

Umweltschonende Klärschlammverbrennung mit Phosphor-Recycling

Gelsenwasser setzt mit Partnern auf nachhaltige neue Technologie

Bei der Verwertung der rund 1,7 Millionen Tonnen Klärschlamm-trockenmasse aus kommunalen Kläranlagen drohen Engpässe. Die direkte landwirtschaftliche und landbauliche Nutzung des Schlammes ist in den letzten Jahren deutlich zurück gegangen. Die Verbrennung bleibt vielfach als einziger Weg. Ab spätestens 2029 muss Klärschlamm aus großen kommunalen Kläranlagen verbrannt und der darin enthaltene Phosphor zurückgewonnen werden. Heute fehlen sowohl für die erforderliche Monoverbrennung von Klärschlamm als auch für Phosphor-Recycling die notwendigen großtechnischen Kapazitäten.

Gelsenwasser reagiert auf die erkennbare Engpass-Situation durch frühzeitiges Bereitstellen von Kapazitäten der thermischen Verwertung. Dafür wird modernste, umweltverträgliche Technologie eingesetzt, die die Option zur hocheffizienten Rückgewinnung von Phosphor aus Asche ermöglicht. Der Einsatz eines Recycling-Verfahrens soll noch vor der gesetzlichen Verpflichtung im Jahr 2029 im großtechnischen Maßstab erfolgen. Als nachhaltig ausgerichtetes Unternehmen und Partner der Kommunen hat Gelsenwasser den Anspruch, die gesetzlichen Standards frühzeitig zu erfüllen.

Bei der Reinigung der Abwässer in kommunalen Kläranlagen fallen jährlich je Einwohnerwert 20 bis 30 kg Klärschlamm an. Deutschlandweit sind es jedes Jahr rund sieben Mio. Tonnen entwässerten Schlammes – das entspricht rund 1,7 Mio. Tonnen Klärschlamm-trockenmasse.

Zahlenbeispiel Klärschlammaufkommen in Deutschland

Sieben Mio. Tonnen entwässertes Klärschlamm entsprechen 280.000 LKW (Sattelaufleger) bei 25 t/LKW.

Bei 15 m/LKW entspricht das einer Strecke von 4.200 km, also einer Strecke von Kopenhagen bis Neapel und wieder zurück.

In den meisten Kläranlagen entsteht bei der Aufbereitung des Abwassers Schlamm in der Vorreinigung des Abwassers (Primärschlamm), nach der biologischen Reinigung in der Nachklärung (Sekundärschlamm) und – wenn diese Aufbereitungsstufe installiert ist – zusätzlich nach der Phosphatfällung (Tertiärschlamm).

Um das aus Kläranlagen in Gewässer ablaufende gereinigte Wasser möglichst frei von Nährstoffen und schädlichen Substanzen in den Kreislauf zurückzugeben, ist die Verfahrenstechnik der Abwasserreinigung darauf ausgelegt, die Wasserinhaltsstoffe weitgehend vollständig in den Schlämmen zu konzentrieren.

In weiteren Behandlungsschritten werden diese (Roh-)schlämme biologisch oder chemisch stabilisiert. Auf mittleren und großen Kläranlagen – in Deutschland sind das ca. 1.250 Stück – wird der Klärschlamm anaerob stabilisiert. Unter Luftabschluss wird die organische Masse in Faulgas umgewandelt. Das Gas wird für die Erzeugung von Strom und Prozesswärme genutzt. Ein erster Schritt, um den Wertstoff Klärschlamm zu nutzen.

Verwertung von Klärschlamm

Bis 2005 war die Deponierung von Klärschlamm erlaubt. Danach wurde der wesentliche Teil landwirtschaftlich bzw. landschaftsbaulich genutzt. So konnten die wertbestimmenden Bestandteile an Stickstoff und Phosphor den Pflanzen direkt als Nährstoff zur Verfügung gestellt werden. Kritisch diskutiert wurden aber immer wieder Begleitstoffe wie Schwermetalle oder Arzneimittelrückstände. Auch wenn Klärschlamm regelmäßig untersucht wird und in seiner Zusammensetzung mit anderen organischen Düngemitteln vergleichbar ist, hat der Gesetzgeber reagiert und die direkte bodenbezogene Verwertung ab 2029 drastisch eingeschränkt. Gleichzeitig verlangte er das Recycling von Phosphor aus Klärschlamm, da dieser essenzielle Nährstoff eine endliche Ressource ist.

