

WASSER



ABFALL

■ POSITIONSPAPIERE

des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV)

ÖWAV-Positionspapier

Klärschlamm als Ressource

Wien, September 2014

Diese Publikation ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit.

Diese Publikation ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für eine fachgerechte Lösung. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall. Eine etwaige Haftung der Urheber ist ausgeschlossen.

Impressum

Medieninhaber und Verleger: Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien

Hersteller: Druckerei Fischer KG, Wien

Es wird darauf hingewiesen, dass sämtliche Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Autoren oder des Verlages ausgeschlossen ist.

Dieses Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung, und Übersetzung werden ausdrücklich vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Redaktion, Satz und Layout: Mag. Fritz Randl (ÖWAV)

© 2014 by Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband.

RESSOURCE KLÄRSCHLAMM VERANTWORTUNGSVOLL NUTZEN

Klärschlamm ist nicht nur ein Überschussprodukt der Abwasserreinigung, er ist auch eine Ressource mit wertvollen Inhaltsstoffen. Der Arbeitsausschuss „Klärschlammplattform“ des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV) hat daher eine Arbeitsgruppe mit dem Ziel eingerichtet, ein Positionspapier zum Thema „Klärschlamm als Ressource“ zu erstellen.

So sind in den Klärschlämmen von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen relevante Mengen an Phosphor enthalten, die derzeit nur zu einem geringen Anteil genutzt werden. Phosphor gilt als eine begrenzte, nicht substituierbare Ressource, die für die Sicherung der Nahrungsproduktion auf nationaler und globaler Ebene unverzichtbar ist. Eine weitgehende Nutzung dieses Phosphors kann jedoch nur in Übereinstimmung mit den abfallwirtschaftlichen Zielen „Schutz von Mensch und Umwelt“ und „Schonung der Ressourcen“ verfolgt werden.

Das Positionspapier behandelt die Ressourcenpotenziale des Klärschlammes, die anorganischen und organischen Verunreinigungen und die Verfahren zur Nutzung der Wertstoffe des Klärschlammes. Es bringt eine technisch-naturwissenschaftliche Bewertung der Nutzungsoptionen und gibt einen Überblick über internationale Entwicklungen. Abschließend werden Empfehlungen für die künftige Nutzung von Klärschlamm abgegeben.

Wien, im September 2014

ÖSTERREICHISCHER
WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFTSVERBAND

Der Präsident des ÖWAV



HR DI Johann Wiedner



ÖWAV-Positionspapier

Klärschlamm als Ressource

1. RESSOURCENPOTENZIALE IM KLÄRSCHLAMM UND DEREN RELEVANZ

Das Ressourcenpotenzial eines Abfalls lässt sich durch den Vergleich mit geeigneten nationalen oder regionalen Energie- und Stoffflüssen bzw. -lagern (in den Böden) feststellen. Im Falle des Klärschlammes werden in der Regel die Nährstoffe Stickstoff, Phosphor, Schwefel und Calcium (Grundgehalt) sowie der Energiegehalt als potenzielle Ressourcen angeführt; weiters ein positiver Beitrag zur Fixierung von CO₂ durch Humusbildung im Falle der Ausbringung auf den Boden. Dieses Positionspapier bezieht sich auf kommunale Klärschlämme sowie Klärschlämme aus Industrie und Gewerbe, die in ihrer Zusammensetzung mit diesen vergleichbar sind.

1.1. Nährstoffe und Kalk

Der jährlich in Österreich anfallende kommunale Klärschlamm enthält ca. 6.500 t Phosphor (14.700 t P₂O₅), das entspricht ca. einem Drittel des durchschnittlich in den Jahren 2002 bis 2007 über Handelsdünger in den Verkehr gebrachten Phosphors. In den letzten Jahrzehnten hat sich die Fracht an Phosphor im Klärschlamm jener in den Handelsdüngern immer mehr angenähert (Abb. 1). Im Zeitraum 2004 bis 2008 wurden ca. 1.100 t P/a über eine direkte landwirtschaftliche Klärschlammverwertung zugeführt (Abb. 2). Weitere ca. 800 t P/a aus dem Klärschlamm wurden in Form von Klärschlammkomposten (als Teil der „organ. Dünger LW“ in Abb. 2) auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht. Damit erreichen zurzeit knapp 30 % des im kommunalen Klärschlamm enthaltenen P landwirtschaftliche Böden. Ca. 800 t P/a aus dem Klärschlamm sind in Substraten für den Landschaftsbau enthalten. Für Stickstoff kann der Klärschlamm deutlich weniger als 10 % des Einsatzes an Handelsdüngern substituieren.

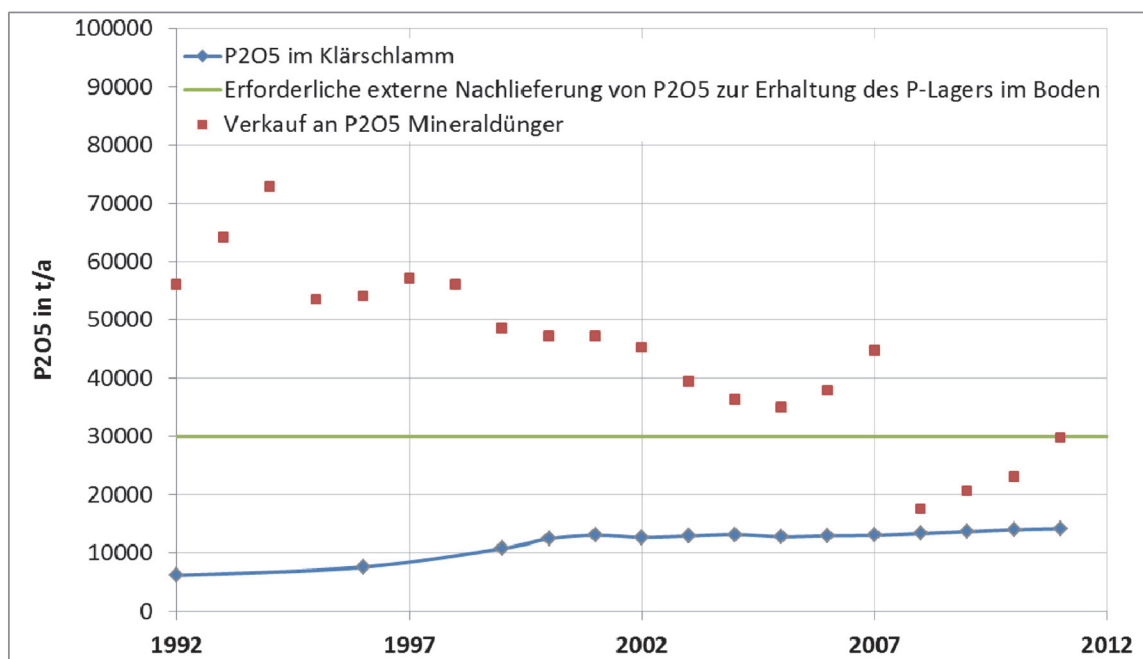


Abb. 1 Entwicklung der Phosphorfracht im Klärschlamm und Handelsdünger Österreichs.

Der CaO-Gehalt nicht gekalkter Klärschlämme liegt bei ca. 15 kg CaO/t TS. Hohe Kalkgehalte von bis zu 400 kg/t TS finden sich in Klärschlämgen dann, wenn diese bei der Entwässerung oder zur Hygienisierung eingesetzt werden. Solche Schlämme sind also hauptsächlich zur Aufkalkung der Böden geeignet.

Bei Aufbringung von nicht gekalktem Schlamm kann auf einer Fläche mit Kalkbedarf etwa 50 % der jährlich benötigten Kalkmenge zur Verfügung gestellt werden, da die Ausbringungsmenge üblicherweise durch den P-Gehalt begrenzt wird. Insgesamt enthält der Klärschlamm ohne Kalkzugabe bei der Entwässerung etwa 8 % des in Österreich zur Erhaltungskalkung auf landwirtschaftlichen Flächen benötigten Kalks. Es gibt in Österreich nur wenige landwirtschaftliche Flächen ohne Kalkbedarf.

