



Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall

**LAGA Ad-hoc-AG**

## **Ressourcenschonung durch Phosphor- Rückgewinnung**

**2. Bericht an die UMK**

Dezember 2019



## Inhaltsverzeichnis

|     |                                                                   |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | Auftrag der UMK.....                                              | 4  |
| 2   | Zusammenfassung .....                                             | 5  |
| 2.1 | Vorhandene Anlagen zur Phosphor-Rückgewinnung in Deutschland..... | 5  |
| 2.2 | Geplante Anlagen zur Phosphor-Rückgewinnung in Deutschland .....  | 6  |
| 3   | Phosphorrückgewinnung in Baden-Württemberg .....                  | 7  |
| 4   | Phosphorrückgewinnung in Bayern .....                             | 9  |
| 5   | Phosphorrückgewinnung in Berlin .....                             | 10 |
| 6   | Phosphorrückgewinnung in Brandenburg.....                         | 10 |
| 7   | Phosphorrückgewinnung in Bremen.....                              | 10 |
| 8   | Phosphorrückgewinnung in Hamburg.....                             | 11 |
| 9   | Phosphorrückgewinnung in Hessen .....                             | 12 |
| 10  | Phosphorrückgewinnung in Mecklenburg-Vorpommern .....             | 13 |
| 11  | Phosphorrückgewinnung in Niedersachsen .....                      | 14 |
| 12  | Phosphorrückgewinnung in Nordrhein-Westfalen.....                 | 15 |
| 13  | Phosphorrückgewinnung in Rheinland-Pfalz .....                    | 16 |
| 14  | Phosphorrückgewinnung in Saarland .....                           | 16 |
| 15  | Phosphorrückgewinnung in Sachsen .....                            | 16 |
| 16  | Phosphorrückgewinnung in Sachsen-Anhalt.....                      | 18 |
| 17  | Phosphorrückgewinnung in Schleswig-Holstein .....                 | 19 |
| 18  | Phosphorrückgewinnung in Thüringen .....                          | 19 |

## 1 Auftrag der UMK

Im September 2015 nahm die LAGA den durch die LAGA-Ad-hoc-AG erarbeiteten Bericht „Ressourcenschonung durch Phosphor-Rückgewinnung“ zur Kenntnis und bat die UMK-Geschäftsstelle im Nachgang an die 105. LAGA-Vollversammlung vom 23. September 2015 in Berlin um Einleitung eines Umlaufverfahrens zur Zustimmung zur Veröffentlichung dieses Abschlussberichts.

Die UMK fasste daraufhin im Rahmen des Umlaufverfahrens Nr. 04/2016 zum Abschlussbericht „Ressourcenschonung durch Phosphorrückgewinnung“ folgenden Beschluss:

*1. Die Umweltministerkonferenz nimmt den Bericht „Ressourcenschonung durch Phosphor-Rückgewinnung“ der LAGA zur Kenntnis und stimmt einer Veröffentlichung zu.*

*2. Die Umweltministerkonferenz bittet die LAGA, die Entwicklungen der Phosphor-Rückgewinnung weiter zu begleiten und der Umweltministerkonferenz im zweijährlichen Abstand über die getroffenen Maßnahmen zum Aufbau einer Infrastruktur für die Phosphor-Rückgewinnung sowie den Einsatz des zurückgewonnenen Phosphors zu berichten.*

### **Protokollerklärung der Länder Sachsen und Sachsen-Anhalt:**

*Die Länder Sachsen und Sachsen-Anhalt weisen darauf hin, dass die gegenwärtig gültigen Festlegungen in der Düngemittelverordnung schon zum 1. Januar 2017 den Ausstieg aus der bodenbezogenen Klärschlammverwertung erzwingen. Damit ist das Vorhaben eines schrittweisen Einstiegs in die Rückgewinnung des in den Klärschlämmen enthaltenen Phosphors bei gleichzeitigem Ausstieg aus der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung gefährdet.*

In Umsetzung dieses UMK-Umlaufbeschlusses erarbeitete der ATA unter Federführung von Baden-Württemberg im Mai 2018 einen ersten Bericht über die den Ländern bekannten Phosphor-Rückgewinnungsmaßnahmen sowie über den Einsatz des zurückgewonnenen Phosphors. Dieser wurde der UMK im Rahmen des UMK-Umlaufverfahrens Nr. 32/2018 vorgelegt und von der UMK zur Veröffentlichung freigegeben. Gemäß UMK-Umlaufbeschluss Nr. 04/2016 wurde der Bericht vom Mai 2018 auf Basis der von den jeweiligen Ländern übermittelten Informationen fortgeschrieben, aktualisiert und der vorliegende zweite Bericht „Ressourcenschonung durch Phosphor-Rückgewinnung“ erstellt.

