Olaf Holm
Elisabeth Thomé-Kozmiensky
Peter Quicker
Stefan Kopp-Assenmacher

Verwertung von Klärschlamm

9



Olaf Holm • Elisabeth Thomé-Kozmiensky
Peter Quicker • Stefan Kopp-Assenmacher

Verwertung von Klärschlamm 9

TK Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.dnb.de abrufbar

Olaf Holm, Elisabeth Thomé-Kozmiensky,
Peter Quicker, Stefan Kopp-Assenmacher (Hrsg.):

Verwertung von Klärschlamm 9

ISBN 978-3-911006-69-9 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel
Alle Rechte vorbehalten

Verlag:	Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2026
Redaktion und Lektorat:	Dr.-Ing. Olaf Holm
Erfassung und Layout:	Julia Joschko, Sophie Grage, Janin Burbott-Seidel, Roland Richter

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Inhaltsverzeichnis

Rahmenbedingungen

Ergebnisse und Perspektiven aus dem Ad-hoc Ausschuss „Sicherstellung der Phosphorrückgewinnung bis 2029“
Ingrid Henze 1

Erfüllung der gesetzlichen Frist für die P-Rückgewinnung – Ansätze zur Lösung des Henne-Ei-Dilemmas
Jürgen Eschment 8

Chance zum Paradigmenwechsel – Vom Entsorger zum Hersteller kreislauffähiger Rohstoffe und Produkte
Martin Braunersreuther 18

Rechtliche Aspekte / Quoten

Erfahrungen aus einem Erörterungstermin für eine Klärschlammverbrennungsanlage – Vorbereitung auf Seiten des Vorhabenträgers
Andrea Versteyl 25

Klärschlammverbrennung als Vorbehandlung für die P-Rückgewinnung – Verwertung oder Beseitigung?
Stefan Kopp-Assenmacher 34

Die Einführung verbindlicher Rezyklateinsatzquoten für Phosphorrezyklate aus rechtlicher Sicht – am Beispiel des Düngerechts
Tim Hahn 45

P-Rezyklatquoten – Gegenüberstellung unterschiedlicher Positionen
Tabea Knickel 62

Mögliche Phosphor-Quoten für Düngemittel: Eine kritische Analyse regulatorischer Optionen im Lichte der EU-Kommunalabwasserrichtlinie
Ludwig Hermann 73

Technische Aspekte / Vorbehandlung

Ersatz einer hydraulischen Kolbenpumpe durch eine elektromechanische Kolbenmembranpumpe: Betriebserfahrungen und Einsparpotenziale bei der Förderung entwässerten Klärschlamms
Alexander Janzon 78

10 Jahre ELOVAC® auf der Kläranlage Lingen
Felix Deberdt, Maria Dittmann und Erik Draber 88

Thermische Hydrolyse nach der Faulung: Auswirkungen auf Entwässerbarkeit, Schlammmenge und Energiekonzept
Johannes Hilsdorf 100

Schlammtrocknung ohne anfallende Brüdenströme – Konzept und Umsetzung
Matthias Scheurich und Nina Pesic 113

Verbrennung / Emissionen

(Zukünftige) Herausforderungen bei Klärschlammverbrennungsanlagen aus der Sicht eines Anlagenbauers
Stefan Salzmann, Andreas Schott und Suchitraa Vijayaraghavan 125

N_2O-Emissionen aus Klärschlamm-Wirbelschichtfeuerungen – Ergebnisse großtechnischer Untersuchungen
Kirsten Stark, Matthias Schnell und Peter Quicker 141

Treibhausgas-Emissionen bei der Klärschlammverbrennung – Ergebnisse von Praxismessungen und Maßnahmen zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen
Min Su Sohn, Daniel Bernhardt, Michael Schinke und Michael Beckmann 160

P-Rückgewinnung

Klärschlammverwertung und Phosphorrecycling in der Europäischen Union
Fabian Kraus und Anne Kleyböcker 172

Monitoring der deutschen Klärschlammaschen: Kapazitäten, Schwermetallverteilung und Phosphorlöslichkeit
Hannes Herzel und Christian Adam 191

Klärschlammqualität vor dem Hintergrund der thermischen Verwertung – Aschequalität vor dem Hintergrund der Phosphor-Rückgewinnung
Steffen Ritterbusch, Isabell Allwicher und Rolf Otte-Witte 206

Einflüsse auf die nasschemische Phosphor-Rückgewinnung im großtechnischen Maßstab: Ergebnisse aus dem Projekt Amphore
Hiep Le, Dennis Blöhse, Hanna Evers und David Montag 236

P-Rückgewinnung - Verfahren

SusPhos: Aus dem Abfall von heute eine nachhaltige Zukunft schaffen
Sara Santoriello, Eric van der Wal und Marissa de Boer 252

