

WHITEPAPER | PHOSPHOR-RECYCLING



Phosphor-Recycling aus Klärschlamm

Was Kommunen jetzt wissen müssen

Inhalt

- 3 Executive Summary
- 4 Phosphor-Kreislaufwirtschaft
- 6 Der Weg zu einer erfolgreichen kommunalen
Phosphor-Recycling-Strategie
- 9 Recycling-Verfahren im Vergleich
- 15 Anhang

Executive Summary

Phosphor-Recycling wird zu einer zentralen Aufgabe der heutigen Zeit. Endliche natürliche Vorkommen sorgen für ein erhöhtes Versorgungsrisiko des lebenswichtigen Nährstoffs für Tiere, Menschen und Pflanzen. Auch aus dem natürlichen Phosphor-Abbau resultierende Umweltschäden verstärken unseren Handlungsdruck.



Durch ein langfristig umweltverträgliches und wirtschaftliches Phosphor-Recycling leisten Kommunen einen wichtigen Beitrag für die Versorgungssicherheit und Lebensqualität auf der Erde.

Vor diesem Hintergrund gewinnt die Implementierung einer nachhaltigen Phosphor-Kreislaufwirtschaft mit sekundären Rohstoffquellen zunehmend an Bedeutung. Großes Recycling-Potenzial bietet der kommunale Klärschlamm aus rund 9.600 deutschen Kläranlagen. Hier finden sich aktuell rund 65.000 Tonnen Phosphor wieder. Doch bisher endet der im Klärschlamm enthaltene Phosphor in einer Verbrennungsanlage und damit größtenteils in einer Sackgasse.

Wie Phosphor nun aus Klärschlamm zurückgewonnen werden kann, wird zu einer zentralen Fragestellung deutscher Kläranlagen. Mit der Klärschlammverordnung 2017 sind deutsche Städte und Gemeinden dazu verpflichtet worden, ein kommunales Konzept für die Rückgewinnung von Phosphor zu entwickeln.

Für die praxistaugliche Umsetzung müssen sich Kommunen mit komplexen Verfahren auseinandersetzen, die aktuell noch in der Erprobungsphase sind. Offene und verdeckte Kosten sowie potenzielle Umweltbelastungen müssen berücksichtigt werden, damit Phosphor-Recycling nicht zu einer Belastungsprobe für Anwohner:innen wird.

Für die erfolgreiche Umsetzung des Phosphor-Recyclings wird es entscheidend sein, eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft zu schaffen, die die Lebensqualität der Region

erhält und die Mehrkosten für Gebührenzahler auf ein Minimum reduziert. Damit wird ersichtlich, dass Phosphor-Recycling-Verfahren nicht isoliert betrachtet werden können. Bei der Auswahl des Recycling-Verfahrens müssen alle Auswirkungen beleuchtet werden – Energieverbrauch, CO₂-Emissionen, Schadstoffbelastung des Phosphors sowie die Qualität und Vermarktbarkeit der Rezyklate etc. Lösungskonzepte müssen somit im Einklang mit erklärten Umwelt- und Klimaschutzzielen stehen und ökonomisch vertretbar sein.

Dieses Whitepaper zeigt die Unterschiede der Verfahren auf und analysiert deren Vor- und Nachteile in Bezug auf Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit. Mit einem Überblick über wichtige Entscheidungskriterien sollen Kommunen eine Entscheidungshilfe erhalten. Denn als wichtige Grundsatzentscheidung für die Zukunft wird es für Kommunen von Bedeutung sein, alle Zieldimensionen auszutarieren und einen Verfahrensansatz zu wählen, der ihrer Region den größtmöglichen Mehrwert bietet und nicht die Erfüllung einer gesetzlichen Vorgabe in den Vordergrund stellt. Großes Potenzial zeigt sich hier aktuell in Rückgewinnungsverfahren direkt aus Klärschlamm. Diese haben einen deutlich geringeren ökologischen Fußabdruck als Verfahren, die auf Monoverbrennung und chemische Rückgewinnung aus der Klärschlammasche setzen, und ermöglichen mit Blick auf die Gesamtkosten auch eine ökonomisch sinnvolle Kreislaufwirtschaft.

Phosphor-Kreislaufwirtschaft

Nachhaltige, ökologische und ökonomische Rückgewinnung ist ein Muss

Phosphor ist essenziell für alle Lebewesen und Pflanzen auf der Erde. Ohne Phosphor kein Leben. Doch das fortschreitende Wachstum der Weltbevölkerung führt kontinuierlich zu einer stetig steigenden Phosphornachfrage. Wie unser Bedarf auch in Zukunft gedeckt werden kann, wird zu einer wichtigen Frage unserer Zeit.



DIE DROHENDE PHOSPHOR-KRISE – WARUM WIR HEUTE HANDELN MÜSSEN

Phosphor wird heute aus endlichen natürlichen Vorkommen in geopolitisch unsicheren Regionen abgebaut. Fehlende Substitutionsmöglichkeiten des Phosphors erhöhen das daraus resultierende Versorgungsrisiko für die Zukunft. Hinzu kommen gravierende Belastungen der Umwelt und des Menschen durch den Abbau natürlichen Phosphors: Phosphor-Lagerstätten sind heute zunehmend mit Schadstoffen versetzt. Deshalb ist eine aufwendige und teure Aufbereitung notwendig. Die Entsorgung der Schadstoffe führt außerdem zu Kontaminationen von Boden und Wasser und schädigt damit die Umwelt und die Gesundheit der Anwohner:innen in den Abbaugebieten.

Aufgrund all dieser Faktoren stuft die Europäische Kommission Phosphor als einen von 30 kritischen Rohstoffen ein. Expert:innen schätzen dabei sogar, dass unser heutiger Phosphorverbrauch in absehbarer Zeit nicht mehr durch natürliche Ressourcen gedeckt werden kann, da die Qualität der Vorkommen nicht ausreicht.¹

NACHHALTIGE KREISLAUFWIRTSCHAFT – LÖSUNGSWEG FÜR DIE ZUKUNFT

Um den oben genannten Herausforderungen zu begegnen, muss eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft langfristiges Ziel werden. Wir müssen bereits heute unseren Ressourcenverbrauch von fossilen Lagerstätten entkoppeln, damit Phosphor für zukünftige Generationen erhalten bleibt. Die Implementierung eines effizienten Recycling-Prozesses bietet dabei nicht nur eine neue Rohstoffquelle: Durch durchgehend umweltfreundlich gestaltete Verfahren lassen sich Umweltbelastungen konsequent vermeiden. Das ist wichtig, damit durch die Abkehr vom natürlichen Phosphor-Abbau keine neuen Umweltschäden entstehen. Richtungsweisendes Ziel zur Lösung unserer heutigen Problemstellung wird der Aufbau eines neuen, zirkulären Ökosystems sein, das keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt, das Klima und den Menschen hat.

¹ Sonja Kind (TAB): Nachhaltige Phosphorversorgung. In: Themenkurzprofil. August 2020. URL: <https://www.tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/themen-profile/Themenkurzprofil-039.html> [Zugriff am: 23.06.2021.]