## 2 Zusammenfassung

### 2.1 Vorhandene Anlagen zur Phosphor-Rückgewinnung in Deutschland

| Bundesland          | Vorhandene Anlagen zur Phosphor-Rückgewinnungen                                                           | Vorgaben gem. Artikel 5 §3a oder §3b AbfKlärV zur Reduzierung des P-Gehaltes erfüllt? * |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Baden-Württemberg   | Kläranlage Offenburg: Stuttgarter Verfahren <sup>+</sup> (MAP-Verfahren)                                  | Ja                                                                                      |
|                     | Kläranlage Göppingen: Erweitertes AirPrex®-Verfahren mit integrierter thermisch-chemischer Desintegration | Ja                                                                                      |
| Berlin              | Berliner Wasserbetriebe: AirPrex/MAP-Verfahren („Berliner Pflanze“)                                       | Nein                                                                                    |
| Niedersachsen       | Stadtentwässerung Gifhorn: Seaborne-Verfahren (abgewandelt)                                               | Keine Angabe                                                                            |
|                     | Kläranlage Uelzen: AirPrex/MAP Verfahren                                                                  |                                                                                         |
|                     | Kläranlage Braunschweig: AirPrex/MAP Verfahren                                                            |                                                                                         |
| Nordrhein-Westfalen | Kläranlage Mönchengladbach-Neuwerk: AirPrex/MAP Verfahren                                                 | Keine Angabe                                                                            |
| Saarland            | Kläranlage Homburg/Saar: Klärschlamm-Mineralisierungsanlage                                               | Keine Angabe                                                                            |

\* Anlagen bzw. Verfahren, die Phosphor im Rahmen der Abwasserbehandlung zurückgewinnen und dadurch den Phosphor-Gehalt im Klärschlamm auf unter 20 Gramm je Kilogramm Klärschlamm-Trockenmasse abreichern, werden in dieser Tabelle als erfolgreiche Phosphor-Rückgewinnung gemäß AbfKlärV gewertet.

## 2.2 Geplante Anlagen zur Phosphor-Rückgewinnung in Deutschland

| Bundesland             | Planungen von Anlagen zur Phosphor-Rückgewinnung sowie im Bau befindliche Anlagen                                                                                                                                                   |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Baden-Württemberg      | Anlage zur thermo-chemischen Phosphor-Rückgewinnung bei der MVV in Mannheim<br>Anlagen zur P-Rückgewinnung aus Klärschlamm (MAP-Verfahren) in Steinen                                                                               |
| Bayern                 | Die vorhandenen Monoverbrennungsanlagen München, Gendorf und Altenstadt sowie die geplante Anlage in Straubing wollen Phosphorrückgewinnungsmaßnahmen ergreifen. Aktuell erfolgt noch keine Festlegung auf die Verfahrensauswahl.   |
| Hamburg                | Anlage zur Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlammasche: REMONDIS TetraPhos-Verfahren                                                                                                                                                |
| Mecklenburg-Vorpommern | Zwei Anlagen zur Herstellung von Klärschlammmonoverbrennungsaschen aus der Phosphor zurückgewonnen werden soll.                                                                                                                     |
| Rheinland-Pfalz        | Klärschlammmonoverbrennungsanlage Mainz mit geplanter P-Rückgewinnung aus der Klärschlammasche<br>Kläranlage Pirmasens: Thermodruckhydrolyse und MAP-Kristallisation<br>Kläranlage Grünstadt: P-Rückgewinnung aus Klärschlammaschen |
| Sachsen-Anhalt         | Anlage zur Phosphatdüngerproduktion aus Klärschlammasche (Seraplant Haldensleben)<br>Kläranlage Schönebeck: Struvia-Verfahren<br>Beuna: Klärschlamm-trocknung und -verbrennung mit P-Rückgewinnung                                  |
| Schleswig-Holstein     | Klärschlammmonoverbrennungsanlage Kiel mit geplanter P-Rückgewinnung aus der Klärschlammasche                                                                                                                                       |

### 3 Phosphorrückgewinnung in Baden-Württemberg

Im Jahr 2018 wurden in Baden-Württemberg über 99 % der anfallenden Klärschlämme energetisch verwertet.

Um den Aufbau einer angemessenen Infrastruktur zur Rückgewinnung von Phosphor zu unterstützen und zu forcieren, fördert das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg im Rahmen des Operationellen Programms – Innovation und Energiewende – des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) aktuell zwei Versuchsanlagen und zwei großtechnische Anlagen zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm und Klärschlammasche mit insgesamt etwa 11,5 Millionen Euro (ca. 7,2 Mio. € EFRE-Mittel und 4,3 Mio. € Landesmittel).