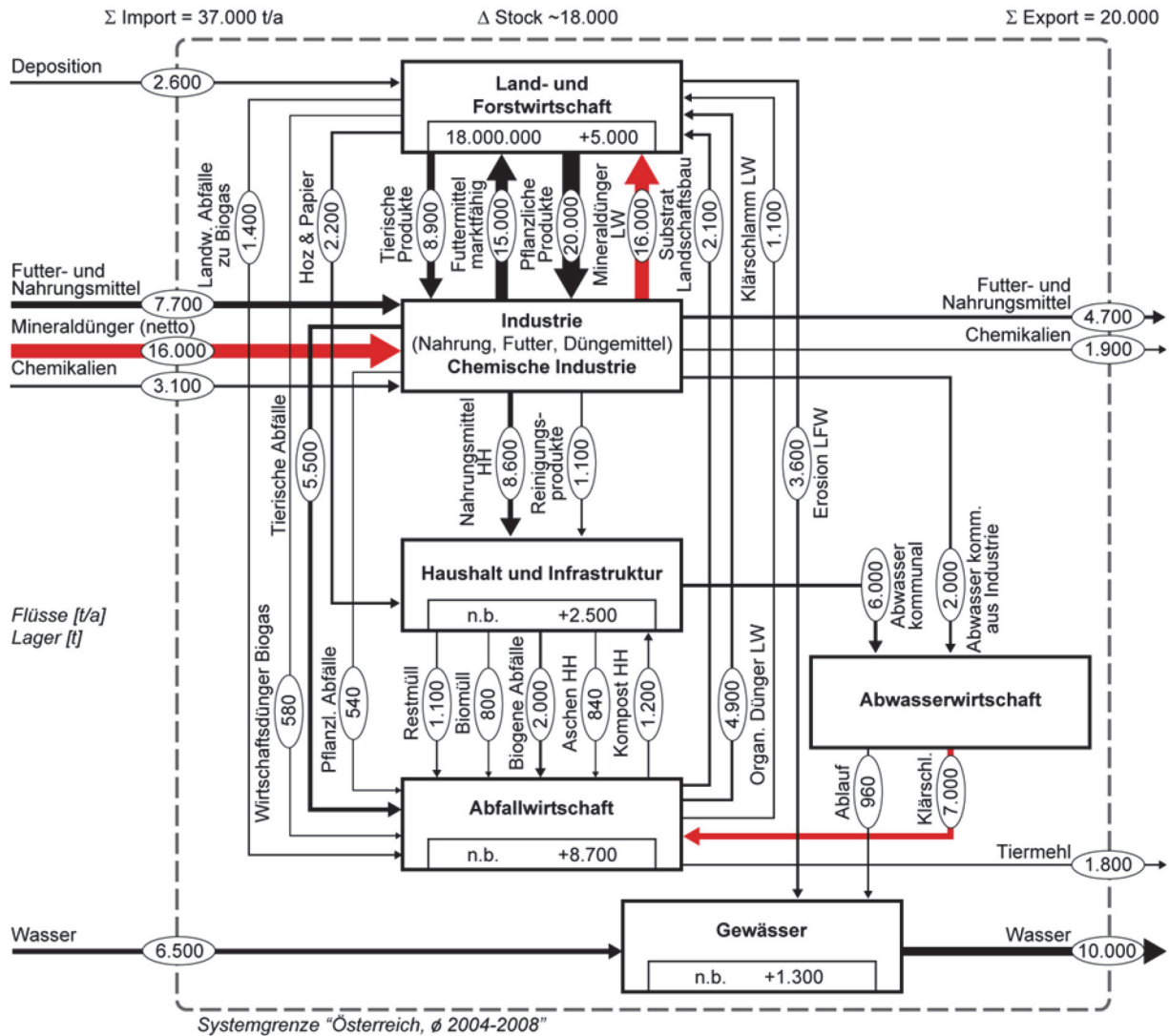


Abb. 2 Vereinfachte P-Bilanz Österreichs für die Jahre 2004 bis 2008.

1.2. Schwefel

Schwefel zählt zu den Hauptnährstoffen der Pflanzen. Seit es für Kraftwerke strengere Abgasvorschriften gibt, wird auf landwirtschaftlichen Flächen zunehmend Schwefelmangel festgestellt (früher wurden die Felder durch die Abgase der Verbrennungsindustrie aus der Luft und über den sauren Regen quasi kostenlos mit Schwefel versorgt). Schwefel wird dem Boden mit jeder Ernte entzogen. Dieser Entzug muss über eine Düngung wieder ausgeglichen werden. Mit Klärschlamm kann der Bedarf auf der mit Klärschlamm beaufschlagten Fläche annähernd gedeckt werden. Insgesamt könnte über den Klärschlamm bei voller Ausnutzung 25 % der auf österreichischen Flächen aus Handelsdüngemitteln benötigten Schwefelmengen abgedeckt werden.

1.3. Humusbildungspotenzial und Klimarelevanz

Das Humusbildungspotenzial von Klärschlamm liegt im Bereich (bzw. etwas darunter) anderer organischer Dünger wie Stroh, Gülle und Stallmist. Das Gesamtaufkommen dieser Dünger übersteigt den Klärschlammanteil um mehr als eine Größenordnung (bez. auf die organische Substanz). Eine andere Abschätzung zeigt, dass Klärschlamm < 1% des Bedarfs der landwirtschaftlichen Böden an organischer Substanz abdecken kann. Bei Klärschlammkomposten können zwischen 10 und 13 % des Inputkohlenstoffs in die Kompostierung schon vor der Aufbringung auf den Boden in Form von Huminstoffen fixiert werden. Versuche haben gezeigt, dass der Kohlenstoff dieser Humifizierung sowohl aus dem Strukturmaterial als auch aus dem Klärschlamm selbst stammt, eine genaue Zuordnung ist aber nicht bekannt.

Insgesamt ist für Österreich das Humusbildungspotenzial von Klärschlamm jedoch vernachlässigbar. Gleiches gilt für die CO₂-Bindung in Hinblick auf die Klimarelevanz.

1.4. Energetisches Potenzial

In Österreich fallen jährlich rund 260.000 t (TS) Klärschlamm an. Diese entsprechen einem max. möglichen Energiepotenzial von 4,4 PJ/a, wovon bereits ca. 50 % über das Faulgas genutzt werden. Die jährlich in Österreich anfallenden brennbaren Abfälle haben dem gegenüber einen Energieinhalt von ca. 110 PJ/a. Der österreichische Inlandsverbrauch an fossilen Energieträgern lag 2008 bei etwas über 1.000 PJ. Der Klärschlamm ist damit energetisch gesehen von geringer Relevanz. Berücksichtigt man den hohen Wassergehalt von Klärschlamm und den damit verbundenen niedrigen Heizwert, so fällt die Gesamtenergiebilanz der energetischen Klärschlammnutzung je nach Verfahren und Nutzungsart entweder leicht positiv oder negativ aus. Dies gilt auch für die Mitverbrennung. Für die gesamtwirtschaftliche Energiebilanz ist die energetische Nutzung des Klärschlammes damit ohne Bedeutung.

2. VERUNREINIGUNGEN DES KLÄRSCHLAMMS UND DEREN RELEVANZ

2.1. Anorganische Verunreinigungen

2.1.1. Schwermetalle

Ausgewählte Metalle zählen zu den potenziell schädlichen Inhaltsstoffen im Klärschlamm und werden verkürzt als „Schwermetalle“ zusammengefasst. Grenzwertregelungen finden sich dabei in Bodenschutzgesetzen und Klärschlammverordnungen insbesondere für Cd, Hg, Pb sowie Cr, Cu, Ni und Zn, wobei letztere aus Sicht der Pflanzenernährung auch zu den essenziellen Spurenelementen zu zählen sind.

Vermeidungsmaßnahmen und Effizienzsteigerung in der Produktion und Vorreinigung von gewerblichem/industriellem Abwasser aufgrund gesetzlicher Vorgaben haben zu einer deutlichen Reduktion (tw. bis zu 90 %) der Schwermetallkonzentrationen in Klärschlämmen geführt. Zusätzlich ergeben sich aus der sachgerechten Anwendung von Klärschlämmen, die die Begrenzung von P- und N-Frachten berücksichtigt, geringere Gesamtfrachten und damit ein rückläufiges Risiko der Erhöhung von Schwermetallgehalten in Böden. Bei der Beurteilung der Klärschlammqualität für eine landwirtschaftliche Nutzung haben Schwermetallgehalte, die i. d. R. weit unterhalb der derzeitigen Grenzwerte liegen, daher weitgehend an Bedeutung verloren.