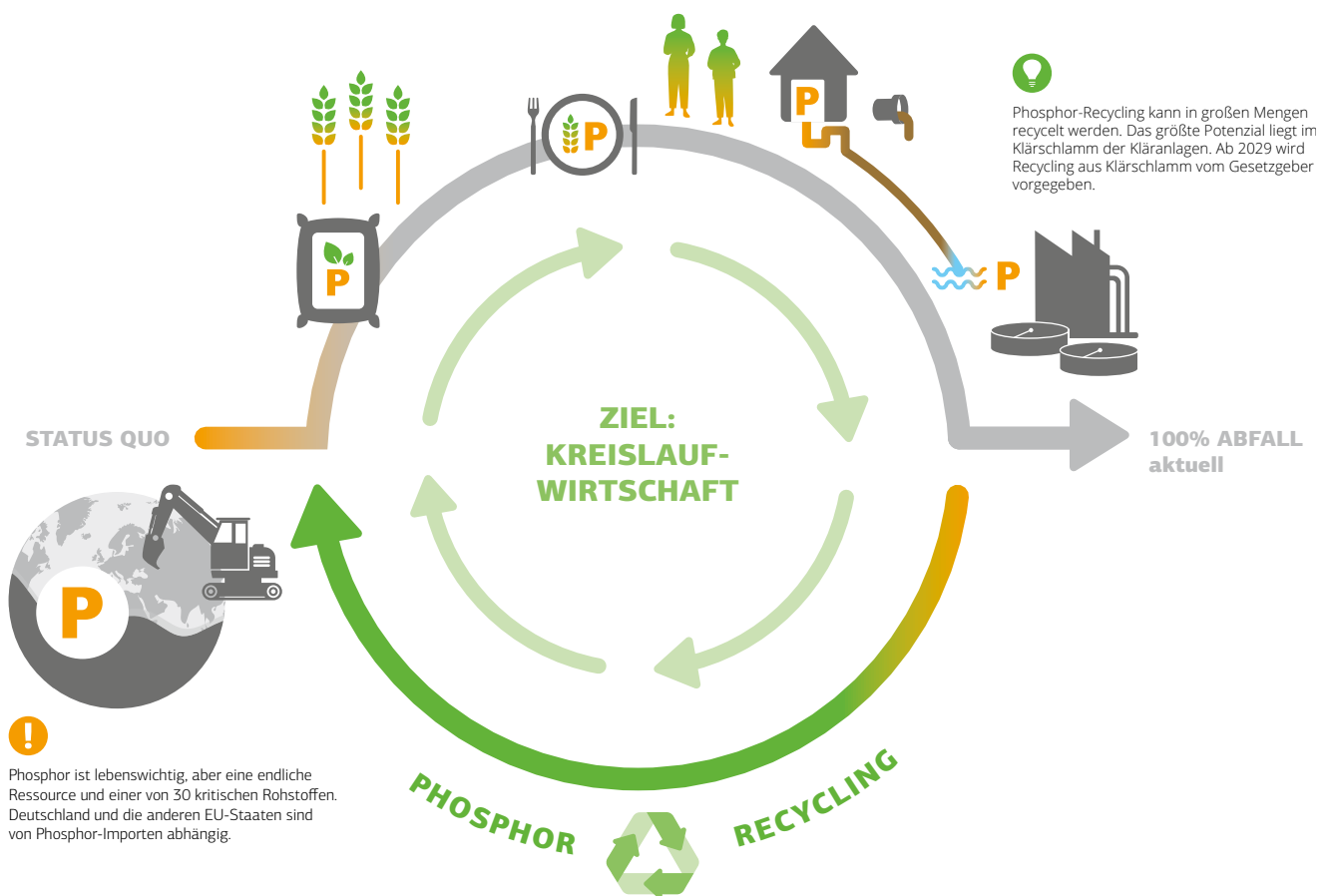
PHOSPHOR-RECYCLING AUS KLÄRSCHLAMM – POTENZIAL FÜR EINE NACHHALTIGE KREISLAUFWIRTSCHAFT

Größtes Potenzial als sekundäre Phosphorquelle hat die nachhaltige Rückgewinnung aus Klärschlamm. Etwa 40 Prozent des aktuellen deutschen Phosphorbedarfs ließen sich aus Klärschlamm rückgewinnen. Über 1,7 Millionen Tonnen Klärschlamm-trockenmasse fielen 2019 in deutschen Kläranlagen an. Darunter wären pro Jahr potenziell rund 65.000 Tonnen Phosphor, die einen großen Teil der CO₂-intensiven Phosphorimporte aus fernen Ländern ersetzen könnten.^{2, 3}

Klärschlamm wird aktuell in Verbrennungsanlagen verwertet und endet damit größtenteils in einer Sackgasse. Aufgrund erheblicher Belastungen des Klärschlammes mit Schwermetallen wird auch die direkte bodenbezogene Verwertung von Klärschlamm als landwirtschaftlicher Dünger zunehmend untersagt. Klärschlamm wird häufig in Kohlekraftwerken mitverbrannt, durch den geplanten Ausstieg aus der Steinkohleverbrennung bis 2035 und aus

der Braunkohleverbrennung bis 2038 wird die aktuelle Entsorgungsmöglichkeit für Klärschlamm weiter eingeschränkt. Die Frage „Wohin mit dem Klärschlamm?“ wird damit zur Dringlichkeit. Mit der Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft durch Phosphor-Recycling ergibt sich neues Potenzial für eine nachhaltige Klärschlammverwertung für Kommunen. Phosphor kann so wieder dem natürlichen Kreislauf zugeführt werden. Mit der Änderung der Klärschlammverordnung hat der deutsche Gesetzgeber bereits 2017 eine Recycling-Pflicht für kommunale Kläranlagen ab 2029 erlassen und damit einen wichtigen Grundstein gelegt.

Der Abbau von Phosphor aus natürlichen Lagerstätten heute wird zur Phosphor-Krise von morgen. Phosphor-Recycling aus Klärschlamm ist der Wendepunkt für eine nachhaltige Zukunft. Eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft bietet neue Rohstoffquellen und sichert eine lebenswerte Zukunft.



² Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Recyclingphosphate in der Düngung – Nutzen und Grenzen. Standpunkt des Wissenschaftlichen Beirats für Düngungsfragen. In: BMEL, Publikationen. Februar 2020. URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/duengung/recyclingphosphate.html [Zugriff am: 22.06.2021.]

³ BMU, Statistisches Bundesamt: Entsorgungswege von Klärschlamm aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen 2019. In: Statistiken, Entsorgung und Verwertung von Klärschlamm. Juli 2021. URL: <https://www.bmu.de/themen/wasser-ressourcen-abfall/kreislaufwirtschaft/statistiken/klaerschlamm/entsorgung-und-verwertung-von-klaerschlamm> [Zugriff am: 15.10.2021.]

Der Weg zu einer erfolgreichen kommunalen Phosphor-Recycling-Strategie

Umweltbelastungen müssen in die Kosten-Nutzen-Analyse einbezogen werden

Die Gemeinden betreten mit der Pflicht zum Phosphor-Recycling einen neuen Weg, der ihnen eine vollständige und nachhaltige Verwertung von Unmengen Klärschlamm ermöglicht. Bis 2023 müssen sie sich für eine Phosphor-Recycling-Strategie entscheiden, die bis 2029 umgesetzt werden soll. Für den Aufbau einer entsprechenden Verwertungs- und Recyclinginfrastruktur begeben sich Kommunen allerdings auf komplexes Neuland. Technische Verfahrensansätze, die teilweise noch in der Erprobungsphase sind, müssen evaluiert werden. Kosten – auch verdeckte Kosten, die möglicherweise noch viel erheblicher sind – müssen ermittelt werden. Die Frage, welches Verfahren den richtigen Lösungsweg bietet, wird damit für Kommunen zu einer großen Herausforderung.

Gerade um das übergeordnete Ziel einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft zu erfüllen, müssen Kommunen intensiv ökonomische, ökologische und funktionelle Kriterien entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Verfahren betrachten. Im Sinne einer nachhaltigen Prozesskette sind dabei folgende Punkte entscheidend:

EMISSIONEN

Mit Blick auf die übergeordneten CO₂-Ziele werden kurze Wege entscheidend für die Ökobilanz des Phosphor-Recyclings sein.⁴ Die Entstehung von Treibhausgasen muss konsequent vermieden werden. Wenn jedoch Millionen Tonnen Klärschlamm oder Klärschlammrockenmasse zwischen Klärwerken, Verbrennungsanlagen und Deponien bewegt werden müssen, wird der CO₂-Ausstoß gewaltig. Hinzu kommt die lokale Verkehrsbelastung durch die notwendige hohe Anzahl von LKW-Transporten, mit denen Lärm sowie ein erhöhter Ausstoß von Feinstaub und Stickstoffdioxid einhergehen. Phosphor-Recycling, das nicht unmittelbar an der Kläranlage erfolgt, führt damit zwangsläufig zu regionalen Umweltbelastungen, die die Lebensqualität der Anwohner:innen einschränkt.