Auf der Grundlage des EFRE-Förderprogramms „Phosphor“ war im Zeitraum zwischen Juni 2018 und November 2018 auf dem Klärwerk Leutkirch eine mobile Versuchsanlage zur Phosphor-Rückgewinnung aus Faulschlamm auf der Kläranlage Leutkirch in Betrieb. Mit dieser Versuchsanlage konnte eine Phosphor-Rückgewinnung unter den dort vorherrschenden spezifischen Praxisbedingungen erprobt werden. Darüber hinaus ist seit Oktober 2019 auf dem Klärwerk der Stadt Göppingen eine stationäre Versuchsanlage zur Rückgewinnung von Phosphor in Betrieb. Das auf dem Klärwerk Göppingen zur Phosphor-Rückgewinnung installierte modifizierte AirPrex®-Verfahren behandelt den kompletten Faulschlamm des Klärwerks Göppingen (ca. 10.000 Mg/a Klärschlamm-Trockenmasse; Vollstromanlage) und besteht im Wesentlichen aus einer thermo-chemischen Desintegration mit anschließender MAP-Fällung. Zwei großtechnische Phosphor-Rückgewinnungsanlagen befinden sich derzeit in der Umsetzungsphase. Dabei handelt es sich um eine thermochemische Klärschlammbehandlungsanlage mit integrierter Phosphor-Rückgewinnung nach dem EuPhoRe®-Verfahren (MVV Mannheim) und eine MAP-Fällungsanlage auf der Kläranlage Steinen. Die Inbetriebnahme dieser Anlagen ist 2020/2021 geplant.

Zudem unterstützt das Umweltministerium Baden-Württemberg ein Projekt des Zweckverbandes Abfallbehandlung Kahlenberg (ZAK) zur Rückgewinnung von Phosphor und weiteren Rohstoffen (unter anderem Metalle) aus Aschen von Ersatzbrennstoffen mit Landesmitteln in Höhe von 7,5 Millionen Euro. Die Erkenntnisse aus dieser Anlage sollen auf die Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlammaschen übertragen werden.

Um den Kommunen und Abwasserzweckverbänden in Baden-Württemberg neben einer finanziellen Unterstützung auch eine fachliche Beratung und eine fundierte Datengrundlage zu aktuellen Fragen der Klärschlammentsorgung und Phosphor-Rückgewinnung bereitzustellen, hat der DWA-Landesverband Baden-Württemberg auf Initiative des Umweltministeriums Baden-Württemberg im Mai 2019 die Wissensplattform „P-Rück“ gegründet. Die Plattform verfügt momentan über mehr als 60 Mitglieder, darunter Kläranlagenbetreiber aller Größenklassen, Abwasserzweckverbände, Ingenieurbüros, Hochschulen, Entsorgungsunternehmen und Betreiber von Klärschlammverbrennungsanlagen.

Mit dem Ziel, eine langfristig tragfähige energetische Klärschlammverwertung und Phosphor-Rückgewinnung im Land sicherzustellen, erstellt die „P-Rück“ derzeit ein Strukturkonzept zur Klärschlammentsorgung und Phosphor-Rückgewinnung in Baden-Württemberg. Auf dessen Grundlage soll in den nächsten Jahren die bereits im Jahr 2012 veröffentlichte „Phosphor-Rückgewinnungsstrategie Baden-Württemberg“ aktualisiert werden. Dabei sollen dezentrale Ansätze zur Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlamm und interkommunale Zusammenschlüsse zur Rückgewinnung aus der Asche von Klärschlammverbrennungsanlagen gleichwertig behandelt werden.

Darüber hinaus veranstaltet das Umweltministerium Baden-Württemberg gemeinsam mit dem DWA-Landesverband Baden-Württemberg seit 2015 jährlich den Kongress „Phosphor – ein kritischer Rohstoff mit Zukunft“. Dieser dient der regelmäßigen fachlichen Information der kommunalen Entscheidungsträger und interessierten Fachleute. Die regelmäßig im Rahmen des Phosphor-Kongresses angebotenen Exkursionen ermöglichen zudem Einblicke in aktuelle Forschungsthemen sowie in die Umsetzungen von Technologien in der Praxis.

Mit der Phosphorrückgewinnungsanlage des Abwasserzweckverbandes Offenburg ist im Land bereits seit 2011 eine Versuchsanlage zur P-Rückgewinnung zu Forschungszwecken in Betrieb. Diese Anlage gewinnt Phosphor mithilfe des sogenannten „Stuttgarter-Verfahrens+“ aus den anaerob stabilisierten Klärschlämmen in Form von Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP; mineralogische Bezeichnung: Struvit) zurück.

Um die Düngewirkung und den Düngewert von Phosphor in Recyclingdüngemitteln standardisiert zu charakterisieren und vergleichen zu können, hat das Umweltministerium Baden-Württemberg ein standardisiertes Bewertungsverfahren für Phosphor-



Recyclingdüngemittel erarbeiten lassen. Informationen hierzu sind auf der Homepage des Baden-Württembergischen Umweltministeriums unter <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/abfall-und-kreislaufwirtschaft/kreislaufwirtschaft/wertstoffe-aus-abfaellen/phosphor-rueckgewinnung/> veröffentlicht.