2.1.2. Nano-Partikel

Der vermehrte technische Einsatz nanoskalierter Partikel (z. B. Titan, Cer, Silber) in Kunststoffen, Farben und auf Oberflächen hat zu ersten wissenschaftlichen Untersuchungen über deren Verbleib im Klärschlamm und die mögliche Bioverfügbarkeit bei einer stofflichen Verwertung von Klärschlämmen geführt. Bisher vorliegende Ergebnisse zeigen, dass ein Großteil der im Abwasser enthaltenen Nanopartikel im Klärschlamm zurückgehalten wird.

Über das Verhalten von Nanopartikeln im Zuge der Klärschlammbehandlung (schließt auch die thermische Behandlung mit ein) und deren möglichen Transfer in Pflanzen und Grundwasser liegen derzeit noch keine gesicherten Grundlagen für eine Risikobewertung vor. Für den Menschen ist eine Exposition hauptsächlich über den inhalatorischen Pfad aus der Herstellung und dem Abrieb von Oberflächen zu erwarten. Forschungsbedarf besteht insbesondere im Zusammenhang mit dem Einsatz von Titanoxid-Nanopartikeln auf sogenannten „selbstreinigenden“ Oberflächen und dem Verbleib dieser Nanopartikel während des gesamten Produktlebenszyklus.

2.2. Organische Verunreinigungen

2.2.1. Organische Mikroverunreinigungen

Die Wiederauffindungsrate einzelner organischer Stoffe (AOX, PCDD/PCDF, PCB, PAK, PFT, Zinnorganika, endokrin wirksame Substanzen usw.) bzw. ihrer Metaboliten im Klärschlamm und insbesondere die Frage, welche davon zukünftig mittels Grenzwertregimen reguliert werden müssen, sind die wesentlichen Aspekte in der schadstoffbezogenen Diskussion zur Klärschlammqualität.

Gleichzeitig wird versucht, über gesetzliche Maßnahmen (z. B. REACH) spezifische Stoffverbote und Zulassungsregime für Produkte und deren stoffliche Zusammensetzung durchzusetzen. Diese Maßnahmen orientieren sich auch an ökotoxikologischen Kriterien und es werden bereits an der „Quelle“ Vermeidungs- und Reduktionsmaßnahmen gesetzt. Dadurch soll eine Abnahme schädlicher organischer Verunreinigungen im Abwasser und im Klärschlamm erreicht werden.

Unzureichende Test- und Bewertungsverfahren für die Bodenbiozönose und den Wirkungspfad Boden-Pflanze-Tier-Mensch sowie die Vielzahl vorhandener und beständig neu entwickelter organischer Verbindungen machen eine vollständige einzelstoffliche Risikobewertung unmöglich. Aufgrund des Vorsorgeprinzips sind deshalb große Sicherheitsfaktoren bei der Festlegung von Grenz-/Richtwerten zu berücksichtigen.

Die spezifischen Frachten an Mikroverunreinigungen aus einer Klärschlammdüngung übersteigen jene aus diffusen Einträgen um ein Vielfaches. Untersuchungen der Konzentrationen von organischen Mikroverunreinigungen in den Böden zeigen, dass die Konzentrationen in der Regel jedoch durch die Metabolisierung wieder auf das Konzentrationsniveau der Hintergrundbelastung absinken.

2.2.2. Pathogene Keime

Klärschlamm enthält eine große Bandbreite pathogener Organismen wie Viren, Bakterien, Parasiten und Darmwürmer, die bei unsachgemäßer Anwendung ein seuchenhygienisches Risiko darstellen.

Die Schlammstabilisierung sowie die Zugabe von Kalkhydrat führen bereits zu einer deutlichen Keimreduktion im Klärschlamm und gelten daher in Kombination mit der sofortigen Einarbeitung in den Boden als eine Voraussetzung für die ordnungsgemäße landwirtschaftliche Klärschlammverwertung.

Zur Erfüllung strengerer hygienischer Anforderungen, z. B. bei der Anwendung auf Grünlandflächen, sind zusätzliche Behandlungsmaßnahmen wie Pasteurisierung oder Kompostierung erforderlich, um das Risiko einer Übertragung auf Mensch oder Tier weiter zu verringern.

Die ordnungsgemäße landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlämmen konnte bisher nicht mit einem erhöhten – keimbedingten – Gesundheitsrisiko für Konsumenten der auf diesen Flächen angebauten landwirtschaftlichen Produkte in Verbindung gebracht werden. Trotzdem führte die Hygiene-Diskussion in einigen europäischen Ländern dazu, dass die landwirtschaftliche Nutzung von Klärschlämmen gänzlich untersagt wurde.

Zum Schutz des Betriebspersonals von Klärschlammbehandlungsanlagen sind jedenfalls organisatorische und technische Maßnahmen einzuhalten.

3. VERFAHREN ZUR NUTZUNG DER WERTSTOFFE DES KLÄRSCHLAMMS

Der EU-Abfallrahmenrichtlinie bzw. dem österreichischen Abfallwirtschaftsgesetz liegt folgende Hierarchie zugrunde:

1. Abfallvermeidung,
2. Vorbereitung zur Wiederverwertung,
3. Recycling,
4. sonstige Verwertung, z. B. energetische Verwertung,
5. Beseitigung.

Bei der Anwendung dieser Hierarchie sind die Ziele des AWG und u. a. die ökologische Zweckmäßigkeit und technische Möglichkeiten zu berücksichtigen.

In Anhang 2 der AWG-Novelle 2010 werden Behandlungsverfahren definiert. Dabei wird zwischen Verwertungs- und Beseitigungsverfahren unterschieden.

Verwertungsverfahren für Klärschlamm sind z. B.:

- R1 Hauptverwendung als Brennstoff oder als anderes Mittel der Energieerzeugung in Anlagen, deren Energieeffizienz entsprechend nachgewiesen ist.
- R3 Recycling/Rückgewinnung organischer Stoffe, die nicht als Lösemittel verwendet werden (einschließlich der Kompostierung und sonstiger biologischer Umwandlungsverfahren).
- R10 Aufbringung auf den Boden zum Nutzen der Landwirtschaft oder zur ökologischen Verbesserung.

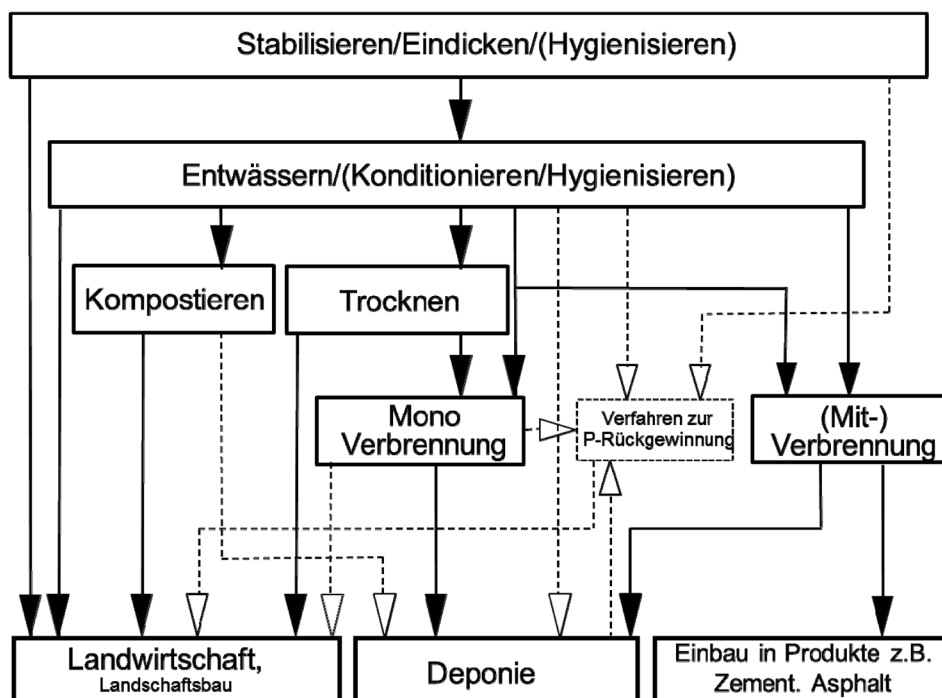


Abb. 3 Mögliche Kombinationen von (Vor-)Behandlungs-, Verwertungs- und Beseitigungsschritten für Klärschlamm

Beseitigungsverfahren für Klärschlamm sind z. B.:

- D1 Ablagerung in oder auf den Boden (Deponien etc.). Anm.: Diese Ablagerung ist in Österreich für Klärschlamm nur nach entsprechender Vorbehandlung (z. B. Verbrennung) zulässig.
- D8 Biologische Behandlung, die nicht an anderer Stelle im Anhang 2 des AWG beschrieben ist und durch die Endverbindungen oder Gemische entstehen, die mit einem anderen Beseitigungsverfahren entsorgt werden.
- D10 Verbrennung an Land.