Weiterhin spielen aber auch Emissionen aus dem Recycling-Prozess selbst eine wichtige Rolle. Je nach Verfahrensprinzip fallen unterschiedliche Emissionsarten und Mengen an. Besonders kritisch müssen hier die aus Verbrennungsprozessen anfallenden Mengen beurteilt werden.

ENERGIEEINSATZ UND ENERGIEVERBRAUCH

Eingesetzte Energieträger und Energiequellen an den unterschiedlichen Stellen der Wertschöpfungskette müssen identifiziert werden. Sie sind nicht nur wesentliche Kostenfaktoren, sondern können auch Ursache von CO₂-Emissionen sein. Besonders vorgelagerte Klärschlammtransporte, die nicht

nur tonnenweise Kraftstoff verbrauchen, sondern auch einen erheblichen Einsatz an fossilen Kraftstoffen bedeuten, fallen bei der Bewertung ins Gewicht. Entscheidend für die Höhe des Energieverbrauchs ist aber insbesondere der Recycling-Prozess selbst, denn Klärschlamm besteht zu über 95 Prozent aus Wasser. Die Entwässerung, Trocknung und Verbrennung zu Klärschlammasche kann einen hohen Einsatz an Energie bedeuten. Daher können nur Konzepte als nachhaltig beurteilt werden, die energieintensive Prozessschritte umgehen und die entstehende Abwärme aus dem Prozess zurückgewinnen.

SCHADSTOFFBELASTUNG

Klärschlamm als Ausgangsstoff enthält neben Phosphor noch weitere Schadstoffe und Schwermetalle. Wie diese im Recycling-Prozess weiterverarbeitet werden, wird zu einer wichtigen Frage in puncto Nachhaltigkeit. Je nach Verfahrensprinzip ist es sogar notwendig, Chemikalien zuzuführen, um Phosphor aus Klärschlamm zu lösen. Daraus können sich neue chemische Verbindungen ergeben, die letztendlich zu einem Abfallprodukt des Recycling-Prozesses werden und als Deponiestoffe entsorgt werden müssen. Das ist nicht nur kostenintensiv, sondern stellt auch ein erhebliches potenzielles Umweltrisiko dar.

Es droht Bürger:innenzorn, denn manche Verfahren bergen schwerwiegende Umweltbelastungen.

⁴ Die Bundesregierung: Ziele der Bundesregierung. Bis 2030 die Treibhausgase halbieren. In: Klimaschutz. September 2019. URL: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaziele-und-sektoren-1669268> [Zugriff am: 15.10.2021.]



Akzeptanz oder Widerstand:
Die Menschen müssen das
Verfahren mittragen.

QUALITÄT UND VERWERTBARKEIT DER REZYKLATE

Die Reinheit und Qualität des zurückgewonnenen Phosphors wird zu einem wichtigen Kriterium für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft. Sollen die Rezyklate, beispielsweise Phosphorsäure, zu Düngemittel weiterverarbeitet werden, müssen sie schadstofffrei sein. Nur dann ist die Weiterverwertung zugelassen. Ob ihre Qualität sie nur auf einem Nischenmarkt einsetzbar macht oder einen breiten Absatzmarkt erschließt, ist entscheidend für die Vermarktung der Rezyklate. Und natürlich: Die Rückgewinnungsquoten – also die Mengen der gewonnenen Rezyklate – sind zentral für die Wirtschaftlichkeit und Refinanzierung des Verfahrens.

FLÄCHENVERBRAUCH

Anlagen, Transportwege, Zwischenlager und Deponien – sie alle erfordern Platz. Flächenverbrauch ist dabei nicht nur eine ökologische, sondern auch eine finanzielle Belastung. Der Flächenbedarf des Verfahrens muss deshalb in die Auswahl einfließen; insbesondere eine zusätzliche Bodenversiegelung, beispielsweise für notwendige Lagerstätten und Deponien, fällt bei der Betrachtung ins Gewicht.

LEBENSZYKLUSKOSTEN

Neben den einmaligen Kosten für die Einrichtung fallen laufende Kosten beim Einsatz der Lösungen an. Je nach Verfahren werden beispielsweise unterschiedliche Zusatzstoffe für die Rückgewinnung benötigt. Teuer kann beispielsweise eine der Rückgewinnung vorgelagerte sortenreine Deponierung von Klärschlammasche werden. Manche Verfahren erfordern zusätzliches Kläranlagenpersonal oder die Wartung und Betriebssicherheit sind besonders aufwendig. Auch die Vermarktung der Rezyklate kann aufgrund ihrer Beschaffenheit einen höheren Aufwand erfordern. All diese Positionen erhöhen die laufenden Kosten, sind also wichtig für die Bewertung der Verfahrensalternativen.

EINFACHHEIT DER UMSETZUNG

Manche Verfahren eignen sich nicht für Kommunen mit geringen Mengen an Klärschlamm. Sie erfordern einen gegebenenfalls komplexen Zusammenschluss mehrerer Gemeinden zu einer Verwertungsgemeinschaft, was wiederum zu einer Abhängigkeit von Dritten führt. Die Skalierbarkeit des Lösungsansatzes sollte also hinterfragt werden. Die Verfahren unterscheiden sich auch in den erforderlichen Genehmigungsprozessen. Dauer und Anforderungen dieser Prozesse können die Umsetzung erheblich verzögern.

Insgesamt müssen Kommunen bei der Auswahl des Phosphor-Recycling-Verfahrens viele Aspekte berücksichtigen und einige Grundsatzfragen klären:

- » Welches **Ziel** verfolgen wir mit der Phosphor-Rückgewinnung: lediglich die Erfüllung der gesetzlichen Auflagen oder den Aufbau einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft in der Region?
- » Welche **Auswahlkriterien** haben für uns die größte Bedeutung: die Kosten in der laufenden Legislaturperiode oder die Lebenszykluskosten inklusive Umweltkosten?
- » Werden die **Bürger:innen** und insbesondere die Anwohner:innen ein auf dieser Basis ausgewähltes Recyclingverfahren akzeptieren und unterstützen oder ist Widerstand programmiert?

Überblick über die wichtigsten Entscheidungskriterien

Folgende Entscheidungsmatrix kann als Hilfsmittel herangezogen werden, um einzelne Verfahrensansätze zu bewerten. Individuell kann sie um zusätzliche wichtige Kriterien erweitert werden.

	KRITERIEN-GRUPPEN	BEWERTUNGSKRITERIEN	VERFAHREN 1 Punkteskala					VERFAHREN 2 Punkteskala				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ÖKONOMISCHE BEURTEILUNG	Installationskosten	Kosten der Anlage										
		Planungs- und Genehmigungskosten										
		Kosten für Flächenerschließung										
	Lebenszykluskosten	Betriebskosten (Energie, Additive etc.)										
		Personalkosten										
		Service- und Instandhaltungskosten										
		Refinanzierung durch Rezyklate										
ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG	Wirkung auf globale und lokale Umwelt	Emissionsbedingte Umweltauswirkungen										
		Zurückbleibende Schadstoffe und Deponiestoffe										
	Ressourcen-Inanspruchnahme	Energiebedarf										
		Flächeninanspruchnahme										
		Zugabe von Additiven										
	Recycling-Qualität	Qualität und Wiederverwertbarkeit der Rezyklate										
		Recyclingquote										
PROZESSQUALITÄT	Arbeitskomfort	Arbeitssicherheit										
		Benutzerfreundlichkeit										
	Planungsqualität	Inbetriebnahme-Dauer (inkl. Genehmigungsverfahren bis zur Inbetriebnahme)										
		Full-Service-Lieferant										

1 = sehr schlecht

5 = sehr gut

Je mehr Punkte das Verfahren aufweist, desto vorteilhafter.