Grafik: Anteile der Verwertungswege

Bei der bodenbezogenen Verwertung muss Klärschlamm sowohl düngerechtliche als auch abfallrechtliche Vorgaben erfüllen. Düngerechtlich sind dies die Düngemittelverordnung (DüMV), die das Inverkehrbringen von Düngemitteln regelt, sowie die Düngeverordnung (DüV), die den Einsatz von Düngemitteln regelt.

Klärschlämme erfüllen in der Regel die Anforderungen der DüMV. In Deutschland gibt es aber besonders in Regionen mit intensiver Viehhaltung und einer hohen Dichte an Biogasanlagen ein Überangebot an Nährstoffen aus Gülle und Gärrückständen. Besonders in diesen Regionen werden oft erhöhte Gehalte an Nitrat im Grundwasser ermittelt. Deshalb wurde die DüV 2017 novelliert, eine weitere Verschärfung gab es 2020. Klärschlamm spielt mengenmäßig im Vergleich zu Mist, Gülle und Gärrückständen eine absolut untergeordnete Rolle, nämlich knapp 2 %. Da Landwirte aber zuerst ihre eigenen Wirtschaftsdünger einsetzen, ist der Anteil von Klärschlamm an der bodenbezogenen Verwertung deutlich zurückgegangen.

Auch die abfallrechtlichen Vorgaben der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) haben zukünftig Einfluss auf die bodenbezogene Verwertung. Der Aspekt der Kläranlagengröße spielt dabei eine Rolle und ergibt sich aus der novellierten Klärschlammverordnung vom 03.10.2017, die wiederum aus dem Kreislaufwirtschaftsgesetz abgeleitet wurde. Schlämme aus Anlagen ab 100.000 Einwohnerwerten (EW) dürfen ab dem 1. Januar 2029 nicht mehr bodenbezogen verwertet werden; dieselbe Regelung gilt für Anlagen größer 50.000 Einwohnerwerte ab 1. Januar 2032. Je nach Kläranlagengröße müssen bestimmte Vorgaben erfüllt werden

Verwertung und Phosphor-Rückgewinnung – Vorgaben nach AbfKlärV

Grundsätzlich besteht für alle Kläranlagen ab dem 1.1.2029 die Pflicht zur Phosphorrückgewinnung. Alternativ kann der Klärschlamm bodenbezogen verwertet werden. Hierfür gelten folgende Vorgaben:

KA > 100.000 EW:

Bis 01.01.2029 bodenbezogene Verwertung von Klärschlamm zulässig

KA > 50.000 EW:

Bis 01.01.2032 bodenbezogene Verwertung von Klärschlämmen zulässig

KA ≤ 50.000 EW:

unbefristete bodenbezogene Verwertung von Klärschlämmen zulässig

Phosphor-Recycling

Aus Klärschlämmen mit einem P-Gehalt von ≥ 20 g pro kg TM (bzw. ≥ 2 %) muss Phosphor zurückgewonnen werden.

Bei Phosphorrückgewinnung aus dem Klärschlamm: geforderte Quote min. 50 %. oder Abminderung des P-Gehalts unter 20 g/kg TM. Bei Phosphor-Rückgewinnung im Rahmen der Abwasserreinigung muss der daraus gewonnenen Klärschlamm unter 20 g/kg TM aufweisen.