Die möglichen Kombinationen von (Vor-)Behandlungs-, Verwertungs- und Beseitigungsschritten für Klärschlamm sind in Abb. 2 im Überblick dargestellt.

3.1. Stoffliche Verwertung des Klärschlammes

a) Direkte Verwertung des Klärschlammes

Klärschlamm findet Verwendung durch Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen oder im Rahmen des Landschaftsbaus. Für eine landwirtschaftliche Verwertung ist eine entsprechende Stabilisierung (Reduktion der oTS) und Eindickung (Abtrennung des Schlammwassers auf einen Trockensubstanzgehalt von etwa 5 %) des Schlammes jedenfalls erforderlich. Darüber hinaus kann der Schlamm in entwässertem (TS 20 – 45 %), getrockneter (TS > 60 %) oder kompostierter Form angewendet werden. Zulässige Anwendungen sowie Anwendungsbeschränkungen und Verbote sind in der Kompostverordnung des Bundes und in den Bodenschutzgesetzen und Klärschlammverordnungen der Bundesländer unterschiedlich geregelt, dabei ist für bestimmte Anwendungsbereiche eine Hygienisierung (verfahrenstechnische Reduktion des Gehaltes an Krankheitserregern) Voraussetzung. Diese kann entweder im Rahmen von thermophilen Stabilisierungsverfahren, einer Kompostierung oder Trocknung oder durch getrennte Verfahren wie (Vor-)Pasteurisierung des eingedickten Schlammes oder Konditionierung bei oder nach der Entwässerung (Kalkzugabe) erreicht werden.

b) Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm und Klärschlammaschen

Die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm (KS) und Klärschlammaschen (A) wird derzeit in Österreich nicht großtechnisch angewandt, gilt aber als vielversprechende Möglichkeit für die Zukunft. Sie kann mithilfe verschiedenster Verfahren erfolgen. In der nachfolgenden Tabelle sind beispielhaft Verfahrenskonzepte dargestellt, welche bisher international erfolgreich in Pilotanlagen bzw. großtechnischen Anlagen umgesetzt wurden. Viele Verfahren sind derzeit noch in der Entwicklung. Einen Überblick über die derzeitige Situation (inklusive Kosten) gibt die Studie „P-Rückgewinnung aus dem Abwasser“ des BMLFUW (2014)¹⁾.

Verfahren	Name	Input	Status	Produkt	P-Rück.
Säureaufschluss + Fällung	Seaborne	KS	Großtechnisch	MAP	50
Säureaufschluss + Thermische Hydrolyse + Fällung	KREPRO	KS	Großtechnisch, eingest.	Fe-P	60
Fällung	Airprex	KS	Pilotanlage	MAP	30
Nassoxidation + Fällung	Aqua Reci	KS	Pilotanlage	Apatit	80
Nasschem. + Ionenaustausch	BioCon	A	Pilotanlage, eingest.	Ca-P	80
Thermochemisch	ASH DEC	A	Pilotanlage, eingest.	Ca-, Mg-P	85

MAP = Magnesium-Ammonium-Phosphat, Fe-P = Eisenphosphat; Ca-P = Calciumphosphat
P-Rück.= Phosphor-Rückgewinnungsquoten in % bezogen auf den Kläranlagenzulauf

i. Rückgewinnung aus dem Klärschlamm

Phosphor liegt im Klärschlamm überwiegend in biologisch gebundener Form vor und muss zunächst, in der Regel über Säurezugabe (Seaborne, KREPRO), in Lösung gebracht werden. Anschließend werden die Feststoffe abgetrennt und die phosphorhaltige flüssige Phase mithilfe von Basen auf einen pH-Wert um 8,5 eingestellt. Über die Zugabe von Mg- bzw. Fe-Verbindungen wird Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP) bzw. Fe-Phosphat gefällt. Als Abfallprodukte fallen die schwermetall- und säurehaltige flüssige Phase und P-arme Klärschlamm an. Beim Airprex-Verfahren wird auf den Einsatz von Säuren und Basen verzichtet und Phosphor direkt im anaerob stabilisierten Klärschlamm mittels $MgCl_2$ gefällt. Der zur Fällung nötige pH-Wert von ca. 8,5 wird durch das Ausstripfen von CO_2 erzielt. Beim Nassoxidationsverfahren (Aqua Reci) werden alle organischen Inhaltsstoffe des Klär-

¹⁾ <http://iwr.tuwien.ac.at/wasser/forschung/arbeits-und-forschungsschwerpunkte/klaerschlamm-und-biogas/p-reycling.html>

schlamm in überkritischem Wasser ($p > 221 \text{ bar}$, $T > 374 \text{ °C}$) unter Zugabe von reinem Sauerstoff vollständig oxidiert. Phosphor verbleibt in der hochreaktiven Asche, wird basisch extrahiert und mithilfe von Kalkhydrat als Apatit gefällt. Schwermetalle verbleiben in der Asche und werden deponiert.

ii. Rückgewinnung aus Klärschlammaschen

Im Gegensatz zu den oben genannten Verfahren kann der Phosphor bei Rückgewinnung aus Aschen weitestgehend gewonnen werden. Beim thermochemischen Verfahren (ASH DEC) wird die Asche mit Chlorträgern wie Kaliumchlorid und/oder Magnesiumchlorid vermischt und in einem Drehrohr-Ofen bei ca. 1.000 °C thermisch behandelt. Schwermetalle verdampfen und werden über Nasswäscher abgeschieden. Die in der Ausgangsasche als Calcium- und Aluminiumverbindungen vorliegenden Phosphate werden in lösliche Phosphatverbindungen überführt. Es entsteht ein für Pflanzen verfügbares phosphorhaltiges Granulat, welches unter Zugabe weiterer Nährstoffe als PhosKraft vertrieben wird. Eine weitere Methode besteht in der Anwendung eines nasschemischen Verfahrens mit anschließendem Ionentauscher (BioCon). In einem Säurebad ($\text{pH ca. } 2$) werden Schwermetalle und Phosphate in Lösung gebracht und durch eine Reihe von Ionenaustauschern geschickt, in denen sequenziell Eisenchlorid, Kaliumhydrogensulfat und P-Säure ausgeschleust wird. Mittels der Zugabe von Kalkmilch zur P-Säure wird Calciumphosphat gefällt. Als Abfallprodukte fallen säure- und schwermetallhaltige Abwässer und Reststoffschlamm an. Weitere erwähnenswerte Verfahren zur Rückgewinnung aus Aschen, die zwar noch im Labormaßstab getestet werden aber gute Ergebnisse aufweisen, sind die nasschemischen Verfahren SEPHOS und PASCH (P-Rück: $80 - 90 \%$). Thermische Rückgewinnungsverfahren sind der ATZ-Eisenbadreaktor und Mephrec (P-Rück: 90%). Die beiden letztgenannten eignen sich zur Rückgewinnung sowohl aus Klärschlamm als auch aus Klärschlammaschen.