Recycling-Verfahren im Vergleich

Große Unterschiede bei der Umweltbelastung

Laut ökobilanziellem Vergleich der Phosphor-Rückgewinnung des Umweltbundesamtes bleiben circa 90 Prozent der Phosphatfracht des Abwassers im Klärschlamm bestehen. Die restlichen 10 Prozent gelangen mit dem gereinigten Wasser in die natürlichen Gewässer.⁵



Zahlreiche Ansätze zur Phosphor-Rückgewinnung beschäftigen sich seit Jahren mit den einzelnen Stoffströmen einer Kläranlage und eröffnen neue Perspektiven, die Abfallressourcen sinnvoll in einen Gesamtkreislauf einzubinden. Die Verfahren setzen dabei an verschiedenen Prozessstufen der Abwasserbehandlung an und befinden sich in sehr unterschiedlichen Entwicklungsstufen vom Labor bis zum Pilotmaßstab. Für die großtechnische und wirtschaftliche Umsetzung haben sich grundlegend folgende drei Recycling-Ansatzpunkte herauskristallisiert.

Phosphor-Recycling aus:

- » **Schlammwasser oder Faulschlamm**
(angegliedert an die Kläranlage)
- » **Klärschlammasche**
(außerhalb der Kläranlage, nach Verbrennung)
- » **entwässertem Klärschlamm**
(angegliedert an die Kläranlage)

ENERGIEEINSATZ UND ENERGIEVERBRAUCH

Einzelne Forschungs- und Pilotprojekte sind mittlerweile in den großtechnischen Betrieb übergegangen. Die Rückgewinnungsmodelle unterscheiden sich unter anderem im Ausgangsstoff, in der Prozessführung, den gewonnenen Rezyklaten sowie den Rückgewinnungsraten. Viele vielversprechende Verfahren sind jedoch noch in der Forschungs- und Auswertungsphase. Noch kann daher keine endgültige Bewertung hinsichtlich Effizienz, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit der Verfahren vorgenommen werden. Erkenntnisse auf der Basis des aktuellen Entwicklungsstands lassen jedoch grundsätzliche Vor- und Nachteile der einzelnen Lösungsansätze erkennen.⁶

⁵ Fabian Kraus, Malte Zamzow, Lea Conzelmann, Christian Remy, Anne Kleyböcker, Wolfgang Seis, Ulf Miehe, Ludwig Hermann, Ralf Hermann, Christian Kabbe: Ökobilanzieller Vergleich der P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom mit der Düngemittelproduktion aus Rohphosphaten unter Einbeziehung von Umweltfolgeschäden und deren Vermeidung. Abschlussbericht. In: Umweltbundesamt, Publikationen. Februar 2019. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekobilanzieller-vergleich-der-p-rueckgewinnung-aus> [Zugriff am 22.06.2021.]

⁶ ebd.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Recyclingphosphate in der Düngung – Nutzen und Grenzen. Standpunkt des Wissenschaftlichen Beirats für Düngungsfragen. In: BMEL, Publikationen. Februar 2020. URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/duengung/recyclingphosphate.html [Zugriff am: 22.06.2021.]

TransPhoR – Vernetzungs- und Transfervorhaben der BMBF-Fördermaßnahme: BMBF-Fördermaßnahme. Regionales Phosphor-Recycling.. In: Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e. V., Publikationen. November 2020. URL: <https://www.bmbf-rephor.de/publikationen/> [Zugriff am: 14.06.2021.]

Rückgewinnungsverfahren aus Schlammwasser oder Faulschlamm

Die Phosphor-Rückgewinnung aus Schlammwasser oder Faulschlamm eignet sich besonders gut für Bio-Phosphor-betriebene Kläranlagen, bei denen gezielt phosphatakkumulierende Mikroorganismen angereichert werden. Allerdings können mit den aktuellen Verfahrensweisen aus diesen Stoffströmen die gesetzlichen Rückgewinnungsquoten nicht eingehalten werden. Selbst durch die Zugabe von Chemikalien werden die geforderten Quoten nicht erreicht.

Nach aktuellen Erkenntnissen wird aus Schlammwasser oder Faulschlamm Phosphor häufig in gebundener Form als Struvit-Dünger zurückgewonnen. Der zu erwartende Verkaufspreis von Struvit lässt sich derzeit nicht beziffern, da für dieses Rezyklat kein ausreichend repräsentativer Markt existiert, was die Praxistauglichkeit dieses Ansatzes in Frage stellt.

Aussichtsreich scheinen daher Recycling-Verfahren zu sein, die auf dem entwässerten Klärschlamm und auf Klärschlammasche aufbauen. Im Vergleich zur Rückgewinnung aus Schlammwasser bieten diese beiden Technologien ein hohes Rückgewinnungspotenzial und höhere Rückgewinnungsquoten. Sowohl die Trockenmasse als auch die Klärschlammasche weisen eine höhere Phosphatfracht auf. Damit besteht bei diesen Ansätzen ein höheres Recycling-Potenzial, um den notwendigen Bedarf an Phosphor zu substituieren.⁷

Es zeichnet sich für die Kommunen also eine Grundsatzentscheidung zwischen zwei Recycling-Verfahren ab: zwischen der Rückgewinnung aus Klärschlammasche nach Monoverbrennung und der Rückgewinnung direkt aus Klärschlamm an der Kläranlage. Im folgenden Abschnitt stellen wir daher diese beiden Konzepte in puncto Technik, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit gegenüber.

Monoverbrennung mit nachgelagerter Rückgewinnung aus Klärschlammasche

Von den knapp 70 Prozent des in Deutschland verbrannten Klärschlammes wird der Großteil in Kohle- und Zementwerken mitverbrannt. Diese Mischasche ist jedoch unbrauchbar für die Phosphor-Rückgewinnung. Selbst sortenreine Klärschlammasche aus der Monoverbrennung erfüllt noch nicht die gesetzlichen Vorgaben des Phosphor-Recyclings. Die Pflanzenverfügbarkeit, also seine Nutzbarkeit als Dünger für Böden und Pflanzen, des Phosphors in der gewonnenen Asche stellt eine Herausforderung dar. Eine weitere Ascheaufbereitung scheint häufig unumgänglich.

Aktuell erlaubt der Gesetzgeber die Klärschlammasche bis zur weiteren Aufbereitung in einem Depot zwischenzulagern. Dies führt allerdings zu weiteren Herausforderungen, denen sich die Kommunen stellen müssen: zum Beispiel dem höheren Flächenbedarf der Deponien, des Transportnetzwerkes sowie der Entsorgung der vorhandenen Schwermetalle aus der Asche.⁸

ÖKOLOGISCHE UND ÖKONOMISCHE HERAUSFORDERUNGEN UND POTENZIALE

Die Monoverbrennung mit nachgelagerter Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlammasche wurde vor allem im großtechnischen Maßstab bereits umgesetzt und erfüllt die geforderten Rückgewinnungsquoten. Die Phosphorkonzentration der Klärschlammasche aus Monoverbrennungsanlagen bewegt sich dabei zwischen 80 und 120 Gramm pro Kilogramm (g P/kg) Asche.⁹ Der Phosphor kann über ein nasschemisches oder thermochemisches Verfahren aus der Asche zurückgewonnen werden. Die Monoverbrennung mit nachgelagerter Phosphor-Recycling fordert eine umfangreiche Prozesskette, die sich unterschiedlich auf die ökonomische und ökologische Effizienz des Verfahrens auswirkt.

