jedoch häufig mit einem höheren Bedarf an Energie und Ressourcen einher und stehen damit politischen Klimaschutzziele entgegen. Daher sind nachhaltige Lösungen zur Phosphorrückgewinnung gefragt, die bei möglichst geringen Kosten und niedrigem Ressourcenverbrauch auch klimaschonend sind.

Das Verbundprojekt KlimaPhoNds entwickelt ein neues Konzept, das diese unterschiedlichen Ansprüche erfüllt. Es ist speziell auf Kläranlagen zugeschnitten, die über eine biologische Phosphatentfernung verfügen. Diese wollen die Forschenden verbessern, um die Phosphatausbeute auf den Anlagen zu maximieren. Gleichzeitig minimieren sie dabei den Verbrauch eisen- und aluminiumhaltiger Fällmittel.

Die rückgewonnenen Phosphat-Produkte verschiedener Abwasserwerke sollen dann zentral in einer Veredelungsanlage weiterverarbeitet und so Kreisläufe für die Stoffe Phosphor, Magnesium und Stickstoff umgesetzt werden. Der nach der Phosphorrücklösung verbleibende phosphatarmer Klärschlamm wird darüber hinaus mit einem neuartigen Verfahren durch mehrfache Wärmenutzung ohne externe Zusatzenergie nahezu wärmenneutral vollgetrocknet. Dies macht ihn zu einem hochwertigen Brennstoff, der ebenfalls dazu beiträgt, Ressourcen zu schonen.

Klimafreundliche Wertstoffkreisläufe

Die Projektbeteiligten setzen das Konzept, das mehrere Verfahrensansätze und Technologien weltweit erstmals in den technischen Maßstab überträgt, auf der Kläranlage Northeim in Südniedersachsen um. Um möglichst viel Phosphat zu gewinnen, wird der Nährstoff in zwei Phasen aus dem eingedickten und entwässerten Klärschlamm abgetrennt. Dabei setzen die Forschenden im Vergleich zu anderen Recyclingverfahren deutlich weniger Chemikalien und Energie ein. Die separierten phosphatreichen Prozesswasserströme werden anschließend in einer Fällungsstufe behandelt. Hier wird das Fällungsprodukt Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP) erzeugt. Das MAP wird auf der Kläranlage zwischengespeichert und zur Veredelungsanlage transportiert. Dort wird es zentral durch Erhitzen und Zugabe von Säure mit der sogenannten Parforce-Technologie nahezu restlos zu den Wertstoffen Phosphorsäure, Ammoniakwasser und Magnesiumchlorid veredelt.



Die Parforce-Pilotanlage produziert hochwertige Phosphorsäure.

Abnehmer für die gewonnene hochwertige Phosphorsäure ist die chemische Industrie, die das Produkt zur Düngemittelherstellung nutzt. Das beim Parforce-Verfahren anfallende Nebenprodukt Magnesiumchlorid geht als Fällmittel zur Kläranlage Northeim zurück. Ferner untersuchen die Forschenden, ob das Ammoniakwasser sich für die Düngemittelherstellung oder zur Entstickung von Verbrennungsabgasen eignet.

Nach der zweimaligen Phosphatrücklösung verbleibt ein phosphatarmer Klärschlamm, der in der Zementindustrie zum Einsatz kommt. Zur Trocknung des Schlamms setzt KlimaPhoNds erstmals einen Wirbelschichtverdampfungstrockner im technischen Maßstab ein: Er entzieht dem Klärschlamm bei Überdruck und unter reiner Wasserdampf-atmosphäre nahezu vollständig das Wasser. Die dafür benötigte Wärme wird zum größten Teil zurückgewonnen und ermöglicht so eine annähernd wärmebilanzneutrale Volltrocknung ohne externe Energie.

Die Mitverbrennung vollgetrockneter, phosphatabgereicherter Klärschlämme in der Zementindustrie ist eine kosteneffiziente Alternative zur Monoverbrennung. Der Brennstoff lässt sich als Energieträger flexibel, CO₂-emissionsmindernd und wirtschaftlich verwerten. Zusätzlich nutzen die Projektbeteiligten die bei der Wärmerückgewinnung entstehende Abwärme für verschiedene Prozesse auf der Kläranlage, z. B. zur Beheizung von Faulbehältern und Wirtschaftsräumen oder für die Klärschlammbehandlung, und stellen sie gegebenenfalls auch als Fernwärme bereit.