LeachPhos® – ein marktfähiger Weg zur Phosphorrückgewinnung
Siegfried Reithaar 265

Klärschlammverbrennung im Drehrohr – Erfahrungen aus der Planung, der Inbetriebsetzung und dem Betrieb der KBA Mannheim
Oliver Kautz 270

Nachhaltige Düngemittel aus Abfallstoffen – Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm mit PHOS4green
Johannes Buchheim, Jan Kirchhof, Michael Jakob und Liesa Mielke 278

Dank 292

Förderer

PHOSPHORGEWINNUNG
ASH2™PHOS SCHKOPAU

PTC
PARFORCE Technology Cooperation

Wir danken für das Engagement



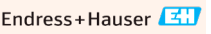




































Findings and Outlook from the Ad-hoc Committee „Ensuring Phosphorus Recovery by 2029”

Ingrid Henze

Phosphorus is an essential but finite nutrient for global agriculture, and its supply security is threatened by dependence on imports. The 2017 amendment to the Sewage Sludge Ordinance (AbfKlärV) mandates the recovery of phosphorus from sewage sludge and sewage sludge incineration ash starting in 2029 to strengthen resource efficiency and the circular economy. Currently, however, recovery capacities are lacking: Only 25 % of sewage sludge incineration ash can be recycled by 2029, while disposal reliability must be ensured for the remaining 75 %. Factors hindering progress include an assumed lack of market acceptance among fertilizer producers, existing legal hurdles (e.g. the Fertilizer Ordinance, DüMV), and a lack of technical solutions.

Long-term storage is being discussed as an interim solution, particularly the centralized *National Phosphorus Reserve*, which could provide capacity for 65 to 133 years. However, without a financial compensation mechanism, there is concern that pioneers in this field will be at a disadvantage. Consequently, three financing models — a tax law, a cap-and-trade mechanism, and a surcharge model — were discussed and evaluated as potential ways to manage the ramp-up of recycling and guarantee the reliability of waste disposal. The work of the ad hoc committee has resulted in recommendations for action, such as amending fertilizer regulations to treat recycled materials as equals; consolidating phosphorus streams and issuing calls for bids early to ensure planning certainty; and amending waste management laws to legally enshrine transitional provisions.

Ergebnisse und Perspektiven aus dem Ad-hoc Ausschuss „Sicherstellung der Phosphorrückgewinnung bis 2029“

Ingrid Henze

1. Die Bedeutung der Phosphorrückgewinnung für die zukünftige Versorgungssicherheit 3

2. Aktuelle Herausforderungen bei der Umsetzung 3

3. Langzeitlagerung als Übergangslösung 4

3.1. Alternativen zur Langzeitlagerung: Nationale Phosphorreserve 4

3.2. Modelle für einen finanziellen Ausgleich und einen schrittweisen Hochlauf der Phosphorrückgewinnung 5

4. Lösungsansätze und Handlungsempfehlungen 6

5. Quellen 7

Phosphor ist ein unverzichtbarer, aber endlicher Nährstoff für die globale Landwirtschaft, dessen Versorgungssicherheit durch Importabhängigkeiten gefährdet ist. Die Novelle der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) 2017 schreibt die Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm und Klärschlammverbrennungsaschen (KVA) ab 2029 vor, um Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft zu stärken. Aktuell fehlen jedoch Rückgewinnungskapazitäten: Nur 25 % der KVA können bis 2029 verwertet werden, für 75 % muss die Entsorgungssicherheit gewährleistet werden. Hemmend wirken dabei eine angenommene mangelnde Marktakzeptanz bei Düngemittelproduzenten, bestehende rechtliche Hürden (z.B. DüMV) und fehlende technische Lösungen.

Als Übergangslösung wird die Langzeitlagerung diskutiert, insbesondere die zentrale *Nationale Phosphorreserve*, die Kapazitäten für 65 bis 133 Jahre bieten könnte. Doch ohne finanziellen Ausgleichsmechanismus ist eine Benachteiligung der Pioniere zu besorgen. Daher wurden drei Finanzierungsmodelle – Abgabengesetz, Cap-and-Trade-Mechanismus und Umlagemodell – diskutiert und bewertet, die den Hochlauf der Rückgewinnung steuern und die Entsorgungssicherheit garantieren könnten. Aus der Arbeit des Ad-hoc Ausschusses ergeben sich Handlungsempfehlungen wie die Anpassung des Düngerechts, um Rezyklate gleichzustellen; die Bündelung von Phosphorströmen und frühzeitige Ausschreibungen, um Planungssicherheit zu schaffen; Anpassungen des Abfallrechtes, um Übergangsregelungen rechtlich zu verankern.