⁷ Fabian Kraus, Malte Zamzow, Lea Conzelmann, Christian Remy, Anne Kleyböcker, Wolfgang Seis, Ulf Miehe, Ludwig Hermann, Ralf Hermann, Christian Kabbe: Ökobilanzieller Vergleich der P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom mit der Düngemittelproduktion aus Rohphosphaten unter Einbeziehung von Umweltfolgeschäden und deren Vermeidung. Abschlussbericht. In: Umweltbundesamt, Publikationen. Februar 2019. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekobilanzieller-vergleich-der-p-rueckgewinnung-aus> [Zugriff am 22.06.2021.]

⁸ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Recyclingphosphate in der Düngung – Nutzen und Grenzen. Standpunkt des Wissenschaftlichen Beirats für Düngungsfragen. In: BMEL, Publikationen. Februar 2020. URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/duengung/recyclingphosphate.html [Zugriff am 22.06.2021.]

⁹ Fabian Kraus, Malte Zamzow, Lea Conzelmann, Christian Remy, Anne Kleyböcker, Wolfgang Seis, Ulf Miehe, Ludwig Hermann, Ralf Hermann, Christian Kabbe: Ökobilanzieller Vergleich der P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom mit der Düngemittelproduktion aus Rohphosphaten unter Einbeziehung von Umweltfolgeschäden und deren Vermeidung. Abschlussbericht. In: Umweltbundesamt, Publikationen. Februar 2019. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekobilanzieller-vergleich-der-p-rueckgewinnung-aus> [Zugriff am 22.06.2021.]

Wirtschaftlichkeit | Das Ascheverfahren lohnt sich nur im größeren Maßstab, da dann die hohen Kapitalkosten für Verbrennungsanlagen auf größere Mengen umgeschlagen werden können. Ist die P-Konzentration in der Asche kleiner 60 g P/kg Asche, sind alle Verfahren mit nachgelagertem Rückgewinnungssystem tendenziell unwirtschaftlich. Erst ab einer Konzentration von mehr als 90 g P/kg Asche rechnet sich die Monoverbrennung (wenn man Umweltfolgekosten nicht betrachtet).¹⁰

Kleinere Kläranlagen müssen sich daher zu Gemeinschaften zusammenschließen und ihren Klärschlamm mit anderen Betreibern in einer großen Monoverbrennungsanlage thermisch verwerten, um (ohne Berücksichtigung der Umweltfolgekosten) profitabel zu sein.

Darüber hinaus gilt es, das Transport- und Deponiesystem einzukalkulieren. Denn der Klärschlamm muss zunächst von den Kläranlagen zur Verbrennungsanlage und die Asche zur Deponie und anschließend zur Recycling-Anlage transportiert werden, sofern diese nicht direkt der Monoverbrennungsanlage angegliedert ist. Diese komplexe Prozesskette ist signifikant für die Frage nach der Wirtschaftlichkeit sowie Nachhaltigkeit des Verfahrens. Der Ausbau der Monoverbrennungsanlagen und die Zentralisierung der Klärschlamm Entsorgung sind zudem zeitlich aufwendig und bedürfen langwieriger Genehmigungsverfahren – was eine kurzfristige Realisierung verhindert.

Um den Phosphor verwertbar für Pflanzen zu machen und aus der Asche zu lösen, werden bei diesem Verfahren Chemikalien zugegeben. Bei einer Anlage mit einer Kapazität von 30.000 Tonnen Asche pro Anr entfallen rund 50 Prozent der jährlichen Kosten auf den Chemikalien- und Energieverbrauch. Die laufenden Kosten für Transport, Lagerung, Chemikalien und Energie verteuern diesen Ansatz also erheblich. Um ihn ertragreich zu gestalten, müssen Städte und Kommunen die Kreislaufführung sowie die Nutzung von recycelten Chemikalien und vorhandener Wärme forcieren.¹¹

Nachhaltigkeit | Die ökologische Herausforderung der nachgelagerten Rückgewinnung aus Klärschlamm asche liegt in den anfallenden Emissionen und der aufwendigen Prozesskette: Der Transport von Tonnen Klärschlamm zu den Verbrennungsanlagen, den Deponien und von dort in die Rückgewinnungsanlagen belastet Umwelt und Anwohner:innen gleichermaßen. Dies führt bereits zu ersten Protesten von Bürger:innen und Umweltverbänden

gegen die Auswirkungen auf Lebensqualität und Klima. Das Umweltbundesamt weist im ökobilanziellen Vergleich darauf hin, dass die Monoverbrennung wiederum selbst zu weiteren Emissionen führt, was weitere Handlungsfelder eröffnet. Darüber hinaus verschwinden die im Klärschlamm enthaltenen Schwermetalle nach der Monoverbrennung nicht, sondern finden sich in den Verbrennungsreststoffen wieder. Die Reststoffe werden bislang entweder auf einer Deponie oder unter Tage gelagert. Der große Bedarf an Chemikalien sowie an Gas und Strom für die Verbrennungs- und Rückgewinnungsanlagen belastet die Emissionsbilanz ebenfalls.



Vorteile:

- » Hohe Rückgewinnungsquote von rund 80 Prozent
- » Rückgewinnungspflicht liegt beim Betreiber der Verbrennungsanlage
- » Kurzfristig weniger Kostenaufwand



Nachteile:

- » (Langfristig höhere) Kosten
- » Hohe CO₂-Belastung für Umwelt und Anwohner:innen
- » Hoher Einsatz von Chemikalien

ÖKOBILANZ MONOVERBRENNUNG

264 Tonnen Klärschlamm fließen täglich aus der Kanalisation in die Kläranlagen Deutschlands. Klärschlamm besteht zu 75 Prozent aus Wasser, die restlichen 25 Prozent werden als Trockensubstanz bezeichnet. Daraus ergibt sich ein Schüttgewicht von 1,1 Tonnen pro Kubikmeter (1,1 t/m³). Ein üblicher LKW mit 21 m³ Stahlmuldeninhalt und einem maximal zulässigen Gewicht von 40 Tonnen kann also maximal 23,1 Tonnen Klärschlamm transportieren. Um den täglich anfallenden Klärschlamm abzutransportieren, braucht es rund 11 LKW am Tag. 11 LKW haben auf einer Strecke von 100 Kilometern einen Dieselverbrauch von ca. 451 Litern und produzieren damit rund 1.191 kg CO₂ (1 Liter verbrannter Diesel = 2,64 kg CO₂).

¹⁰ Fabian Kraus, Malte Zamzow, Lea Conzelmann, Christian Remy, Anne Kleyböcker, Wolfgang Seis, Ulf Mieke, Ludwig Hermann, Ralf Hermann, Christian Kabbe: Ökobilanzieller Vergleich der P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom mit der Düngemittelproduktion aus Rohphosphaten unter Einbeziehung von Umweltfolgeschäden und deren Vermeidung. Abschlussbericht. In: Umweltbundesamt, Publikationen. Februar 2019. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekobilanzieller-vergleich-der-p-rueckgewinnung-aus> [Zugriff am 22.06.2021.]