#### **4 Phosphorrückgewinnung in Bayern**

In den Abfallwirtschaftsplan Bayern und das Landesentwicklungsprogramm wurde bereits 2006 das Ziel verankert, die landwirtschaftliche, gärtnerische und landschaftsbauliche Verwertung von Klärschlamm zu beenden. Hierdurch hat Bayern schon vor der Verschärfung des Düngemittelrechts einen deutlichen Rückgang der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung auf 12 Prozent im Jahr 2017 und etwa 10 Prozent im Jahr 2018 erreicht. Dieser Weg wird in Bayern konsequent weiterverfolgt. Zur Unterstützung der Kommunen bei der Umsetzung von Entsorgungswegen abseits der bodenbezogenen Verwertung wurde die durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz finanzierte „Plattform zur Koordinierung der kommunalen Klärschlammverwertung in Bayern“ eingerichtet. Hierbei werden Kommunen und Kläranlagenbetreiber in Bezirksveranstaltungen über aktuelle Entwicklungen und Rahmenbedingungen informiert. Weitere Unterstützung bei der Ermittlung vorhandener und benötigter Verwertungskapazitäten wird ein Strukturkonzept bieten.

Das bayerische Umweltministerium hat bereits diverse Anstrengungen zur Entwicklung und Umsetzung einer landesweiten Phosphorrückgewinnung unternommen. In diesem Zusammenhang wurde bereits im Jahr 2012 eine Initialstudie des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT „Phosphorstrategie für Bayern – Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen und Empfehlungen“ und 2015 ein vom LfU durchgeführtes Vorhaben „Rückholbarkeit von Phosphor aus kommunalen Klärschlämmen“ abgeschlossen. Aktuell wird ein weiteres Projekt durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) zum Thema „Phosphorrückgewinnung bei der Abwasserbehandlung“ umgesetzt, welches den aktuellen Stand der Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Abwasser, Klärschlamm und Asche darstellen und bewerten wird. Zudem wird am Ressourceneffizienz-Zentrum Bayern (REZ), das am LfU angesiedelt ist, eine Beratungsstelle für Kommunen zur Thematik der Phosphorrückgewinnung eingerichtet.

Zusätzlich hat das Bayerische Umweltministerium die zuständigen Behörden in Bayern über die neuen Regelungen und Anforderungen der fortgeschriebenen Klärschlammverordnung Ende 2017 umfassend informiert.

## **5 Phosphorrückgewinnung in Berlin**

Gegenwärtig werden die im Land Berlin anfallenden Klärschlämme zu 100 % energetisch verwertet. Dabei wird etwa die Hälfte dieser Klärschlämme in einer Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage entsorgt, die andere Hälfte wird in anderen Bundesländern in Klärschlamm-Mitverbrennungsanlagen verbrannt. Aus einem geringen Anteil der anfallenden Klärschlämme wird vor der Verbrennung bereits Phosphor mit Hilfe des sogenannten „Air-Prex-Verfahrens“ zurückgewonnen. Dabei werden dem Wirtschaftskreislauf jährlich etwa 40 Mg Phosphor zurückgegeben.

Zukünftig soll der gesamte Energieinhalt der Klärschlämme vor Ort genutzt werden, weshalb die Klärschlamm-Mitverbrennung eingestellt wird. Zur Entsorgung des gesamten Klärschlammmanfalls des Landes Berlin ist geplant, eine weitere Monoklärschlammverbrennungsanlage bis 2025 in Betrieb zu nehmen.

Parallel dazu werden die bekannten P-Recyclingverfahren intensiven Prüfungen unterzogen, damit unter Berücksichtigung der Energie-, Klima- und Ressourceneffizienz das für den jeweiligen Standort am besten geeignete Verfahren zukünftig zum Einsatz kommt.

## **6 Phosphorrückgewinnung in Brandenburg**

Etwa 60 % der im Land Brandenburg anfallenden Klärschlämme werden heute energetisch verwertet. Daneben stellen aufgrund der geringen Bevölkerungsdichte und der ländlichen Prägung die Verwertung von Klärschlämmen in Landwirtschaft und Landschaftsbau derzeit noch wesentliche Entsorgungswege dar. Die aktuelle Belastung der Klärschlämme mit Schadstoffen würde auch zukünftig das weitere Verfolgen dieser Entsorgungswege gestatten.

Insbesondere im Hinblick auf die Phosphorrückgewinnung tritt das Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft in den Dialog mit den Aufgabenträgern der Abwasserentsorgung und deren Verbänden.