Dank

Mein erster Dank gilt in diesem Jahr den VertreterInnen der Firmen, die sich aktiv an der Konferenz beteiligen. Wieder können wir einige neue Firmen im Ausstellungsbereich begrüßen und dieser ist in diesem Jahr auch vollständig ausgebucht. Mit dabei sind auch unsere treuen Förderer sowie einige Aussteller, die seit Jahren Standvermögen beweisen. Insgesamt ein guter Mix aus alt und neu und fragt man Teilnehmende, was ihnen von einer Konferenz in Erinnerung bleibt, hört man oft: die Gespräche zwischendurch. Einen großen Teil davon verdanken wir unseren Ausstellern. Sie machen die BKK-Konferenz zu einem Ort, an dem Praxis und Lösungen greifbar werden, und das mit viel Engagement und Offenheit.

Auch den Mitgliedern des Programmkomitees möchte ich herzlich danken. Wie im letzten Jahr, brauchte es keine besondere inhaltliche Diskussion zum übergeordneten Thema der Konferenz – das ergab sich aus dem aktuellen Status Quo schon von allein. Dennoch müssen ja ReferentInnen angefragt, überzeugt und gewonnen werden. Hier sind alle Mitglieder des Komitees involviert und ausgesprochen engagiert. Der offene und konstruktive Umgang in dieser Runde ist sehr angenehm und abwechslungsreich – Danke Simone, Stefan, Peter, Matthias, Matthias und Christian und Christian.

Vielen Dank auch an die ReferentInnen, die ihr Fachwissen auf der Konferenz teilen werden, und besonders an die AutorInnen unter Ihnen oder diejenigen im stillen Kämmerlein, die wieder interessante Fachbeiträge zusammengestellt haben – die Grundlage für dieses konferenzbegleitende Buch. In diesem Zusammenhang liegt die Versuchung nahe auch den KI-Modellen im Allgemeinen zu danken.



Wirkt sich deren Verwendung doch maßgeblich auch auf die eingereichten Manuskripte aus. Verrückt, wie sich die Arbeitsweise innerhalb des letzten Jahres verändert hat. Gleichwohl ist natürlich klar, dass die AutorInnen weiterhin viel Aufwand und Expertise einbringen müssen, um solch substanzielle Artikel zu schreiben. Das wissen wir sehr zu schätzen und versuchen es entsprechend mit unserem Engagement zu würdigen.

Weiterhin möchte ich mich bei jedem einzelnen des vivis-Teams bedanken. Wieder hat sich das Team leicht verändert, so dass wir zurzeit eigentlich kein aktuelles Foto haben – aber da ist sie wieder: die KI.

Auch im vivis-Team gibt es aktuell aber eine gute Mischung aus alt und neu. Das Leitungsteam mit Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Stephanie Thiel und mir blieb dabei unverändert, hat aber dem restlichen Team – mal wieder – viele Veränderungen aufgehalst. Janin Burbott-Seidel danke ich im besonderen Maße für die Geduld und das Engagement in Zeiten der Umstellungen vom Rechnungswesen, von Konferenz-Anmeldeprozeduren, von Buchbestellabläufen etc. Da muss man erstmal den Überblick behalten. Den Überblick bekommen musste in kürzester Zeit Sophie Grage, die erst seit Ende August Teil des vivis-Teams ist. Sie hat sich schnell und gut in die Erfassung, Überarbeitung und Illustration der Fachbeiträge eingearbeitet und konnte Julia Joschko schon ausgesprochen hilfreich zur Hand gehen, die nun seit einiger Zeit hauptverantwortlich für die Fachbeiträge und das Buch ist. Roland Richter war wieder federführend bei Flyer- und Bannererstellungen und bei der App / dem Webportal, in dem es auch viele Neuerungen gibt. Erstmalig wird das Buch Verwertung von Klärschlamm erst kurz vor der Konferenz fertiggestellt. Somit liegen auch die vielfältigen Tätigkeiten, die Dagmar Neumann in die Konferenzvorbereitung eingebracht hat, bereits in der Vergangenheit. Insofern bedanke ich mich auch bei ihr erstmalig direkt für die bereits geleistete Arbeit und muss nicht ins Futur II abschweifen.

Zu guter Letzt bedanke ich mich auch im Namen der anderen Herausgeber noch einmal herzlich bei all denen, die die diesjährige Konferenz und deren Produkte auf unterschiedlichste Art und Weise unterstützt haben. Ich wünsche Ihnen und den Lesern alles Gute und hoffe, dass dieses Buch in ferner Zukunft ein hilfreicher Begleiter in der täglichen Arbeit gewesen sein wird – egal ob als eBook oder in der gedruckten Variante.

Dr.-Ing. Olaf Holm