3.2. Thermische Behandlung und energetische Verwertung

a) Faulung des Klärschlammes mit nachfolgender energetischer Verwertung des Faulgases

Die Faulung ist ein weitverbreitetes Stabilisierungsverfahren des Klärschlammes. In Faultürmen wird der Klärschlamm einem anaeroben Vergärungsprozess unterzogen, bei dem ein Teil der organischen Trockensubstanz des Schlammes anaerob abgebaut wird. Dabei entsteht hauptsächlich aus Methan bestehendes Faulgas, das zur Energieerzeugung verwendet werden kann.

b) Thermische Behandlung in Verbrennungsanlagen

Üblicherweise nach Entwässerung und ggf. Trocknung wird der Klärschlamm allein oder gemeinsam mit Brennstoff bzw. mit anderen Abfällen verbrannt und die dabei freigesetzte Verbrennungsenthalpie zur Energieerzeugung genutzt. Organische Schadstoffe werden dabei thermisch zerstört, anorganische Schadstoffe wie z. B. Schwermetalle über die Rauchgasreinigung abgeschieden und entsorgt.

Für (Mit-)Verbrennungsanlagen gelten die strengen Grenzwerte für Luftschadstoffe und Anforderungen gemäß Abfallverbrennungsverordnung (AVV, BGBl. II Nr. 389/2002 idF BGBl. II Nr. 476/2010).

- i. **Klärschlammmonoverbrennung:** In speziell für die Verbrennung von Klärschlamm ausgelegten Anlagen, wie z. B. Wirbelschichtöfen, entstehen Aschen, die optimal zur Phosphorrückgewinnung eingesetzt werden können.
- ii. **Gemeinsame Verbrennung mit anderen Abfällen:** Werden Klärschlämme in Verbrennungsanlagen, z. B. Rostfeuerungen, gemeinsam mit anderen Abfällen, wie z. B. Restmüll, verbrannt, ist eine Phosphorrückgewinnung aus den festen Verbrennungsrückständen derzeit weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll.

c) Thermische Behandlung in Mitverbrennungsanlagen

Klärschlamm kann in geringen Mengenanteilen z. B. in Kohlekraftwerken oder in Anlagen zur Zementherstellung mitverbrannt werden. Bei der Mitverbrennung in Kohlekraftwerken wird der Phosphor des Klärschlammes entweder gemeinsam mit der Asche in Deponien abgelagert oder geht bei Einsatz in der Baustoffindustrie für die Rückgewinnung verloren. Letzteres gilt auch für die Mitverbrennung in Zementwerken.

d) Vergasung und Pyrolyse

Der Vergasung und der Pyrolyse von Klärschlamm kommt in Österreich derzeit keine Bedeutung zu.

4. TECHNISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE BEWERTUNG DER NUTZUNGSOPTIONEN

Generell ist bei allen Nutzungsoptionen (ev. durch eine zusätzliche Aufbereitung) zu trachten, dass der Phosphor in einer für die Pflanzen weitgehend verfügbaren Form vorliegt.

4.1. Landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm und Klärschlammkompost

Das mögliche Ausmaß der Nutzung des Phosphors im Abwasser wird durch die Phosphorentfernung bei der Abwasserreinigung bestimmt. Anlagen, bei denen eine Phosphorentfernung gefordert ist (in Österreich zumindest alle Anlagen > 1.000 EW), halten etwa 85 % der Zulaufmenge im Klärschlamm zurück, Anlagen ohne gezielte Phosphorentfernung etwa 40 %.

Die Pflanzenverfügbarkeit des Phosphors hängt neben der Art der Phosphorentfernung und Klärschlammbehandlung von den Bodeneigenschaften und der Bodenbewirtschaftung ab. Praktische Erfahrungen zeigen, dass bei Klärschlammdüngung längerfristig eine fast vollständige Ausnutzung möglich ist.

Im Sinne einer zielgerichteten Nutzung der Phosphorressource im Klärschlamm sind die über mehrere Jahre insgesamt aufgebrauchten Klärschlamm mengen dem Phosphorbedarf der Pflanzen anzupassen. Bei der empfohlenen Bemessung der Ausbringungsmengen am Phosphorbedarf durchschnittlicher Fruchtfolgen ist jedoch der Stickstoffbedarf der Kulturen aus der Klärschlammdüngung nicht gänzlich abgedeckt. Der Kaliumgehalt des Klärschlammes ist für die Nährstoffversorgung der Pflanzen nicht relevant. Lokal kann allenfalls auch der Gehalt an Spurenstoffen (z. B. Schwefel, aber auch Schwermetalle wie Zink oder Kupfer) oder an organischer Substanz als Nutzen einer Verwertung von Klärschlamm gewertet werden.

Bei einer landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlamm oder Klärschlammkompost werden darin enthaltene anorganische und organische (Mikro-)Verunreinigungen und pathogene Keime auf die landwirtschaftlichen Flächen aufgebracht. Dieser Tatsache wird über Beschränkungen des Einsatzes (z. B. Grenzwerte im Klärschlamm, Einschränkung von Kulturen, Einschränkung von Aufbringungszeiten und Aufbringungsmengen, Art der Aufbringung, Anforderungen an das Personal) und Behandlungsanforderungen (Hygienisierung) bzw. Überwachungserfordernissen (z. B. regelmäßige Klärschlamm- und Bodenuntersuchungen) Rechnung getragen, welche in den einschlägigen Regelwerken festgelegt sind. Diese Regelungen reduzieren das mit einer Verwertung verbundene Risiko, basierend auf dem jeweils vorhandenen Wissen. Die Problematik der landwirtschaftlichen Verwertung besteht darin, dass im Klärschlamm eine Vielzahl anthropogener und natürlicher/geogener Stoffe angereichert ist. Aufgrund der dynamischen Entwicklung bei der Produktion und dem Einsatz derartiger Stoffe durch den Menschen kann zumeist keine endgültige Bewertung der daraus resultierenden Risiken durchgeführt werden (z. B. Antibiotikaresistenzen, hormonelle Einflüsse, Nanopartikel, Auswirkungen auf das Bodenleben und die Bodenfruchtbarkeit).

Der technisch-organisatorische und finanzielle Aufwand für eine landwirtschaftliche Klärschlammverwertung ergibt sich aus den eingesetzten Behandlungsverfahren (Entwässerung, Kompostie-

rung, Trocknung), den erforderlichen Untersuchungen (Klärschlamm, Boden) sowie aus den Anforderungen für die Lagerung, den Transport und die Ausbringung. Während die Entwässerung im Wesentlichen Lagervolumen und Transportgewicht verringert und in den meisten Fällen erforderlich ist, verbessern Behandlungsverfahren wie Trocknung oder Kompostierung die hygienischen Eigenschaften sowie Lagerfähigkeit und Handhabung bei der Ausbringung. Der Einsatz dieser Verfahren wird von den spezifischen Rahmenbedingungen bestimmt.

4.2. Landschaftsbauliche Verwertung von Klärschlamm und Klärschlammkomposten

Die flächenspezifischen Aufbringungsmengen von Klärschlamm und Klärschlammkomposten für eine einmalige landschaftsbauliche Maßnahme liegen um ein Vielfaches (bis ca. Faktor 100) über den jährlich für eine landwirtschaftliche Verwertung zulässigen Mengen. Zudem ist auf diesen Flächen zumeist kein Ernteentzug gegeben. Das bedeutet, dass die Nährstoffzufuhr weit über dem Nährstoffbedarf liegt und bei landschaftsbaulichen Maßnahmen die Nährstoffe des Klärschlammes nur in sehr geringem Umfang genutzt werden. Phosphor wird in der Umwelt verteilt und ist damit auch einer späteren Nutzung nicht mehr bzw. nur eingeschränkt zugänglich und kann sogar eine potenzielle Umwelt-(Gewässer-)belastung darstellen. Bei dieser Art der Verwertung wird die organische Substanz des Klärschlammes vorwiegend zur Humusbildung genutzt.

Bei der landschaftsbaulichen Verwertung werden auch Schwermetalle und organische Verunreinigungen, die im Klärschlamm/Klärschlammkompost enthalten sind, über Flächen in der Umwelt verteilt. Im Gegensatz zur landwirtschaftlichen Verwertung handelt es sich dabei jedoch um Flächen, die nicht zur Nahrungsmittelerzeugung genutzt werden, womit ein Restrisiko für die Nahrungsmittelerzeugung und damit für Mensch/Tier verringert wird.