## **7 Phosphorrückgewinnung in Bremen**

Da geeignete Anlagen zur Klärschlamm Entsorgung und Phosphor-Rückgewinnung für Bremen oder Bremerhaven für sich genommen als zu klein und unwirtschaftlich

identifiziert wurden, hat sich im Dezember 2017 ein Verbund von Entsorgungsunternehmen aus Bremen (Hansewasser und swb) und dem nordwestlichen Niedersachsen gebildet. Dieser Verbund plant bis 2022 den Bau einer Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage in Bremen. Mit einer Kapazität von etwa 100.000 Mg entwässertem Klärschlamm soll sie ausreichen, um den in Bremen und den verbundenen Körperschaften anfallenden Schlamm zu verbrennen.

Die in Frage kommenden Techniken zur Phosphorrückgewinnung aus den erzeugten Klärschlammaschen werden aktuell noch geprüft. Eine entsprechende Anlage soll jedoch möglichst zeitnah nach Fertigstellung der Verbrennungsanlage errichtet werden.

Auch der Kläranlagenbetreiber BEG in Bremerhaven beabsichtigt eine regionale Lösung zur Klärschlammentsorgung und Phosphorrückgewinnung, konkrete Festlegungen existieren aber noch nicht.

Nach Ansicht der Landesregierung sollte die Aufbereitung der erzeugten Aschen zu einem marktgängigen Phosphorprodukt einen wesentlichen Bestandteil der künftigen Klärschlammentsorgungskonzepte darstellen.

## **8 Phosphorrückgewinnung in Hamburg**

Die Hamburger Stadtentwässerung AöR (HSE) beabsichtigt in gemeinsamer Partnerschaft mit der REMONDIS Aqua Industrie (RE), die Rückgewinnung von Phosphor aus den Klärschlammaschen der VERA Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage großtechnisch in Hamburg umzusetzen. Zur Realisierung des Vorhabens wurde die Hamburger Phosphorrecyclinggesellschaft mbH (HPHOR) gegründet. Die geplante Anlage soll nach dem REMONDIS TetraPhos®-Verfahren errichtet und für 20 000 Tonnen Asche pro Jahr ausgelegt werden. Dies entspricht der derzeit in Hamburg anfallenden Aschemenge.

## 9 Phosphorrückgewinnung in Hessen

In Hessen stellen sich die Entsorgungswege für Klärschlamm aufgrund der strukturellen Unterschiede differenziert dar. Während im Ballungsraum Rhein Main Klärschlämme bereits zum großen Teil in die Verbrennung gehen, findet in den eher ländlich geprägten Regionen Ost-, Mittelhessen und Nordhessen im Wesentlichen noch eine bodenbezogene Klärschlammverwertung statt.

Im Jahr 2015 wurde im Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz ein interdisziplinärer Arbeitskreis „Phosphor“ als Steuerungsgruppe zur Etablierung der Phosphor-Rückgewinnung in Hessen eingerichtet.

Mögliche Klärschlamm Entsorgungswege und die zur Verfügung stehenden Verfahren zur Phosphor-Rückgewinnung im Land untersuchte die RWTH Aachen im Rahmen des Gutachtens zur „Umsetzung einer Phosphorrückgewinnung in Hessen (HAD-Referenz-Nummer: 4824/8)“. Dabei konnten Empfehlungen zur Auswahl von Verfahren für Demonstrationsstandorte in Hessen erarbeitet werden.

Mit dem hessischen Phosphordialog besteht in Hessen seit 2016 eine Plattform für alle Akteure im Bereich Abwasser, Klärschlamm und Landwirtschaft, um sich regelmäßig über das Themenfeld Phosphor-Recycling auszutauschen.

Um den Aufbau einer Infrastruktur zur Rückgewinnung von Phosphor voranzutreiben fördert das Land Hessen (HMUKLV) seit 2017 Demonstrationsprojekte zur Phosphorrückgewinnung sowie Machbarkeitsstudien für regionale und interkommunale Lösungen in Hessen. Dabei werden Vorhaben von Kommunen oder Gebietskörperschaften zum Bau von großtechnischen Demonstrationsvorhaben und Machbarkeitsstudien zur Entwicklung regionaler Konzepte gefördert. Bisher wurden vier Projekte mit einer Gesamtfördersumme von 400.000 € unterstützt. Weitere Anträge sind angekündigt.

Zur Beurteilung der Pflanzenverfügbarkeit von Recyclingphosphaten aus Klärschlamm und Klärschlammaschen wurde in Hessen bereits ein Leistungsvergleich zu Triple-Superphosphat und zu Klärschlamm durchgeführt. Ein Einsatz von zurückgewonnenem Phosphor in der Praxis ist aktuell jedoch nicht bekannt.