Übertragbare Konzepte

Mit dem Projekt KlimaPhoNds wollen die Beteiligten erstmals modellhaft zeigen, dass der vermehrte Aufwand einer Phosphorrückgewinnung auf Kläranlagen dennoch klimafreundlich oder sogar klimaneutral umgesetzt werden kann. Das Konzept ist auf jede Kläranlage mit teilweiser biologischer Phosphatentfernung in dem Projektgebiet vergleichbaren Regionen übertragbar. Gleiches gilt auch für die weitestgehend mit Eigenwärme hergestellten Klärschlamm-brennstoffe, weil die Transportmengen auf einen Bruchteil reduziert werden und eine Verwertung deutschlandweit in vielen Zementwerken möglich ist.

Fördermaßnahme

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Projekttitel

Klimaneutrale und reststofffreie Klärschlammverwertung mit Phosphorsäureproduktion in Südost-Niedersachsen (KlimaPhoNds)

Förderkennzeichen

02WPR1541A-D

Laufzeit

01.10.2020 - 30.09.2025

Fördervolumen des Verbundprojektes

5.710.068 Euro

Kontakt

Clausthaler Umwelttechnik Forschungszentrum der TU Clausthal (CUTEC)
Prof. Dr.-Ing. Michael Sievers
Leibnizstraße 21+23,
38678 Clausthal-Zellerfeld
Telefon: +49 (0) 5323 72-6243
E-Mail: michael.sievers@cutec.de

Projektpartner

Eigenbetrieb Abwasserbeseitigung der Stadt Northeim, Northeim
Knoke-Industrie-Montage GmbH, Salzgitter
LUKSON AG, Pulheim
PARFORCE Engineering & Consulting GmbH, Freiberg

Internet

klimaphonds.de

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Juli 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

BMBF

Bildnachweis

PARFORCE Engineering & Consulting GmbH

P-Net – Aufbau eines Netzwerks zum ressourcen- effizienten Phosphor-Recycling und -Management in der Region Harz und Heide

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

In großtechnischen Anlagen zur Phosphorrückgewinnung wurden in den letzten Jahren vor allem Verfahren eingesetzt, die durch Fällung und Kristallisation schadstoffarme und gut pflanzenverfügbare Phosphorprodukte wie Magnesium-Ammonium-Phosphate (MAP) – auch als Struvit bezeichnet – erzeugen. Trotz der vielfältigen positiven Eigenschaften dieser Produkte sind sie in der bisherigen landwirtschaftlichen Praxis noch weitgehend unbekannt. Dass dies künftig nicht so bleibt, ist das Ziel des Verbundvorhabens P-Net. Die Beteiligten wollen die noch offenen Fragen rund um die Erzeugung und Vermarktung von Phosphor-Recyclingprodukten in Form von Struvit erforschen. Ziel ist es, ein regionales Netzwerk zur Kreislaufführung des Phosphors aufzubauen.

Neue Anforderungen als Treiber nutzen

Betreiber von Kläranlagen versuchen bereits seit einigen Jahren, den Rohstoff Phosphor direkt aus Abwasser oder nassem Klärschlamm zu gewinnen. Dies geschieht in speziellen Anlagen, die in den Abwasser- bzw. Klärschlammbehandlungsprozess auf dem Klärwerk integriert sind. Sie erzeugen durch Fällung phosphorhaltige Verbindungen wie Magnesium-Ammonium-Phosphat bzw. Struvit. Solche Struvit-Anlagen lassen sich relativ einfach in vorhandene Anlagentechnik nachrüsten und bieten die Möglichkeit, ein hochwertiges und schadstoffarmes Düngemittel vor Ort zu erzeugen. Allerdings sind die Phosphor-Rückgewinnungsquoten mit bis zu ca. 20 Prozent vergleichsweise niedrig. Zudem weisen die Struvit-Dünger wegen der sich ändernden Abwasserbeschaffenheit und unterschiedlichen Verfahrenstechniken schwankende physikalische und chemische Eigenschaften auf; dies und weitere Gründe führen dazu, dass die Vermarktung von Struvit-Düngern bislang schleppend verläuft.