Bei Phosphor-Rückgewinnung aus der Klärschlammasche: geforderte Quote min. 80 %
 Quelle: Klärschlammverordnung AbfKlärV vom 03.10.2017

Kreislaufwirtschaft: Verpflichtende Rückgewinnung von Phosphor

Der thermische Behandlungsweg wird im Prinzip durch den Phosphorgehalt des Klärschlammes bestimmt. Aus Schlämmen, die 20 g P pro kg Schlamm (bezogen auf die Trockenmasse), bzw. mehr als 2 Prozent enthalten, ist der Phosphor zurückzugewinnen. Der bevorzugte Weg ist die thermische Vorbehandlung in einer Mono-Verbrennungsanlage, weil hierbei die Konzentration des Phosphors in der Asche sehr viel höher als bei anderen Verfahren ist und auch Quoten jenseits der gesetzlich geforderten 80 Prozent erreicht werden können. Somit stellt die Monoverbrennung den wirtschaftlichsten und gleichzeitig technisch ausgereiftesten Weg dar. Allerdings sind Verfahren zur Phosphor-Rückgewinnung derzeit noch in der Erprobung. Entsprechende Anlagen sind noch nicht in Betrieb.

Nur phosphorarme Klärschlämme können ab 2029 zur Mitverbrennung in Kraftwerke, Müllverbrennungsanlagen oder Zementwerke gegeben werden.

Einen Vorteil hat die Verbrennung von Klärschlamm in jedem Fall: Der Prozess kann in der Regel energieautark betrieben werden. Dadurch spart man den Einsatz fossiler Brennstoffe ein, denn ausgefault, entwässert und anschließend getrockneter Schlamm hat einen Heizwert, der etwa dem von Braunkohle entspricht (10.000 bis 12.000 kJ/kg). Die Wärmeenergie, die beim Verbrennen entsteht, kann zur Trocknung genutzt werden.

Organische Schadstoffe werden bei der Verbrennung zerstört, Schwermetalle in der Asche konzentriert. Das Volumen wird erheblich reduziert, die Asche kann so auf Deponien gelagert oder direkt dem Phosphorrecycling zugeführt werden.

Derzeit stehen deutschlandweit Verbrennungsanlagen mit einer Kapazität von 1,475 Mio. Tonnen (TS) zur Verfügung (Stand 2018), 545.000 Tonnen können davon in Monoverbrennungsanlagen behandelt werden. Bis 2034 sollen diese Verbrennungskapazitäten im Bestand (Ausweitung bestehender Anlagen) insgesamt um 160.000 Tonnen wachsen. Für weitere rund 400.000 Tonnen gibt es Hinweise auf Planungen.

Über die Hälfte der Verbrennungskapazitäten sind aktuell in der Mitverbrennung in Kraftwerken, Müllverbrennungsanlagen und Zementwerken zu finden. Dabei wird gerade die Mitverbrennung in Braunkohle- und Steinkohlekraftwerken zum größten Teil wegfallen, wenn die Kraftwerke wegen des beschlossenen Kohleausstiegs vom Netz gehen. Diese Klärschlamm-mengen werden zusätzlich überwiegend in Monoverbrennungsanlagen zu behandeln sein.

Es zeichnet sich also deutschlandweit ein Engpass ab:

	2018	2034
Mitverbrennung	737.430	224.540
Monoverbrennung	544.920	1.097.800
Gesamtkapazität	1.282.350	1.322.340
Gesamtbedarf *	1.475.000	1.645.000
Fehlende Kapazität	192.650	322.660

*(Gesamtmenge abzgl. Bodenbezogener Verwertung)

Angaben in Tonnen Trockensubstanz (Quelle: Langenohl, 2019)

Gelsenwasser schafft Kapazitäten – zwei hochmoderne Anlagen zur Klärschlammverbrennung

Angesichts des erkennbaren Engpasses an Verbrennungsmöglichkeiten will Gelsenwasser mit Partnern bis 2024 zwei Anlagen zur Monoverbrennung mit einer Gesamtkapazität von 115.000 Tonnen Klärschlamm-trockenmasse realisieren. Während am Standort Bitterfeld im dortigen Chemiepark der Bau fortgeschritten ist, laufen die Planungen für eine weitere Anlage in Bremen auf Hochtouren.

Standort	Kapazität t TM	Geplante Inbetriebnahme
Bitterfeld	60.000	III/2021
Bremen	55.000	III/2022

Reiner Phosphor aus Klärschlammasche: Ash2®Phos

Um den zunehmend wertvoller werdenden Rohstoff Phosphor zurückzugewinnen und damit die Abhängigkeit von den weltweiten Monopolen der Phosphor produzierenden Länder zu verringern, sollen entsprechend lohnende Phosphormengen aus Klärschlamm zurückgewonnen werden. Rund 50.000 Tonnen Phosphor will man deutschlandweit auf diese Weise im Kreislauf halten; das entspricht nach Schätzungen des Umweltbundesamtes (UBA) etwa 40 Prozent des gegenwärtigen Jahresbedarfs der deutschen Landwirtschaft.