Neben dem Nachweis, dass Phosphorrezyklate als Düngemittel geeignet sind, müssen für deren tatsächliche Anwendung in der Landwirtschaft Absatz- und Vermarktungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Zu diesem Zweck wurde ein Fachgutachten

in Auftrag gegeben, das Vermarktungsstrukturen von Düngemitteln und Düngemittelkomponenten darstellt sowie Potentiale bei der Entwicklung neuer Wege zur regionalen Wertschöpfung bei der Verwendung von Recyclingphosphaten sowohl im konventionellen als auch im ökologischen Landbau aufzeigt.

Informationen zum Thema sind auf der Homepage des Hessischen Umweltministeriums unter <https://umwelt.hessen.de/umwelt-natur/ressourcenschutzshystrategie/schwerpunkt-phosphorrueckgewinnung-aus-klaerschlammm> veröffentlicht.

## **10 Phosphorrückgewinnung in Mecklenburg-Vorpommern**

Der Anteil der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung ist in Mecklenburg-Vorpommern seit 2016 (64 %) zwar rückläufig, er liegt derzeit allerdings noch bei etwa 56 %. Vor diesem Hintergrund werden in der Landesstudie „Zukunftsfähige Behandlung und Entsorgung von Klärschlamm in Mecklenburg-Vorpommern“ (2013) Ansätze für eine zukünftige Klärschlammverwertung untersucht und Hinweise für die weitere Entwicklung eines zukunftsfähigen Klärschlammkonzeptes abgeleitet.

Da eigene Verbrennungskapazitäten in Mecklenburg-Vorpommern nur begrenzt bestehen (nur Mitverbrennungsanlagen), erfolgt die thermische Verwertung der Klärschlämme aktuell größtenteils außerhalb des Landes.

Eine thermische Klärschlammverwertungsanlage mit einer Kapazität von etwa 2.500 Tonnen Trockensubstanz pro Jahr hat der Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Rügen (ZWAR) am 14.06.2017 offiziell in Betrieb genommen. In dieser Anlage werden die Klärschlämme aller 38 Kläranlagen des Zweckverbandes verwertet. Mit der Verwertung der Klärschlamm-Monoverbrennungasche ist derzeit ein Dienstleister beauftragt. Zukünftig ist geplant, den Phosphor aus den Aschen – gegebenenfalls in Zusammenarbeit mit weiteren Klärschlammbehandlern im Land – zurückzugewinnen.

Die Klärschlamm-Kooperation Mecklenburg-Vorpommern (KKMV) bündelt die Klärschlamm-mengen von derzeit 6 kommunalen Abwasserentsorgern, weitere 9 Abwasserentsorger haben in ihren Gremien die Beitrittsbeschlüsse gefasst. Mit den zukünftig 16 Gesellschaftern verfügt die KKMV über eine Klärschlamm-menge von jährlich etwa 90.000 Tonnen Frischmasse. Die KKMV plant in Rostock den Bau und Betrieb

einer Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage mit nachgelagertem Phosphor-Recycling aus den Aschen. Das Verfahren zur Phosphorrückgewinnung steht noch nicht fest.

## **11 Phosphorrückgewinnung in Niedersachsen**

In Niedersachsen wurden im Jahr 2018 etwa 31 % der anfallenden Klärschlamm-mengen landwirtschaftlich und der Phosphor damit direkt verwertet. Die Landesregierung sieht vor dem Hintergrund der Neuordnung der Klärschlammverwertung und den Anforderungen der Klärschlammverordnung an die Rückgewinnung von Phosphor einen weitreichenden Umstrukturierungsbedarf bei der Klärschlamm Entsorgung. Erste kurzfristige Maßnahmen wie zum Beispiel Hinweise zur Lagerung von Klärschlämmen haben deutlich zur Entspannung der Entsorgungssituation beigetragen ohne jedoch Konzepte und Umsetzungsstrategien der Phosphorrückgewinnung weiterzuentwickeln.

Seit über einer Dekade wird in einigen Abwasserbehandlungsanlagen eine gezielte Magnesium-Ammonium-Phosphat-Fällung in Niedersachsen eingesetzt. Ziel dieser Fällung ist in erster Linie die Vermeidung unkontrollierter Kristallisationen in den Schlammrohrleitungen; sie findet daher nicht primär aus Gründen der Phosphorrückgewinnung, sondern eher aus betriebswirtschaftlichen Gründen statt. Soweit hierbei Phosphor-Dünger gewonnen wird, wird dieser in der Regel ausschließlich regional verwertet. Auf einer weiteren Abwasserbehandlungsanlage wurde auch ein Pyrolyseverfahren zur Klärschlammbehandlung getestet. Nach Abschluss des Probetriebes stellte der Betreiber der Abwasserbehandlungsanlage den Betrieb dieser Pyrolyseanlage ein.