Hier setzt das Verbundprojekt P-Net an: Ziel der acht Projektbeteiligten ist es, die Probleme und offenen Fragen rund um das Produkt Struvit anzugehen. Die dahinterstehende Technologie soll so für das Inkrafttreten der novellierten Klärschlammverordnung fit gemacht werden. Bereits bestehende Anlagen will P-Net so weit optimieren, dass sie zukünftig auch die neuen gesetzlichen Vorgaben wirtschaftlich erfüllen. Darüber hinaus wollen die Beteiligten ein regionales Netzwerk zum Phosphorrecycling etablieren, das die bereits heute erzeugten Struvit-Dünger besser vermarktet.

Regionaler Cluster für Phosphorrecycling

Das geplante regionale Verwertungsnetzwerk entsteht in der Region Harz und Heide. Hier gibt es bereits zahlreiche Struvit-Anlagen, u. a. die der Projektbeteiligten in Braunschweig und Gifhorn. Ein Struvit-Hub, der im sachsen-anhaltinischen Mieste in der Nähe von Wolfsburg aufgebaut werden soll, fungiert als Zentrum für die Produktion standardisierter, gebrauchsfertiger Düngemittel, die gemeinsam mit Landwirten erprobt und anschließend vermarktet werden.

Damit die Struvit-Anlagen künftig die erforderlichen Rückgewinnungsraten erreichen, setzen die Projektbeteiligten u. a. auf eine zusätzliche Verfahrensstufe zur erhöhten biologischen Phosphorrücklösung aus Überschussschlamm.



Übersicht der in der Region zwischen Harz und Heide vorhandenen Struvit-Anlagen (blau) und des geplanten Struvit-Hub (rot)

Das Verfahren wird innerhalb von P-Net weiterentwickelt und in die Großtechnik übertragen. Außerdem sollen in den Struvit-Anlagen außer Klärschlamm auch noch andere Abwasserarten, wie beispielsweise Urin, mitbehandelt und zur Phosphorrückgewinnung genutzt werden. Damit ist potenziell der Anschluss an weitere kreislaforientierte Abwasserkonzepte wie die sogenannten „Ressourcenorientierten Sanitärsysteme“ möglich. So trägt P-Net dazu bei, dass bestehende Struvit-Anlagen mit relativ geringem Aufwand zukunftssicher optimiert werden können und so auch künftig eine Alternative zur energieaufwändigen Verbrennung zur Verfügung steht.

Ergebnisse national und international verwertbar

Das in P-Net entwickelte Konzept stellt nicht nur eine nachhaltige und regionale Lösung für die Phosphorrückgewinnung dar, sondern ist auch auf weitere Standorte mit bereits bestehenden oder geplanten Struvit-Anlagen im In- und Ausland übertragbar. Ausgehend vom ersten in P-Net aufgebauten Verwertungsnetzwerk soll der Erfahrungsaustausch vorangetrieben werden und zur Entstehung weiterer Struvit-Kompetenznetzwerke beitragen. Gerade im europäischen Markt sind Struvit-Anlagen auf dem Vormarsch, sodass hier große Exportmöglichkeiten für deutsche Unternehmen bestehen.



Großtechnische Struvit-Anlage auf der Kläranlage Braunschweig

Fördermaßnahme

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Projekttitel

Aufbau eines Netzwerks zum ressourceneffizienten Phosphor-Recycling und -Management in der Region Harz und Heide (P-Net)

Förderkennzeichen

O2WPR1542A-H

Laufzeit

01.07.2020 – 30.06.2025

Fördervolumen des Verbundprojektes

3.379.028 Euro

Kontakt

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig
Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISWW)
Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Dockhorn
Pockelsstraße 2a
38106 Braunschweig
Telefon: +49 (0) 531-391-7937
E-Mail: t.dockhorn@tu-bs.de

Projektpartner

Abwasser- und Straßenreinigungsbetrieb Stadt Gifhorn, Gifhorn
Abwasserverband Braunschweig, Braunschweig
ISOE – Institut für sozialökologische Forschung GmbH, Frankfurt am Main
Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Braunschweig
PFI Planungsgemeinschaft GmbH & Co. KG, Hannover
SF-SoepenberGmbH, Hünxe
Stadtentwässerung Braunschweig GmbH, Braunschweig

Internet

p-net.tech

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Juli 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

BMBF

Bildnachweise

Vorderseite: TU Braunschweig, ISWW
Rückseite: Abwasserverband Braunschweig



RePhoRM – Regionales Phosphorrecycling im Rhein-Main-Gebiet unter Berücksichtigung industrieller und agrarischer Stoffkreisläufe