Der finanzielle, technische und ressourcenmäßige Aufwand für diese Option ist ähnlich jener der landwirtschaftlichen Verwertung. In der Regel wird jedoch eine Entwässerung und Kompostierung des Klärschlammes vor der Verwertung erfolgen. Der Einsatz kann auch in größerer Entfernung vom Anfallsort erfolgen.

4.3. Klärschlamm-Verbrennung mit Deponierung der Asche

Diese Option wird in Österreich sowohl in größeren als auch kleineren Verbrennungsanlagen (zum Teil mit Ersatzbrennstoffen als Stützfeuerung) eingesetzt. Die Verbrennung dient hier vor allem einer Reduktion der organischen Substanz im Schlamm als Vorbehandlung vor einer Deponierung sowie seuchenhygienischen Zwecken. Die mit diesem Verfahren verbundene energetische Nutzung hat aber allenfalls lokale bzw. betriebswirtschaftliche Bedeutung.

Die bei einer Monoverbrennung anfallende Klärschlamm-Asche weist einen sehr hohen Phosphorgehalt auf (ca. 5 – 10 % P in der Trockensubstanz). Idealerweise könnten derartige Aschen direkt als Substitut für Rohphosphate in der Düngemittelindustrie eingesetzt werden (siehe Kapitel 4.6). Derzeit ist die Wirtschaftlichkeit für eben diese Einsatzmöglichkeit noch nicht gegeben. Eine getrennte Lagerung der Aschen stellt eine mögliche Option dar, um gegebenenfalls die Aschen zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufzubereiten zu können.

Der finanzielle, technische und ressourcenmäßige Aufwand für diese Option ergibt sich aus den Erfordernissen für die Entwässerung, den Transport und ggf. Trocknung sowie für die Verbrennung und anschließende Deponierung der Asche.

4.4. Klärschlamm-Verbrennung mit direkter landwirtschaftlicher Verwertung der Asche

Diese Nutzungsoption wird derzeit in Österreich nicht eingesetzt, die entsprechenden rechtlichen Rahmenbedingungen sind nicht vorhanden. Über die energetische Nutzung des Klärschlammes hinaus könnte hier auch die Ressource Phosphor genutzt werden. Wie bei einer Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft könnten auch hier etwa 85 % des im Abwasser enthaltenen Phosphors den landwirtschaftlichen Flächen zugeführt werden. Die kurzfristige Verfügbarkeit des

Phosphors in der Asche ist jedoch gegenüber jener im Klärschlamm geringer. Bei der direkten landwirtschaftlichen Verwertung der Asche ist, wie bei direktem Einsatz von feingemahlenden Rohphosphaten, längerfristig eine fast vollständige Ausnutzung des Phosphors zu erwarten. Eine wesentliche Voraussetzung für diese Option ist, dass die Anwendung der Klärschlamm-Asche den Regeln der sachgerechten Düngung entspricht.

Organische Verunreinigungen sowie pathogene Keime werden bei der Verbrennung weitgehend zerstört. Die Belastung der Klärschlamm-Asche ist daher deutlich geringer als die des Klärschlammes. Die Problematik „unbekannter Risiken“ durch solche Stoffe würde damit weitgehend beseitigt werden. Durch die Verbrennung der organischen Substanz werden die Schwermetalle aufkonzentriert und z. T. oxidiert. Erfolgt die Aufbringung der Asche jedoch abgestimmt auf die Phosphorzufuhr bzw. den Phosphorbedarf, so würde sich die Belastung der Böden gegenüber einer direkten Verwertung von Klärschlamm kaum unterscheiden. Ausgenommen davon sind eine Abnahme von Quecksilber sowie eine Bildung von Chrom(VI) beim Verbrennungsprozess.

Der technisch-wirtschaftliche Aufwand dieser Option benötigt gegenüber einer direkten landwirtschaftlichen Verwertung allenfalls eine Trocknung sowie den Transport von der Kläranlage zur Verbrennungseinheit, eine Klärschlammmonoverbrennungsanlage und den Transport der anfallenden Asche zu den Aufbringungsflächen.

4.5. Klärschlamm-Verbrennung (ausgenommen Monoverbrennung)

Klärschlamm wird in Österreich in Abfallverbrennungsanlagen, in Zementwerken und in Kohlekraftwerken thermisch behandelt. Dabei ist zwar die Nutzung seines energetischen Potenzials prinzipiell unbedeutend, jedoch kann Klärschlamm in Abfall(mit)verbrennungsanlagen auch zur Absenkung des Heizwertes und einer damit verbundenen Steigerung der Durchsatzmenge eingesetzt werden.

In Hinblick auf die Nutzung von Phosphor aus der Asche ist eine Mitverbrennung von Klärschlamm deutlich ungünstiger als eine Monoverbrennung, da es bei einer Mitverbrennung mit sonstigen Abfällen oder in Kohlekraftwerken zu einer Mischung mit P-arter Asche kommt. Im Falle einer Mitverbrennung in Zementwerken wird die Klärschlamm-Asche in den Zement eingebunden, wodurch Rohmehl in geringer Menge substituiert werden kann. Jedoch geht der Phosphor für jegliche weitere Nutzung verloren.

Der finanzielle, technische und ressourcenmäßige Aufwand für diese Option ergibt sich aus den Erfordernissen für Transport und Verbrennung sowie ggf. für die Deponierung der Asche.

4.6 Phosphorgewinnung aus Klärschlamm und Aschen einer Klärschlammmonoverbrennung

Das Potenzial einer Phosphor-Gewinnung liegt je nach angewandtem Verfahren bei 35 % bis 98 % des Phosphors im Klärschlamm (bzw. ca. 30 – 85 % des Phosphors im Abwasser). Im Vergleich mit einer landwirtschaftlichen Verwertung ist damit das realisierbare Nutzungspotenzial an Phosphor bei einigen Verfahren geringer.

Bei der Phosphorgewinnung aus der Asche einer Klärschlammmonoverbrennung kann von einer Zerstörung der organischen Verunreinigungen und pathogener Keime ausgegangen werden. Die Problematik „unbekannter Risiken“ durch solche Stoffe würde damit weitgehend beseitigt werden. Bei allen Verfahren zur P-Gewinnung aus Klärschlamm ist jedenfalls auch auf den Verbleib dieser Verunreinigungen zu achten.

Vorteile dieser Verfahren gegenüber einer direkten landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung sind somit dann gegeben, wenn ein Produkt erzeugt wird, welches mit Handelsdünger vergleichbar und konkurrenzfähig ist. Die Vorteile sind unter anderem: Entfall von Bodenuntersuchungen; keine Beschränkungen beim Einsatz auf bestimmten Kulturarten; Einsatz als Dünger mit definierten Eigenschaften; verbesserte Lagerfähigkeit; vereinfachter Transport durch verringertes Transportgewicht, womit auch der Phosphor aus Großkläranlagen einer Verwertung zugeführt werden kann.

Verfahren zur Rückgewinnung von Phosphor aus dem Klärschlamm sind in das Verfahren der Abwasserreinigung eingebunden. Zusätzlicher Ressourcenverbrauch und zusätzliche Kosten ergeben sich durch den Bau der erforderlichen Anlagen und den Energie- und Chemikalieneinsatz für den Betrieb auf der Abwasserreinigungsanlage. Neben der Verwertung des gewonnenen Phosphors ist auch die Behandlung und Entsorgung der darüber hinaus anfallenden Abfallstoffe zu gewährleisten.

Für den Fall der P-Rückgewinnung aus der Asche ergeben sich neben der Errichtung und dem Betrieb der Verbrennungsanlage ein zusätzlicher Ressourcenverbrauch und zusätzliche Kosten durch die Errichtung der Anlage zur Phosphorgewinnung. Mit einem nicht unerheblichen Energie- und Chemikalieneinsatz für den Betrieb solcher Anlagen ist zu rechnen.