In Niedersachsen befinden sich derzeit drei Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen mit jährlichen Verbrennungskapazitäten von jeweils etwa 30.000 – 35.000 Mg Klärschlamm-Trockenmasse in Planung. Eine dieser Anlagen kann voraussichtlich bereits im Jahr 2021 in Betrieb genommen werden. Eine weitere kleinere Verbrennungsanlage verfügt bereits über die erforderliche immissionsschutzrechtliche Genehmigung und befindet sich derzeit im Bau.

Im Hinblick auf die Phosphor-Rückgewinnung aus den gewonnenen Verbrennungsa-schen laufen derzeit die jeweiligen Planungen. Entsprechende Anlagen sollen in Nie-dersachsen bzw. in den benachbarten Bundesländern entstehen (ggf. Synergieeff-ekte zu bereits vorhandenen oder im Bau befindlichen Verbrennungsanlagen).

Im Rahmen des landesweiten und durch das Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz geförderten Projektes „Norddeutsches Netzwerk Klärschlamm“ der DWA wird seit dem Jahr 2016 die interkommunale Zusammenarbeit von Abwasserbehandlungsanlagen auch unter dem Gesichtspunkt der Phosphorrückgewinnung begleitet.

## **12 Phosphorrückgewinnung in Nordrhein-Westfalen**

Im Auftrag des Umweltministeriums NRW wurde Ende 2018 das Projekt „Die Umsetzung der Anforderungen der Klärschlamm-Verordnung zur Phosphorrückgewinnung in Nordrhein-Westfalen“ begonnen, das bis Herbst 2020 abgeschlossen werden soll. Auf Basis der aktuell vorhandenen Informationen zur Klärschlamm Entsorgung werden plausible Entsorgungsszenarien entwickelt und relevante rechtliche und organisatorische Fragen in enger Zusammenarbeit mit den betroffenen Anlagenbetreibern bearbeitet. Ziel dieses Projektes ist es, den Aufbau einer geeigneten Infrastruktur für die Phosphor-Rückgewinnung in NRW zu unterstützen und somit die Ziele der novellierten Klärschlammverordnung frühzeitig umzusetzen.

In Nordrhein-Westfalen wird Phosphor bisher in einer Kläranlage des Niersverbandes aus dem Abwasserstrom als Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP) zurückgewonnen. Das MAP wird als Düngemittel an die Landwirtschaft in der Umgebung abgegeben.

Emschergenossenschaft und Lippeverband sind seit 2016 an dem Interreg-Projekt Phos4You beteiligt. Im Rahmen des Projektes sollen Rückgewinnungskonzepte für Phosphor aus häuslichem Abwasser untersucht werden. Ziele des Projektes sind:

- Die Machbarkeit der Rückgewinnung von Phosphor demonstrieren;
- Den Nutzen von sekundärem Phosphor für die Düngemittel-Wertschöpfungskette aufzeigen;
- Die Lücken zwischen Rückgewinnung und Recycling schließen.

Auf dem Gelände der Emschergenossenschaft ist eine Pilotanlage für das EuPhoRe-Verfahren in Betrieb.

Das Stuttgarter Verfahren wurde auf einer Kläranlage in NRW im Rahmen eines Forschungsvorhabens Ende 2018/Anfang 2019 detailliert untersucht. Die Untersuchungsergebnisse wurden bisher nicht veröffentlicht.

### **13 Phosphorrückgewinnung in Rheinland-Pfalz**

In Rheinland-Pfalz fallen pro Jahr etwa 90.000 Mg Klärschlamm-Trockenmasse an. Hiervon werden bislang ca. zwei Drittel als Düngemittel auf landwirtschaftlich genutzten Flächen im regionalen Umfeld zu den Kläranlagen, in denen der Klärschlamm angefallen ist, verwertet. Die übrige nicht bodenbezogen verwertete Klärschlammmenge wird überwiegend in Kohlekraftwerken oder bei der Zementherstellung mitverbrannt. Die Abschaltung von Kohlekraftwerken und die Einführung der Phosphorrückgewinnungspflicht durch die neue Klärschlammverordnung werden aus Sicht der Landesregierung verstärkt zur Monoverbrennung von Klärschlämmen führen. Vor diesem Hintergrund werden derzeit von kommunaler Seite Kapazitäten für die Monoverbrennung der Klärschlämme aufgebaut bzw. konkret geplant. So werden in diesem und im nächsten Jahr Verbrennungskapazitäten in Mainz und Koblenz in einer Größenordnung von insgesamt 41.500 Mg Trockenmasse in Betrieb gehen. Weitere kommunal betriebene Verbrennungsanlagen werden geplant. Andere Behandlungsverfahren sind im Pilot- und Erprobungsstadium.