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Phosphor ist für die Herstellung von Düngemitteln und damit für die Landwirtschaft unersetzlich. Zukünftig gilt es, den von der EU-Kommission als kritisch eingestuften Rohstoff möglichst zurückzugewinnen und erneut zu nutzen. Als Phosphorquelle eignet sich z. B. Klärschlammasche aus der Verbrennung phosphorhaltiger Klärschlämme. Das Verbundprojekt RePhoRM will solche Klärschlammaschen in der Metropolregion FrankfurtRheinMain mit einer innovativen Technologie zu einem Düngemittel veredeln und somit den Nährstoffkreislauf direkt schließen. Die Zusammenarbeit der Beteiligten soll in einem neu geschaffenen Phosphorrecyclingverbund erfolgen.

Auf Region abgestimmtes Phosphorrecycling

In Ballungsräumen wie der Metropolregion FrankfurtRheinMain werden zum Phosphorrecycling zunehmend Mono-Klärschlammverbrennungsanlagen projektiert und umgesetzt. Aus der Klärschlammasche kann anschließend ein hoher Anteil des enthaltenen Phosphors zurückgewonnen werden. Bereits vier Anlagen sind im Rhein-Main-Gebiet im Betrieb oder stehen vor der Inbetriebnahme, für eine weitere wurde eine Machbarkeitsstudie erstellt.

Die Mitwirkenden am Verbundprojekt RePhoRM forschen daher an geeigneten Phosphorrecyclingtechnologien, die die Randbedingungen in der Region berücksichtigen. Ziel ist es, eine großtechnische Rückgewinnungsanlage für Phosphor aus Klärschlammaschen umzusetzen. Darüber hinaus entwickeln sie einen rechtlichen und organisatorischen Rahmen für eine gemeinsame Nutzung der neuen Technologie.

Umweltfreundliche Produktion hochwertiger Dünger

Im Einklang mit der hessischen Ressourcenschutzstrategie soll als Recyclingprodukt ein Düngemittel hergestellt werden, welches in der Landwirtschaft in Hessen und Rheinland-Pfalz verwendet werden kann. Dabei setzen die Projektbeteiligten auf die neuartige PHOS4green-Technologie: Klärschlammasche wird mit Phosphorsäure behandelt, um zunächst den in der Asche gebundenen Phosphor pflanzenverfügbar zu machen sowie den Phosphoranteil des späteren Düngemittels auf den Wert handelsüblicher Produkte zu erhöhen. Aus diesem Klärschlammasche-Säuregemisch werden in einem zweiten Schritt trockene Dün-

gemittelgranulate erzeugt, die direkt einsatzbereit sind. In Ballungsräumen weisen Klärschlammaschen jedoch häufig erhöhte Schwermetallgehalte auf. Über das Düngemittelgranulat können diese wieder in die Umwelt gelangen. Um dies zu verhindern, erweitern die RePhoRM-



Phosphorhaltige Klärschlammaschen

Beteiligten die PHOS4green-Technologie um einen technischen Verfahrensschritt, der die Schwermetallgehalte in den eingesetzten Klärschlammaschen gezielt reduziert. Wichtig dabei ist, dass die vorgeschaltete Schwermetallanreicherung die spätere Granulierung verfahrenstechnisch nicht negativ beeinflusst bzw. der Granulierungsprozess an die neuen Randbedingungen angepasst wird, ohne die Qualität des erzeugten Düngemittels zu verschlechtern. Untersuchungen zur Düngewirksamkeit sollen die Qualität nachweisen.

Gleichzeitig behalten die Projektbeteiligten von Beginn der technischen Entwicklung an die Auswirkungen der Düngemittelherstellung auf die Umwelt im Auge. Eine

begleitende Ökobilanzierung stellt sicher, dass negative Umweltfolgen frühzeitig erkannt und bis zur großtechnischen Umsetzung des Phosphorrecyclings auf dem Gelände des Industrieparks Höchst minimiert werden. Für die mit der erweiterten PHOS4green-Technologie anfallenden Reststoffe, insbesondere konzentrierte Schwermetalle, will RePhoRM ebenfalls geeignete Verwertungs- und Entsorgungsstrategien entwickeln.