5. INTERNATIONALE ENTWICKLUNGEN

Schweiz

In der Schweiz wurden bereits frühzeitig Überlegungen zur Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlamm angestellt. Hier fallen jährlich etwa 7.500 t Phosphor im Klärschlamm an. Seit dem Jahre 2006 besteht ein generelles Verbot für die Verwendung von Klärschlamm als Dünger für die Landwirtschaft. Der Klärschlamm wurde bis dato in der Zementindustrie, in Abfallverbrennungsanlagen und in speziellen Mono-Verbrennungsanlagen behandelt. Heute wird die in Verbrennungsanlagen entstandene Asche noch auf Reststoffdeponien entsorgt.

Es wird nunmehr angestrebt, zukünftig den gesamten anfallenden Klärschlamm in Monoverbrennungsanlagen (dzt. 14) zu behandeln, die Klärschlammasche aufzubereiten und als Dünger in der Landwirtschaft einzusetzen. Als erster Schritt soll die Asche bestehender Verbrennungsanlagen separat deponiert werden. Die derzeit bestehenden Aufbereitungsverfahren müssen noch optimiert werden, um die Schadstoffreduktion und die Düngungseffizienz zu steigern. Zusätzlich ist es auch erforderlich, diese neuartigen Sekundärdüngerrohstoffe in die landwirtschaftliche Gesetzgebung einzubeziehen.

Derzeit wird eine Gesetzesvorlage erarbeitet, die u. a. die Phosphor-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom vorschreibt und zum Ziel hat, die Schweiz von einem Phosphor-Importland zu einem Phosphor-Exporteur zu wandeln. Die Rückgewinnungsquote soll auf den aktuellen Stand der Technik abgestellt werden, der in einer Vollzugshilfe definiert wird. Die Pflicht zur Phosphor-Rückgewinnung soll 5 Jahre nach Inkrafttreten der Verordnung gelten. Wird Phosphor aus der Klärschlamm-Verbrennungsasche zurückgewonnen, darf die Rückgewinnung bis 10 Jahre nach Inkrafttreten der neuen TVA aufgeschoben werden, sofern die Verbrennungsrückstände bis dahin separat zwischengelagert werden.

Deutschland

In Deutschland besteht derzeit noch kein dezidiertes Verbot einer landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlamm. In einigen Ländern wird aber der Großteil des anfallenden Klärschlamm bereits in Verbrennungsanlagen behandelt (zumeist Mitverbrennung). Für die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm wurden umfangreiche Forschungsprojekte durchgeführt. Dzt. können aber noch keine Aussagen getroffen werden, welches Verfahren das „beste“ ist. Ziel sollte jedenfalls eine möglichst hohe Phosphor-Ausbeute sein. Hierfür wird der Bau zusätzlicher Monoverbrennungsanlagen inkl. Phosphor-Rückgewinnung für notwendig erachtet. Die Mitverbrennung wird nur mehr als Übergangslösung bis zum Aufbau entsprechender Monoverbrennungsanlagen angesehen. Andernfalls müsste der Phosphor zukünftig direkt aus dem Abwasser oder dem Klärschlamm gewonnen werden. Zusätzlich muss aber auch eine Weiterentwicklung der gesetzlichen Anforderungen erfolgen. So sollten Klärschlammaschen mit einem Phosphor-Gehalt > 2 % separat und rückholbar abgelagert werden, bis sich Phosphor-Rückgewinnungsanlagen etabliert haben. Diese Entwicklungen müssen vorerst aber noch finanziell unterstützt werden.

Diese Thematik wird u. a. von der Bundesumweltministerkonferenz behandelt und hat auch Eingang in das deutsche Ressourceneffizienzprogramm gefunden.

Niederlande

Die Niederlande haben seit über 10 Jahren Erfahrung mit der Phosphor-Rückgewinnung. Phosphor wird aus eisenarmem Klärschlamm und tierischen Nebenprodukten erfolgreich zurückgewonnen, wobei das Produkt nicht als Düngemittel, sondern als Sekundärrohstoff für verschiedene industrielle Anwendungen eingesetzt wird. Zurzeit wird versucht, auch für eisenreiche Klärschlammaschen Anwendungen z. B. für die Düngemittelherstellung zu etablieren. In den Niederlanden wurde bereits eine „Nutrient Platform“ gegründet, in der Vertreter aus Abwasserunternehmen, NGOs, der Phosphor- und Düngemittelindustrie oder Ingenieurbüros politische Aspekte und Forschungsfragen beraten. Die Plattform fungiert auch als Ansprechpartner für die Politik.

Polen

Phosphor-Rückgewinnung ist neu in Polen, aber aktuell läuft die Monodeponierung von Klärschlammaschen (9.000 t/a) in Danzig an und die Verwendung der Aschen für die Düngemittelherstellung wird bereits, zusammen mit einem Düngemittelhersteller, angedacht.

Skandinavien/Schweden

In Skandinavien wird seit vielen Jahren die Verfahrensentwicklung zur Phosphor-Rückgewinnung gefördert. Schweden hat bereits vor 20 Jahren Phosphor-Recycling als politisches Ziel formuliert und strebt an, bis 2015 mindestens 60 % des im Abwasser enthaltenen Phosphors zurückzugewinnen und in der Landwirtschaft zu verwerten.

USA/Kanada

Die USA und Kanada betreiben einige Anlagen zur Rückgewinnung von Phosphor, die großtechnisch seit mehreren Jahren erfolgreich mit dem MAP-Verfahren Dünger produzieren. Das Verfahren ist zur Phosphor-Rückgewinnung direkt an der Kläranlage einsetzbar.

Japan

Japan betreibt die Phosphor-Rückgewinnung besonders intensiv. Es bestehen Anlagen zur Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlammaschen und Abwasser. Zusätzlich gibt es ein „Phosphorus Recycling Promotion Council of Japan“, welches Industrie, Forschung und Politik zusammenbringt.

6. EMPFEHLUNGEN

Phosphor ist eine begrenzte, nicht substituierbare Ressource, die für die Sicherung der Nahrungproduktion auf nationaler und globaler Ebene unverzichtbar ist. Die Phosphatgesteinslagerstätten sind in wenigen Ländern der Erde konzentriert, die derzeit z. T. als Krisengebiete angesehen werden. Klärschlamm ist ein nicht vermeidbarer Abfall, der bei der Abwasserreinigung anfällt und enthält im Regelfall etwa 80 bis 90 % des Phosphorgehaltes unserer Nahrung. In den österreichischen kommunalen Klärschlämmen sind daher relevante Mengen an Phosphor enthalten, die derzeit nur zu einem geringen Anteil genutzt werden. Um die Abhängigkeit Österreichs von Phosphorimporten zu reduzieren, ist eine weitgehende Kreislaufführung dieses Phosphors derart anzustreben, dass die abfallwirtschaftlichen Ziele „Schutz von Mensch und Umwelt“ und „Schonung der Ressourcen“ erreicht werden.

Die Aufbringung von Klärschlamm oder Klärschlammkompost auf landwirtschaftliche Nutzflächen ist derzeit in Österreich die einzige praktizierte Nutzung des im Klärschlamm enthaltenen Phosphors. Dieser Verwertungsweg ist durch die EU-Klärschlammrichtlinie, bundes- und landesgesetzliche Regelungen und Vorgaben für eine umweltgerechte Landwirtschaft bzw. für bestimmte Produkte reg-

lementiert. Aufgrund der Diskussionen über potenzielle Risiken, z. B. durch im Klärschlamm enthaltene Spurenstoffe und die damit verbundenen Akzeptanzprobleme, und ungeklärter Haftungsfragen ist die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung für die Zukunft nicht gesichert.

Die aktuelle Situation ist hinsichtlich der Reichweite von Rohphosphatlagerstätten nach derzeitigem Stand des Wissens nicht unmittelbar problematisch. Bei den aktuellen Marktpreisen für Phosphor ist für die Rückgewinnung von Phosphor aus Abwasser mit volkswirtschaftlichen Mehrkosten zu rechnen. Im Sinne des Vorsorgeprinzips sollte aber mittel- bis langfristig getrachtet werden, die Bewirtschaftung des Phosphors im Klärschlamm und von anderen phosphorhaltigen Abfällen (z. B. Tiermehl) im Sinne der abfallwirtschaftlichen Ziele und einer geordneten Ressourcennutzung zu verbessern, und die volkswirtschaftlichen Kosten dabei möglichst gering zu halten.