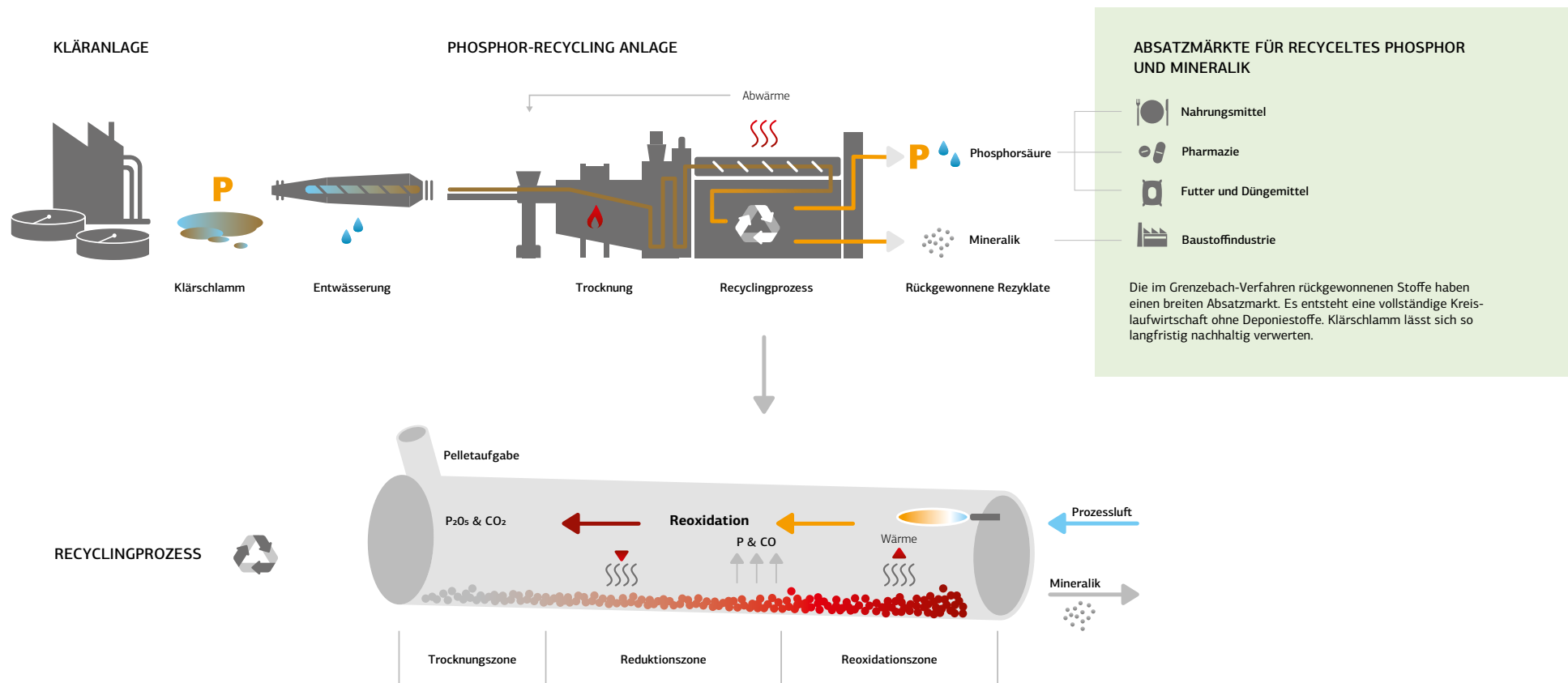
¹¹ ebd.

Rückgewinnung aus Klärschlamm in der Kläranlage

Besonders nachhaltig, ressourcenschonend und ein langfristig kosteneffizientes Verfahren - das Grenzebach Phosphor-Recycling Verfahren gewinnt Phosphor direkt vor Ort aus dem Klärschlamm. Anders als bei der Monoverbrennung mit nachgelagerter Rückgewinnung kann beim Phosphor-Recycling aus Klärschlamm die Rückgewinnungsanlage direkt in die Kläranlage integriert werden – eine ökologisch und ökonomisch nachhaltige Variante. Bei diesem Recycling-Verfahren wird der Klärschlamm entwässert und getrocknet. Aus dem getrockneten Klärschlamm erfolgt dann die Rückgewinnung des Phosphors.

BEISPIEL: GRENZEBACH-PHOSPHOR-RECYCLING¹²

Auf die Rückgewinnung direkt aus Klärschlamm setzt das Grenzebach-Phosphor-Recycling. Mit dem Flächenbedarf eines Handballfeldes wird es direkt an der Kläranlage implementiert. Kommunen erhalten damit einen regionalen und von Dritten unabhängigen Lösungsweg.



¹² Grenzebach Gruppe: Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlamm. In: Phosphor-Recycling-Anlagen. Oktober 2021. URL: <https://www.grenzebach.com/de/produkte/phosphor-recycling-anlagen/> [Zugriff am: 15.10.2021.]

Im Verfahren wird dabei zunächst der Klärschlamm, in dem Phosphor und Aluminium vorliegen, entwässert und getrocknet. Die Trocknung des Klärschlammes erfolgt zu einem wesentlichen Teil energieeffizient mit der Abwärme des Recycling-Prozesses. Dabei verliert der Klärschlamm rund drei Viertel seines Gewichts, ohne dass schädliche Stoffe entweichen. Durch die Erwärmung der Trockenmasse auf 950° C trennt sich Phosphor vom Feststoff und geht in die Gasphase über. Kernstück des Recycling-Verfahrens bildet die Reduktions- und Oxidationssteuerung der Klärschlamm-Trockenmasse – eine seit Jahrzehnten bewährte Technologie. Durch die gezielte Zugabe von Sauerstoff und später von Wasser wird das gasförmige Phosphor letztlich zu Phosphorsäure. Die Sorte des Endproduktes kann dabei über die zugegebene Wassermenge verändert und so an die Ansprüche der Kommunen angepasst werden. Potenzielle Absatzmärkte sind beispielsweise die Nahrungsmittel-, Pharma- oder Futter- und Düngemittelindustrie. Damit entsteht eine vollständige Phosphorkreislaufwirtschaft. Neben der Phosphorsäure verbleibt bei diesem Prozess als Feststoff der getrocknete Klärschlamm mit Aluminium. Dieser kann als Mineralik in der Baustoffindustrie eingesetzt werden und ersetzt Basalt, der sonst in Bergwerken teuer abgebaut werden muss. Die im Grenzebach-Verfahren zurückgewonnenen Stoffe haben einen breiten Absatzmarkt und können über die Kommune oder einen Partner direkt vermarktet werden. Damit werden 100 Prozent Klärschlamm zu 100 Prozent Endprodukt recycelt – ohne weitere Deponiestoffe zu hinterlassen.

Weitere Informationen zum Grenzebach-Phosphor-Recycling finden Sie auf der [Website](#).

ÖKOLOGISCHE UND ÖKONOMISCHE HERAUSFORDERUNGEN UND POTENZIALE

Die direkte Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm bietet gerade kleineren Städten und Gemeinden den Vorteil, dass dieser Ansatz lokal unabhängig ist. Aufgrund der geringen Größe der Recycling-Anlage, der direkten Anbindung an die Kläranlage und dank vereinfachter Genehmigungsverfahren kann diese Technologie schnell implementiert werden. Kläranlagenbetreibern bietet dieser Ansatz die Möglichkeit, Phosphor-Recycling nachhaltig und wirtschaftlich in ihrer Region umzusetzen – ohne Einsatz von Chemikalien, ohne hohe Transport- und Emissionsbelastungen und ohne Deponiebedarf. Die möglichen Rückgewinnungsverfahren aus entwässertem Klärschlamm unterscheiden sich allerdings deutlich in ihrer Prozessführung und den gewonnenen Endprodukten.¹³

Wirtschaftlichkeit | Gerade die laufenden Kosten dieses Verfahrens unterscheiden sich deutlich von denen der Monoverbrennung. Dieser Effekt ergibt sich aus der direkten Implementierung der Rückgewinnungsanlage an die Kläranlage. Zusätzliche Transport- und Deponiekosten entfallen. Je nach Anbieter ist darüber hinaus kein zusätzliches Personal für den Betrieb der Anlage notwendig. Die wirtschaftliche Herausforderung dieses Ansatzes liegt vielmehr in der Aufgabe, aus der niedrigeren Phosphor-Konzentration des Klärschlammes eine hohe Phosphorquote und somit eine große Menge an Rezyklat zu erwirtschaften.

Nachhaltigkeit | Dieser Ansatz zeichnet sich durch seine besonders nachhaltige und ressourcenschonende Technologie aus, da hier die Abwärme der Rückgewinnungsanlage zur vorgelagerten Trocknung des Klärschlammes nutzbar gemacht werden kann. Darüber hinaus entfallen, im Vergleich zur Monoverbrennung, durch die direkte Integration an der Kläranlage die aufwendigen nachgelagerten Transportwege sowie die Lärm- und Schmutzbelastung für Anwohner:innen, sodass dieses Konzept mit einem geringen CO₂-Fußabdruck punktet.