Recyclingverbund mit Modellcharakter

Das Phosphorrecycling unter Beteiligung mehrerer Betreiber von Abwasserreinigungs- und Mono-Klärschlammverbrennungsanlagen in der Metropolregion FrankfurtRhein-Main soll als kooperative, öffentlich-private Partnerschaft erfolgen. Die RePhoRM-Beteiligten wollen hierfür einen bundeslandübergreifenden Verbund schaffen, der auch als Blaupause für weitere Ballungsräume in Deutschland dient. Der Verbund soll in der Lage sein, die Rückgewinnung von Phosphor aus ungefähr fünf Prozent der jährlich in Deutschland anfallenden Klärschlämme bzw. Klärschlammaschen zu stabilen Preisen zu sichern.



Düngemittelgranulate aus Klärschlammaschen

Fördermaßnahme

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Projekttitel

Regionales Phosphorrecycling im Rhein-Main-Gebiet unter Berücksichtigung industrieller und agrarischer Stoffkreisläufe (RePhoRM)

Förderkennzeichen

02WPR1545A-G

Laufzeit

01.07.2020 – 30.06.2026

Fördervolumen des Verbundprojektes

3.778.071 Euro

Kontakt

Technische Universität Darmstadt
Institut IWAR, Fachgebiet Abwassertechnik
Prof. Dr.-Ing Markus Engelhart
Franziska-Braun-Straße 7
64287 Darmstadt
Telefon +49 (0) 6151 16-20301
E-Mail: m.engelhart@iwar.tu-darmstadt.de

Projektpartner

Abwasserverband Langen/Egelsbach/Erzhausen, Langen
Becker Büttner Held Rechtsanwälte Wirtschaftsprüfer
Steuerberater PartGmbH, Berlin
Glatt Ingenieurtechnik GmbH, Weimar
Infraserv GmbH & Co. Höchst KG, Frankfurt am Main
Stadt Frankfurt am Main - Stadtentwässerung Frankfurt am Main, Frankfurt am Main
Technische Universität Darmstadt, Institut IWAR, Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft, Darmstadt
TVM Thermische Verwertung Mainz GmbH, Mainz

Internet

iwar.tu-darmstadt.de/rephorm

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Juli 2023

Text und Gestaltung

Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

BMBF

Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: Glatt Ingenieurtechnik GmbH



R-Rhenania – Modifiziertes Rhenania Phosphat aus Klärschlammasche für Bayern

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Phosphorreiche Klärschlämme aus kommunalen Kläranlagen eignen sich potenziell sehr gut zur Düngerherstellung. Gleichzeitig sammeln sich in Klärschlämmen aber auch viele Schadstoffe. Um sie zu beseitigen, werden die Schlämme verbrannt. Die dabei entstehenden phosphatreichen Klärschlammaschen haben jedoch eine schlechte Düngewirkung. Ziel des Verbundprojektes R-Rhenania ist es, eine Demonstrationsanlage zu errichten und zu betreiben, in der Klärschlammaschen aus bayerischen Verbrennungsanlagen mit einem neuen thermochemischen Verfahren zu hochwirksamen und schadstoffarmen Düngern verarbeitet werden.

Pflanzen gedeihen, die Umwelt freut sich

In Bayern werden Klärschlämme aus der kommunalen Abwasserreinigung weitgehend verbrannt. In den großen Verbrennungsanlagen des Freistaats fallen pro Jahr etwa 30 Kilotonnen Klärschlammasche an. Diese wird zum Teil deponiert und zum Teil als Dünger in der Landwirtschaft verwertet. Die Phosphorgehalte in den Aschen sind mit 8 bis 13 Prozent hoch. Ihr Potenzial für die Rückgewinnung des Nährstoffs wird bislang jedoch kaum genutzt, da die enthaltenen Phosphate von den Pflanzen nur in geringem Maße verwertbar sind. Zudem sind die Aschen zwar frei von Krankheitserregern und Schadstoffen wie Hormonen oder Antibiotika, aber dafür teilweise mit giftigen Schwermetallen belastet. Eine Aufbereitung ist somit notwendig, um wirksame und schadstoffarme Phosphatdünger aus Klärschlammaschen herzustellen.