Übliche chemische Zusammensetzung von Klärschlammasche (unvollständige Analyse)

Aluminium (Al)	3-4 %
Calcium (Ca)	10-12 %
Eisen (Fe)	10-12 %
Kalium (K)	1-2 %
Magnesium (Mg)	2 %
Phosphor (P)	8-10 %
Silizium (Si)	15-16 %
Chlor (Cl), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Natrium (Na), Nickel (Ni), Blei (Pb), Schwefel (S), Strontium (Sr), Titan (Ti), Zink (Zn)	In kleineren Konzentrationen

Gelsenwasser wird entsprechend der nachhaltigen Unternehmensausrichtung Techniken anwenden, die umweltverträglich und effizient arbeiten. Bei der Verfahrenstechnik für die Rückgewinnung des Wertstoffs Phosphor aus der Asche setzt Gelsenwasser auf eines der dabei weltweit führenden Unternehmen, den schwedischen Konzern Ragn-Sells und sein Verfahren Ash2®Phos.

Beim Ash2®Phos-Verfahren (sprich: Ash to Phos; deutsch: Asche zu Phosphor) erfolgt zunächst ein Aufschluss der Asche in Säure. Auf diese Weise kann der Rest-Sandgehalt abgetrennt werden, anschließend erfolgt eine Separation der einzelnen Fraktionen. Als Nebenprodukte entstehen Salze auf der Basis von Eisen bzw. Aluminium, die als Fällmittel in der Wasseraufbereitung oder in Abwasserreinigungsprozessen eingesetzt werden können. Als Hauptprodukt entsteht sehr reines Calciumphosphat, das u.a. in der Düngemittelproduktion weiterverarbeitet werden kann. Die Schwermetalle werden effizient und nahezu vollständig abgeschieden und sind separat zu entsorgen. Für die Restasche – sog. Silica-Sand -, bietet sich eine Verwertung in der Baustoffindustrie an. In einer weltweit ersten Demonstrationsanlage in der Region Mitteldeutschland wollen Gelsenwasser und Ragn-Sells die Wirksamkeit und Effizienz des Verfahrens erstmals großtechnisch einsetzen und hochreine Phosphate erzeugen, die unmittelbar zur Verarbeitung geeignet sind. Die Planungen für die Anlage laufen auf Hochtouren.

Bei Ash2®Phos werden die geforderten Recycling-Quoten – für die Rückgewinnung aus thermisch behandeltem Klärschlamm gelten als Minimum 80 % – zuverlässig erfüllt.

Ash2®Phos erzielt reale Recycling-Quoten von über 90 % bei gleichzeitiger zuverlässiger Dekontamination der Rezyklate.

Das Ash2®Phos-Verfahren ist aus Sicht der Gelsenwasser-Fachleute das aussichtsreichste und wirtschaftlichste. Es beschränkt sich nicht auf eine teilweise Rückgewinnung des Phosphors, erzielt sehr hohe Recycling-Quoten und entgiftet den Stoffkreislauf durch definierte Fraktionierung. Deshalb werden Gelsenwasser und Ragn-Sells das Verfahren zunächst in Mitteldeutschland zur Anwendung bringen, später sollen weitere, größere Anlagen in Deutschland errichtet werden.

Ihre Ansprechpartner

fachlich:

Christoph Ontyd

Christoph.Ontyd@Gelsenwasser.de, Tel. 0209 708-356

Tim Bunthoff

Tim.Bunthoff@Gelsenwasser.de, Tel. 0209 708-1916

redaktionell:

Heidrun Becker

Heidrun.Becker@gelsenwasser.de, Tel. 0209 708-247

GELSENWASSER AG

Willy-Brandt-Allee 26

45891 Gelsenkirchen

0209 708-0

www.gelsenwasser.de