Vorteile:

- » Schont Ressourcen und Umwelt nachhaltig
- » Langfristig kostengünstiger
- » Regional und von Dritten unabhängig



Nachteile:

- » Rückgewinnungsquote liegt bei rund 50 Prozent und max. bis zu 80 Prozent
- » Bestehende Kläranlagen müssen genug Freifläche für eine Rückgewinnungsanlage aufweisen
- » Ggf. zusätzlicher Personalbedarf

¹³ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Recyclingphosphate in der Düngung – Nutzen und Grenzen. Standpunkt des Wissenschaftlichen Beirats für Düngungsfragen. In: BMEL, Publikationen. Februar 2020. URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/duengung/recyclingphosphate.html [Zugriff am 22.06.2021.]

Kurzvergleich der beiden wichtigsten Lösungsansätze

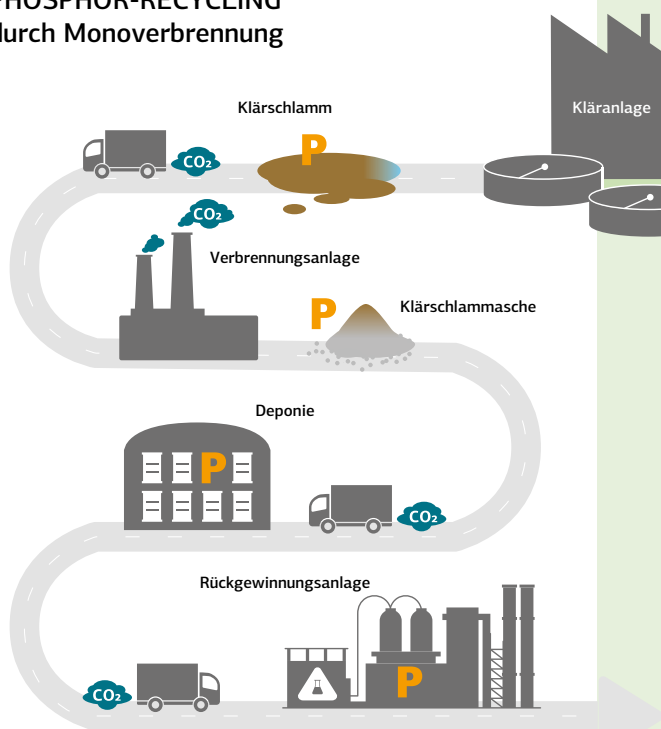
PHOSPHOR-RECYCLING DURCH MONOVERBRENNUNG

Für die nachgelagerte Rückgewinnung aus der Klärschlamm- asche ist zunächst die sortenreine Verbrennung von Klärschlamm in einer Monoverbrennungsanlage notwendig. Die Herausforderung liegt allerdings in einer aufwendigen Prozesskette, die erst bei hohen Verwertungskapazitäten wirtschaftlich wird. Zahlreiche Transporte zu zentralen Anlagen sind daher in diesem Verfahrensansatz notwendig, was wiederum mit erhöhten CO₂-Emissionen verbunden ist. Erst durch den hohen Einsatz von Chemikalien wird bei diesem Verfahrensansatz die nachgelagerte Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm- asche möglich. Die mögliche sortenreine Deponierung der Klärschlamm- asche als Zwischenlösung umgeht die Rückgewinnung nicht. Dies ist nur ein weiterer Kostenfaktor mit negativen Auswirkungen für die Umwelt.

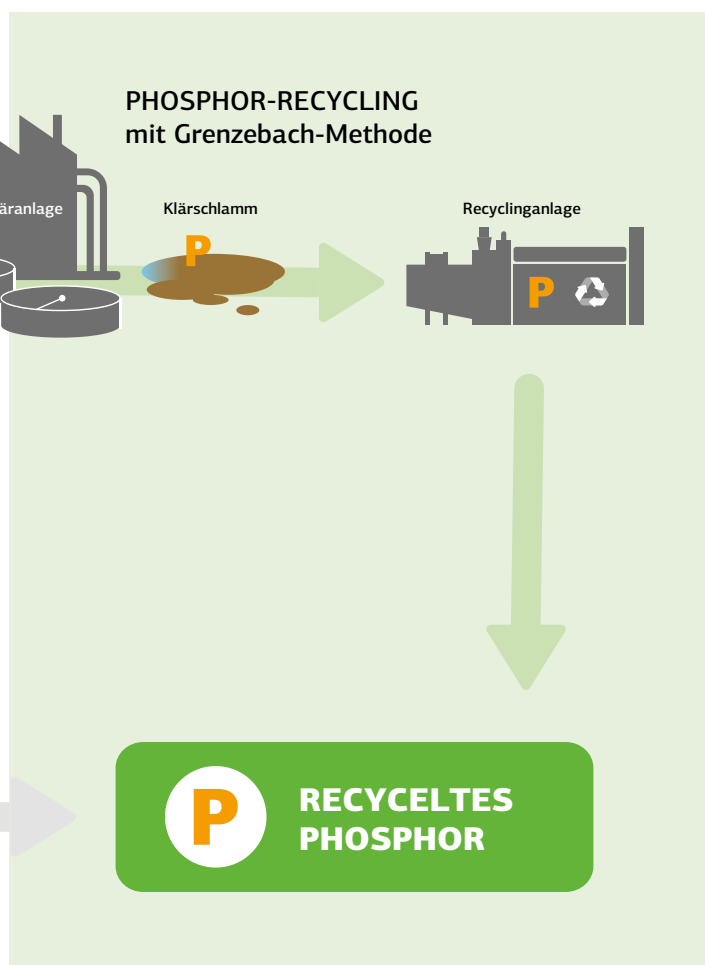
PHOSPHOR-RECYCLING AUS KLÄRSCHLAMM

Die direkte Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm bietet Kommunen einen regional orientierten und unabhängigen Lösungsweg: Implementiert an der Kläranlage wird über die Recycling-Anlage aus dem entwässerten Klärschlamm Phosphor zurückgewonnen. Ein besonders effizienter und nachhaltiger Weg, der hohe Transportkosten vermeidet und damit verbundene CO₂-Emissionen gar nicht erst entstehen lässt. Durch das geringe Anlagen-Ausmaß, vergleichbar mit den Abmessungen eines Handballfeldes, punktet dieser Ansatz zusätzlich durch seinen geringen Flächenbedarf und bietet kleineren, lokalen Anlagen einen praxistauglichen Lösungsweg.

PHOSPHOR-RECYCLING durch Monoverbrennung



PHOSPHOR-RECYCLING mit Grenzebach-Methode



Anhang

Phosphor-Fakten¹⁴

Phosphor ist essenziell für das Leben auf unserer Erde – weder Flora noch Fauna kommen ohne ihn aus.

- » Phosphate sind elementar für die DNA und den Energiestoffwechsel von Zellen
- » Anorganische Phosphatverbindungen sind unverzichtbar für Knochen und Zähne
- » Als Dünger in der Landwirtschaft trägt der Mineralstoff zu einem ertragreichen Wachstum von Pflanzen bei

Doch: Die weltweiten Phosphor-Reserven sind endlich und nicht substituierbar.

100 PROZENT IMPORTABHÄNGIGKEIT

Phosphor wird durch den Abbau und die Verarbeitung von Phosphaterzen gewonnen. Über 90 Prozent der weltweiten Vorkommen konzentrieren sich auf wenige Länder in politisch oft instabilen Regionen. Weder Deutschland noch die EU (bis auf Finnland) weisen eigene Reserven auf. Aus diesem Grund setzte die EU-Kommission Phosphor bereits auf die Liste der kritischen Rohstoffe.