Diese Aufgabe wollen die Beteiligten des Verbundprojektes R-Rhenania mit einem neuen thermochemischen Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammaschen bewältigen. Das sogenannte AshDec-Verfahren überführt den in der Asche schlecht pflanzenverfügbaren Phosphor in eine gut verwertbare Phosphorverbindung und reduziert gleichzeitig die Gehalte an Schwermetallen. Das Verfahren soll erstmals großtechnisch in einer Demonstrationsanlage in Bayern umgesetzt werden.

Demonstrationsanlage im bayerischen Altenstadt

Die AshDec-Demonstrationsanlage wird ab dem Jahr 2021 in der oberbayerischen Gemeinde Altenstadt am bestehenden Standort einer Klärschlammverbrennungsanlage errichtet. Sie soll für 30.000 Jahrestonnen Klärschlammasche ausgelegt

werden und 2023 den Betrieb aufnehmen. Die Anlage wird Aschen aus verschiedenen bayerischen Verbrennungsanlagen zu einem Düngemittel verarbeiten, das regional in der Landwirtschaft verwertet wird. Das Projekt R-Rhenania deckt die gesamte Prozesskette von der Bewertung der Ausgangsmaterialien über die Behandlung und Optimierung des AshDec-Verfahrens bis zur Untersuchung der Düngewirkung und Umweltverträglichkeit des Düngers ab.

Die AshDec-Technologie wurde in den letzten Jahren bereits ausführlich im Pilotmaßstab optimiert und erprobt. Bei dem Verfahren werden die Phosphate der Klärschlammaschen bei Temperaturen von 850 bis 900 Grad Celsius in einem Drehrohrofen aufgeschlossen. Dabei entsteht die Verbindung Calcium-Natrium-Phosphat. Sie zeichnet sich durch eine gute Pflanzenverfügbarkeit aus. Die Idee für das AshDec-Verfahren baut auf dem Rhenaniaverfahren auf, mit dem bis in die 80er Jahre Rhenania-Phosphat hergestellt wurde: ein bekanntes Düngemittel mit dem Bestandteil Calcium-Natrium-Phosphat. Zusätzlich werden im AshDec-Prozess die Gehalte an giftigen Schwermetallen wie Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber reduziert. Die Projektteilnehmer untersuchen die AshDec-Produkte aus der Demonstrationsanlage und auch aus vergleichbarer



Die AshDec-Demonstrationsanlage entsteht am Standort der Klärschlammverbrennungsanlage Altenstadt (Emter GmbH).

kleintechnischer Erzeugung in Gefäßversuchen sowie im ökologischen Landbau auf ihre Düngewirksamkeit. Von Interesse ist dabei nicht nur das Phosphat, sondern auch die Wirkungen anderer Verbindungen wie der Silikate und der enthaltenen Spurennährstoffe auf Pflanzenverfügbarkeit und -gesundheit. Das Material aus der Demonstrationsanlage wird schließlich konfektioniert und zu einem marktfähigen Düngemittel verarbeitet und regional vertrieben.

Die Aschen aus den bayerischen Verbrennungsanlagen sind nur gering mit Schwermetallen belastet. Ob sich das AshDec-Verfahren auch für höher mit Schwermetallen belastete Klärschlammaschen aus anderen Regionen eignet, erproben die Forschenden in kleintechnischen Versuchen. Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit der Technologie legen sie eine großtechnische Anlage für diese Aschen aus.

Für neue und bestehende Verbrennungsanlagen

In den nächsten Jahren werden bis zu 24 neue Klärschlammverbrennungsanlagen in Deutschland errichtet. Für die künftigen Betreiber ist es sinnvoll, bereits beim Bau die künftig verpflichtende Phosphorrückgewinnung zu berücksichtigen und zu integrieren. Gleichzeitig werden die bestehenden Klärschlammverbrennungsanlagen diesbezüglich nachrüsten müssen. Dies verdeutlicht die großen wirtschaftlichen Erfolgsaussichten für das AshDec-Verfahren. Die hohe Qualität des produzierten aschebasiereten Düngers bezogen auf die Pflanzenverfügbarkeit und die Schwermetallbelastung ermöglicht zudem sehr gute Absatzmöglichkeiten.



Das Bild zeigt ein aschebasiertes Düngemittelgranulat.