Daher ist innerhalb eines Zeitraumes von 15 – 20 Jahren ein zielkonformer Zustand herzustellen, der wie folgt charakterisiert ist:

Ausstieg aus der landwirtschaftlichen Verwertung (inkl. Kompostierung und Vererdung) von Klärschlämmen aus Anlagen mit einer Ausbaugröße > 100.000 EW bei gleichzeitigem Ausstieg aus der Klärschlammbehandlung ohne P-Rückgewinnung. Damit werden ca. 65 % des Phosphorpotenzials aus kommunalem Klärschlamm erfasst.

Hierzu ist die Einrichtung von Anreiz- und Fördersystemen erforderlich. Die Einbindung der Abwasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Düngemittelindustrie und der Landwirtschaft in alle Aktivitäten ist dabei unbedingt erforderlich. Ein vereinfachter und bevorzugter Zugang von Sekundärphosphaten zum Düngemittelmarkt ist zu ermöglichen.

Beim Übergang zum Zielzustand ist darauf zu achten, dass die Entsorgungssicherheit für Klärschlamm jederzeit gegeben sein muss und eine zusätzliche finanzielle Belastung der Siedlungswasserwirtschaft und damit der GebührenzahlerInnen weitestgehend vermieden wird. Dementsprechend muss daher bereits heute begonnen werden, Verfahren zur (kosten-)effizienten und umweltverträglichen Nutzung des im Abwasser enthaltenen Phosphors zu entwickeln. Diesbezüglich stehen verschiedene Technologien in Diskussion.

Für eine Umsetzung ist es erforderlich, zunächst Anreiz- bzw. Fördersysteme und mittelfristig gesetzliche Regelungen mit entsprechenden Übergangsfristen zu schaffen.

VERZEICHNIS DER POSITIONSPAPIERE, EXPERTINNENPAPIERE UND AUSSCHUSSPAPIERE DES ÖWAV

Positionspapiere

ÖWAV-Positionspapier „Klärschlamm als Ressource“. 2014.

ÖWAV-Positionspapier „Strategie 2013+: Schutz vor Hochwasser und Muren“. 2014.

ÖWAV-Positionspapier „Anthropogene Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt“. Erstellt vom ÖWAV-Arbeitsausschuss „Spurenstoffe“. 2013.

ÖWAV-Positionspapier „Behandlungsgrundsatz für biogene Abfälle – BAWP 2011“. Erstellt vom ÖWAV-Arbeitsausschuss „Aerobe Abfallbehandlung“. 2010.

ÖWAV-Positionspapier „Konzeptionelle Überlegungen zur Entlassung aus der Deponienachsorge“. Erstellt vom ÖWAV-Unterausschuss „Deponienachsorge“. 2008.

Positionspapier der ÖWAV-Arbeitsgruppe „Schwall“ der Fachgruppe Wasserbau, Ingenieurbiologie und Ökologie „Schwall und Sunk an österreichischen Fließgewässern“. 2008.

ExpertInnenpapiere

ExpertInnenpapier „Klimawandelauswirkungen und Anpassungsstrategien in der österreichischen Wasserwirtschaft“. Erstellt vom ÖWAV-Arbeitsausschuss „Forum Klimawandel“. 2014.

Ausschusspapiere

Ausschusspapier „Zusammengefasste Empfehlungen zur Prüfung von Wassergefahren auf Gebäude und Infrastruktur“. Erstellt vom ÖWAV-Arbeitsausschuss „Bauen und Wasser“. 2013.

Ausschusspapier „Neophytenmanagement“. Erstellt vom ÖWAV-Unterausschuss „Neophyten“. 2013.

Ausschusspapier „eDeponien – Zusammenfassende Jahresmeldung der Ergebnisse des Mess- und Überwachungsprogramms durch den Deponieinhaber“. Erstellt vom ÖWAV-Arbeitsausschuss „Deponie“. 2011.

Ausschusspapier „Strukturvorlage für die elektronische Meldung des Deponieaufsichtsberichts“. Erstellt vom ÖWAV-Unterausschuss „Deponieaufsicht“. 2011.

Ausschusspapier „eDeponien – Zusammenfassende Jahresmeldung der Ergebnisse des Mess- und Überwachungsprogramms durch den Deponieinhaber“. Erstellt vom ÖWAV-Arbeitsausschuss „Deponie“. 2010.

Ausschusspapier „Standardisierte Leistungsbeschreibung Verkehrsinfrastruktur (LB-VI), Version 2 – Leistungsgruppe 24 „Sanierung Altlasten und kontaminierte Flächen““. Erstellt vom ÖWAV-Arbeitsausschuss „Standardisierte Ausschreibungstexte für die Sanierung kontaminierter Flächen“. 2010.

Ausschusspapier „Strukturvorlage für die elektronische Meldung des Deponieaufsichtsberichts“. Erstellt vom ÖWAV-Unterausschuss „Deponieaufsicht“. 2010.

Bezug:

Positionspapiere, ExpertInnenpapiere und Ausschusspapiere des ÖWAV stehen unter www.oewav.at/publikationen zum **Gratisdownload** zur Verfügung.



zukunft
SEIT 1909
denken

Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband

Gegründet 1909

1010 Wien, Marc-Aurel-Straße 5

Tel. +43-1-535 57 20, Fax +43-1-535 40 64, buero@oewav.at, www.oewav.at

Das österreichische **Kompetenz-Zentrum**
für **Wasser-, Abwasser- und Abfallwirtschaft.**

Veranstaltungen

- Österreichische Abfallwirtschaftstagung
- Österreichische Wasserwirtschaftstagung
- Österreichische Umweltrechtstage
- Seminare und Fortbildungskurse zu aktuellen Themen der Wasser- und Abfallwirtschaft
- Erfahrungsaustausch für Betreiber von Abwasser-, Abfallbehandlungs- und Hochwasserschutzanlagen
- Kurse für das Betriebspersonal von Abwasseranlagen, Praktikum auf Lehrklär- und Lehrkanalanlagen, Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften
- Kurse für das Betriebspersonal von Abfallbehandlungsanlagen
- Kurse in den Bereichen Gewässerpflege, kleine Stau- und Sperrenanlagen, Hochwasserschutz- und Beschneigungsanlagen
- Gemeinsame Veranstaltungen mit in- und ausländischen Fachorganisationen
- Exkursionen

Fachgruppen und Arbeitsausschüsse

- Ausarbeitung von Regelblättern, Arbeitsbehelfen, Merkblättern und Leitfäden
- Erarbeitung von Positions- und Ausschusspapieren sowie Stellungnahmen zu Gesetzesvorhaben

Beratung und Information

- Auskünfte und individuelle Beratung
- Wasser- und abfallwirtschaftliche Informationsschriften und Beiträge, Öffentlichkeitsarbeit

Veröffentlichungen

- Fachzeitschrift „Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft“ (ÖWAW)
- ÖWAV-Homepage (www.oewav.at)
- ÖWAV-News (HTML-Newsletter)
- Tätigkeitsbericht des ÖWAV
- Schriftenreihe des ÖWAV (Wasser- und Abfallrechtliche Judikatur in Leitsatzform)
- Veröffentlichungen zu Tagungen und Seminaren des ÖWAV
- Regelblätter*), Arbeitsbehelfe*) und Merkblätter des ÖWAV, Positions- und Ausschusspapiere
- Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen*)
- ÖWAV-WKO-Umweltmerkblätter für Gewerbebetriebe
- KA-Betriebsinfo¹⁾
- Wiener Mitteilungen Wasser-Abwasser-Gewässer¹⁾

Verbindungsstelle (Nationalkomitee) der

- European Water Association – EWA

Mitglied der österreichischen Vertretung zur

- European Union of National Associations of Water Suppliers and Waste Water Services – EUREAU (gem. mit ÖVGW)
- International Solid Waste Association – ISWA
- International Water Association – IWA (gem. mit ÖVGW)

*) in Kommission bei Austrian Standards plus Publishing, Wien

¹⁾ Mitherausgeber