WELTWEITE NACHFRAGESTEIGERUNG

Um die globale Nahrungsproduktion sowie -versorgung der wachsenden Weltbevölkerung zu sichern, muss zukünftig vermehrt phosphathaltiger Dünger eingesetzt werden. Dies wird wiederum zu einer weltweiten Steigerung der Preise für Düngemittel und Agrarprodukte führen. Selbst Großproduzenten wie China und die USA sind gezwungen phosphathaltigen Dünger zu importieren, um den eigenen Bedarf zu decken. Lieferengpässe und Preisschwankungen von Phosphor sind die Folge.

STEIGENDE SCHADSTOFFBELASTUNGEN

Mit der weltweiten Nachfragesteigerung geht der Abbau von Phosphaterzen unter immer schwereren Bedingungen einher. Die Verunreinigung des Rohphosphats mit gesundheitsgefährdenden Metallen und radioaktiven Substanzen, beispielsweise Uran, nimmt bereits jetzt zu. Das macht den ohnehin schon raren Rohstoff unbrauchbar für Düngemittel und verschärft noch einmal die Gesamtsituation.

Die Menschheit muss Lösungen finden, um den mit Abstand wichtigsten Nähr- und Ausgangsstoff für Mensch, Tier und Natur langfristig verfügbar zu halten.

71.000.000 Tonnen

Phosphor-Reserven halten die abbauenden Länder 2020 weltweit.

97 %

der weltweiten Phosphaterz-Vorkommen befinden sich 2020 auf afrikanischem, asiatischem und amerikanischem Boden.

240.000.000 Tonnen

Phosphatminerale wurden 2019 weltweit in rund 40 Ländern abgebaut.

73 %

des jährlichen Phosphors stammte 2020 aus den USA, China, Marokko, Westsahara und Russland.

45.000.000 Tonnen

Phosphat wurden 2018 in Form mineralischen Düngemittels in der globalen Landwirtschaft eingesetzt, Tendenz steigend.

70 %

des weltweiten Phosphatdüngemittelverbrauchs fallen auf China, Indien, die USA und Brasilien.

80 %

des deutschen landwirtschaftlichen Düngemittels ist Mineraldünger, der auf importiertem Phosphor basiert.

1.700.000 Tonnen

Klärschlamm (Trockenmasse) fielen 2019 pro Jahr in Deutschland an.

50.000 Tonnen

Phosphor könnten pro Jahr aus diesem Klärschlamm zurückgeholt werden. Das entspricht circa 40 % des heute eingesetzten Phosphordüngers.

700 g

Phosphor benötigt jeder Erwachsene pro Jahr, davon scheidet er 1,8 g überwiegend über den Urin wieder aus.

¹⁴ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Recyclingphosphate in der Düngung – Nutzen und Grenzen. Standpunkt des Wissenschaftlichen Beirats für Düngungsfragen. In: BMEL, Publikationen. Februar 2020. URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/duengung/recyclingphosphate.html [Zugriff am 22.06.2021.]
Jasinski, Stephen M. (USGS): Phosphate Rock. In: Phosphate Rock Statistics and Information. Annual Publications. Mineral Commodity Summaries. Januar 2021. URL: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/phosphate-rock-statistics-and-information> [Zugriff am: 16.06.2021.]
Phosphate Rock Statistics and Information. Annual Publications. Mineral Commodity Summaries. Januar 2021. URL: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/phosphate-rock-statistics-and-information> [Zugriff am: 16.06.2021.]
Sonja Kind (TAB): Nachhaltige Phosphorversorgung. In: Themenkurzprofil. August 2020. URL: <https://www.tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/themen-profil/Themenkurzprofil-039.html> [Zugriff am: 23.06.2021.]
BMU, Statistisches Bundesamt: Entsorgungswege von Klärschlamm aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen 2019. In: Statistiken, Entsorgung und Verwertung von Klärschlamm. Juli 2021. URL: <https://www.bmu.de/themen/wasser-ressourcen-abfall/kreislaufwirtschaft/statistiken/klaerschlamm/entsorgung-und-verwertung-von-klaerschlamm> [Zugriff am: 15.10.2021.]

Gesetzliche Handlungsvorgaben in Deutschland

Städte und Gemeinden müssen Phosphor aus Klärschlamm rückgewinnen. Geregelt wird diese Maßnahme in der 2017 novellierten Klärschlammverordnung (AbfKlärV). Deutschland hat als eines der ersten Länder in Europa mit der neuen AbfKlärV gesetzlich die Weichen gestellt, den lebensnotwendigen Rohstoff über Rückgewinnungskonzepte aus Klärschlamm nachhaltig zu sichern und eine Kreislaufwirtschaft zu fördern.

Ob Kommunen unter die Recycling-Pflicht fallen, hängt nach § 3 Abs. 1 bis 4 AbfKlärV maßgeblich vom Phosphorgehalt des Klärschlamms und von der Ausbaugröße der Kläranlage ab. Grundsätzlich sind Klärschlambetreiber zur Phosphor-Rückgewinnung verpflichtet, sobald ihr Klärschlamm einen Phosphorgehalt von mehr als 20 Gramm pro Kilogramm (g P/kg) Trockenmasse (TR) aufweist. Ab 2029 greift diese Pflicht für Kläranlagen mit einem Einwohnerwert (EW) von mehr als 100.000. Für Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von mehr als 50.000 EW wird das Phosphor-Recycling ab 2032 zur Pflicht. Liegt der Phosphorgehalt des Klärschlamms unter der Grenze von 20 g P/kg, können die

Städte und Kommunen freiwillige Maßnahmen zur Phosphor-Rückgewinnung ergreifen. Steigen auch solche Kommunen früh in das Phosphor-Recycling ein, etablieren sie sich als Vorreiter für Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft. Mit ihrer Entscheidung können sie dazu beitragen, den lebenswichtigen Nährstoff auch für zukünftige Generationen zu bewahren.

Bei Rückgewinnungsverfahren, die Phosphor direkt aus Klärschlämmen recyceln, schreibt die Klärschlammverordnung eine Rückgewinnungsquote von mindestens 50 Prozent des Phosphorgehalts vor. Bei der Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlammasche steigt der Wert auf mindestens 80 Prozent des Phosphorgehalts. Soll Phosphor aus dem Abwasser zurückgewonnen werden, muss lediglich eine Rückgewinnungsquote von mindestens 15 Prozent erreicht werden.

Städte und Kommunen können frei wählen, welches Recycling-Verfahren sie nutzen möchten. Bis 2023 müssen sie der zuständigen Behörde jedoch einen Bericht über die geplante Maßnahme vorlegen.

Berichtspflicht	Übergangsfrist	Rückgewinnungspflicht für Größenklassen > 100.000 EW	Rückgewinnungspflicht für Größenklassen > 50.000 EW
Bis 31.12.2023 sind alle Anlagenbetreiber verpflichtet, der zuständigen Behörde einen Bericht über die geplanten Phosphor-Recycling-Maßnahmen vorzulegen.	In dieser Zeit besteht keine Pflicht zur Rückgewinnung, sie ist freiwillig. In diesem Zeitraum muss die Umsetzung der geplanten Maßnahme erfolgen.	Ab 2029 müssen alle Kläranlagen mit einer Größe > 100.000 EW, deren Klärschlamm einen Gehalt von mehr als 20 g P/kg TR übersteigt, Phosphor verpflichtend rückgewinnen.	Ab 2032 müssen alle Kläranlagen mit einer Größe > 50.000 EW, deren Klärschlamm einen Gehalt von mehr als 20 g P/kg TR übersteigt, Phosphor verpflichtend rückgewinnen.
bis 2023	bis 2029	ab 2029	ab 2032

Grenzebach BSH GmbH
Rudolf-Grenzebach-Straße 1
36251 Bad Hersfeld

Ansprechpartner
Michael Meyer
Telefon: +49 6621 81-3000
E-Mail: michael.meyer@grenzebach.com

Version 04|2022