Fördermaßnahme

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Projekttitel

Modifiziertes Rhenania Phosphat aus Klärschlammaschen für Bayern (R-Rhenania)

Förderkennzeichen

02WPR1547A-H

Laufzeit

01.07.2020 – 30.06.2026

Fördervolumen des Verbundprojektes

3.332.095 Euro

Kontakt

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Hannes Herzel
Richard-Willstätter-Straße 11
12489 Berlin
Telefon: +49 (0) 30-8104-5680
E-Mail: hannes.herzel@bam.de

Projektpartner

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising
Emter GmbH, Altenstadt
FEhS-Institut für Baustoff-Forschung e.V., Duisburg
Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH (KWB), Berlin
Metso Outotec, Oberursel
sePura GmbH, Veitshöchheim
Universität Bonn, Bonn

Internet

bam.de/r-rhenania

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Juli 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

BMBF

Bildnachweise

Vorderseite: Emter GmbH
Rückseite: Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung (BAM)



SATELLITE – Verfahrenstechniken im Haupt- und Satellitenbetrieb eines interkommunalen Recyclingzentrums für ein optimiertes regionales Nährstoffrecycling

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

In den nördlichen Bundesländern Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Sachsen-Anhalt, aber auch in Thüringen und Sachsen werden bislang mehr als 60 Prozent der in den Kommunen anfallenden Klärschlämme landwirtschaftlich verwertet. Der darin enthaltene Phosphor wird so in den Nährstoffkreislauf zurückgeführt. Diese Möglichkeit fällt jedoch durch die neugefasste Klärschlamm- und Düngeverordnung künftig weitgehend weg. Beispielhaft für die Region südliches Niedersachsen will das Verbundprojekt SATELLITE daher das Konzept eines regionalen Nährstoffrecyclings für stark landwirtschaftlich geprägte Regionen umsetzen. Ziel ist es, eine effiziente, ressourcenschonende und nachhaltige Klärschlammensorgung im Einklang mit den neuen gesetzlichen Vorgaben sicherzustellen. Grundlage hierfür ist eine umfassende Zusammenarbeit von Kommunen bei der Planung und Bewirtschaftung ihrer Kläranlagen.

Durch Zusammenarbeit Synergien schaffen

In der stark landwirtschaftlich geprägten Region südliches Niedersachsen zwischen Nienburg und Göttingen gibt es eine Vielzahl kommunal betriebener kleiner und mittlerer Kläranlagen in Nähe zu größeren Anlagen der regionalen Oberzentren. Mit einem neu gegründeten, interkommunalen Verbund wollen die Kommunen ihr Klärschlammmanagement bündeln und ein nachhaltiges regionales Konzept zum Recycling von Nährstoffen – d. h. Phosphor, aber auch Stickstoff – umsetzen. Zentrales Element ist dabei der Betrieb einer gemeinsamen, kommunalen Monoverbrennungsanlage als zentrales Recyclingzentrum.

Optionen für das Nährstoffrecyclingkonzept lotet das Verbundprojekt SATELLITE aus. Die Beteiligten konzentrieren sich mit ihren Untersuchungen auf die dem eigentlichen Verbrennungs- und Rückgewinnungsprozess vor- und nachgelagerten Verfahrensschritte auf den zuliefernden Kläranlagen. Über den interkommunalen Verbund können die Maßnahmen auf den einzelnen Kläranlagen abgestimmt geplant und umgesetzt werden, um anlagentechnische und betriebliche Synergien für das Gesamtsystem zu schaffen. Ziel ist es, für das zentrale Recyclingzentrum optimale Klärschlammqualitäten in Bezug auf Heizwert und Phosphorgehalt mit dem geringsten Umweltauswirkungen bereitzustellen. Gleichzeitig soll die Bilanz für die anliefernden regionalen Zentren positiv ausfallen. Dies wollen die

Beteiligten durch an die jeweilige Kläranlage angepasste Verfahren, eine regionale Wiederverwendung der gewonnenen Wertstoffe und Unterstützung bei der Bewirtschaftung durch ein angepasstes Logistikkonzept erreichen. Mit der Möglichkeit neben Klärschlamm auch andere regional verfügbare Wirtschaftsdünger wie Gülle, Jauche oder Reststoffe der Lebensmittelproduktion auf den einzelnen Kläranlagen aufzunehmen und zu verwerten, können zusätzliche Energie- und Nährstoffpotenziale, z. B. zur Rückgewinnung von Stickstoff, dezentral erschlossen werden.

Neben den Kläranlagen in den regionalen Zentren können auch kleinere Anlagen an umliegenden Standorten, die gesetzlich nicht zur Phosphorrückgewinnung verpflichtet sind, ihren Klärschlamm bei Bedarf an das Recyclingzentrum liefern und so ihre Entsorgung über das Jahr flexibel gestalten.



Der künftige Standort des neuen kommunalen Recyclingzentrums für die Region südliches Niedersachsen neben dem Klärwerk Hildesheim

Optionen für größere Zentren und kleinere Nebenbetriebe

SATELLITE führt Untersuchungen an vier Kläranlagenstandorten durch, die beispielhaft für eine typische Vor-Ort-Situation der einzelnen Kläranlagen im Verbund stehen. Darunter sind die Anlagen in Göttingen und Hildesheim als zwei große regionale Zentren. Neben dem Klärwerk Hildesheim entsteht auch das interkommunale Recyclingzentrum, in dem die Klärschlämme getrocknet, verbrannt und die Asche für eine spätere Phosphorrückgewinnung gelagert wird. Die Optionen für kleinere Kläranlagen betrachten die Forschenden in Pattensen und im Landkreis Nienburg, der Modellregion von SATELLITE.

Für die Klärschlammbehandlung auf den Abwasseranlagen erprobt SATELLITE verschiedene Verfahren: z. B. eine Stickstoffrückgewinnung, um das Nährstoffrecycling zu maximieren. Als Stickstoffquelle werden neben Klärschlamm auch Gülle und andere vor Ort anfallende Substrate genutzt. Weiterhin testen die Forschenden Verfahren, um Phosphor aus Klärschlamm dezentral auf Kläranlagen zu gewinnen, etwa in Form von Kalzium- oder Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP), das dann direkt als Dünger vertrieben oder durch weitere Schritte zu Phosphorsäure veredelt wird.

Damit die Nährstoffe wirtschaftlich in der Region rückgeführt werden können, sieht SATELLITE den Aufbau eines Nährstoffmanagements in Abstimmung mit der örtlichen Landwirtschaft vor. Die Herstellung verkaufsfähiger Düngeprodukte aus den Rezyklaten, d. h. Phosphorsäure, Kalzium- und Magnesium-Ammonium-Phosphat sowie Ammoniaklösungen unterschiedlicher Konzentrationen, erproben die Projektbeteiligten in einer Versuchsanlage.

Konkrete Handlungsempfehlungen

Die Ergebnisse zu den erprobten Verfahren sowie Kennzahlen zu Auslegung und Betrieb von Anlagen überführt SATELLITE in Modellmodule. Diese können für die individuelle Planung einzelner Anlagenkomponenten und Prozesse genutzt werden. Konkrete Handlungsempfehlungen und Investitionsentscheidungen für die einzelne Anlage können so modellunterstützt über Szenarienanalysen im kommunalen Entsorgungsverbund strategisch abgestimmt werden. Eine Nährstoffrückgewinnung kann damit auch in kleinen und mittleren Kommunen künftig deutlich wirtschaftlicher und umweltfreundlicher betrieben werden.

Fördermaßnahme

Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)

Projekttitel

Verfahrenstechniken im Haupt- und Satellitenbetrieb eines interkommunalen Recyclingzentrums für ein optimiertes regionales Nährstoffrecycling (SATELLITE)

Förderkennzeichen

02WPR1546 A-J

Laufzeit

01.07.2020 – 30.06.2025

Fördervolumen des Verbundprojektes

3.392.790 Euro

Kontakt

Leibniz Universität Hannover – Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik (ISAH)

Dr.-Ing Maïke Beier

Welfengarten 1

30167 Hannover

Telefon: +49 (0) 511-762-2898

E-Mail: beier@isah.uni-hannover.de

Projektpartner

BIORETEC GmbH, Laatzen

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik, Dortmund

Göttinger Entsorgungsbetriebe, Göttingen

Ingenieurbüro Dr. Breitenkamp, Bünde

Kommunale Nährstoffrückgewinnung Niedersachsen GmbH (KNRN), Hildesheim

Kreisverband für Wasserwirtschaft Nienburg, Nienburg

Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg

PARFORCE Engineering & Consulting GmbH, Freiberg

SF SoepenberG GmbH, Hünxe

Stadtentwässerung Hildesheim AöR, Hildesheim

Stadt Pattensen

Internet

satellite-rephor.de

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung

53170 Bonn

Stand

Juli 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

BMBF

Bildnachweis

ISAH

bmbf.de