### **14 Phosphorrückgewinnung in Saarland**

Im Saarland wurden bisher noch keine konkreten Maßnahmen zur Phosphor-Rückgewinnung getroffen. Allerdings betreibt der landesweit für die öffentliche Abwasserreinigung zuständige Entsorgungsverband Saar (EVS) am Standort der Kläranlage in Homburg seit kurzem eine Klärschlamm-Mineralisierungsanlage (Pilotprojekt „PYREG- Anlage KA Homburg“). Von Seiten des EVS ist geplant, das bei der Mineralisierung entstehende und von einzelnen Schadstoffen befreite Material als Düngemittel anerkennen zu lassen und zu vermarkten. Der hierfür erforderliche Zulassungsprozess ist jedoch noch nicht abgeschlossen.

### **15 Phosphorrückgewinnung in Sachsen**

Im Freistaat Sachsen fielen 2017 etwa 72.000 Mg Klärschlamm-Trockenmasse an, wovon etwa 34 % bei landschaftsbaulichen Maßnahmen und rund 10 % auf landwirtschaftlichen Flächen verwertet wurden. Die thermische Entsorgung erfolgte weitgehend durch Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken in Sachsen. Die thermische Entsorgung hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen.



Aufgrund der geänderten gesetzlichen Bedingungen wird derzeit im Auftrag des Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) die zuletzt im Jahr 2015 fortgeschriebene Klärschlammkonzeption aktualisiert. Die Klärschlammkonzeption soll den Aufgabenträgern der Abwasserbeseitigung als Informations- und Entscheidungsgrundlage zur zukünftigen Klärschlamm Entsorgung und Phosphorrückgewinnung dienen. Sie kann die notwendigen Entscheidungen und Aktivitäten der Aufgabenträger, die diese im Rahmen der Selbstverwaltungsaufgabe wahrzunehmen haben, jedoch nicht ersetzen. Die aktualisierte Klärschlammkonzeption soll im Jahr 2020 fertiggestellt sein.

Im Rahmen der Zukunftsinitiative simul+ unterstützt das Sächsische Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) innovative Aktivitäten zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm sowie aus anderen Abfall- und Reststoffen.

Am Standort der zentralen Kläranlage Niederfrohna wurde im Juni 2018 mit dem Bau einer Pyrolyseanlage für die Verwertung von Klärschlamm des Zweckverbands Frohnbach (40.000 EW) begonnen. Das Projekt wurde mit EFRE-Mitteln gefördert und ist Teil der Zukunftsinitiative simul+. Im ersten Quartal 2020 soll der Probetrieb beginnen, so dass bis zum Jahresende 2020 erste Betriebserfahrungen vorliegen. Dazu sind Feldversuche über mindestens drei Jahre notwendig.

An der TU Bergakademie Freiberg wurde eine Technologie entwickelt, die auf die Gewinnung von Phosphorsäure aus primären sowie sekundären phosphathaltigen Rohstoffen abzielt. Mit dem „PARFORCE-Verfahren“ ist es möglich, Phosphorsäure sowohl aus Struvit als auch aus Klärschlammaschen zu gewinnen. Im Dezember 2017 wurde die PARFORCE-Demonstrationsanlage mit einer Behandlungskapazität von einer Tagedonne Inputmaterial an der TU Bergakademie Freiberg in Betrieb genommen. Eine großtechnische Umsetzung des Verfahrens steht noch aus.

Das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ) in Leipzig hat in Kooperation mit der CENTEC Gesellschaft für Labor- und Prozessmesstechnik mbH im Rahmen des Forschungsvorhabens „Akkumulation und schadstoffarme Verfügbarmachung von Bio-P aus Klärschlamm“ ein Verfahren zur schadstoffarmen Düngemittelproduktion aus Klärschlamm mittels biologischer Phosphateliminierung durch Resthefen aus der Bierherstellung entwickelt. Das Verfahren wird in der Kläranlage Eilenburg des Abwasserzweckverbandes Mittlere Mulde (49.000 EW) erprobt und durch

die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) im Zeitraum von Februar 2018 bis Januar 2021 gefördert. Das LfULG ist als Unterauftragnehmer des UFZ mit der Prüfung der Pflanzenverfügbarkeit des Phosphors im Gefäßversuch beteiligt.

Die pontes pabuli GmbH aus Leipzig entwickelt aktuell ein Verfahren, bei dem die Phosphate in Klärschlammaschen mittels Säureaufschluss verfügbar gemacht und durch ein Granulationsverfahren zu Düngemitteln weiterverarbeitet werden. Optional können Schwermetalle abgeschieden werden. Die Entwicklung des Verfahrens wird unter dem Titel „Entwicklung eines effizienten P-Recyclingverfahrens mit Schwermetallabtrennung“ mit einer Laufzeit von März 2019 bis Februar 2020 durch die DBU gefördert. In Kooperation mit der EEW Energy from Waste GmbH soll das Verfahren zur Phosphorrückgewinnung in der Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage Stapelfeld, die sich derzeit in der Genehmigungsphase befindet, eingesetzt werden.

Im Rahmen der Leipziger Fachmesse für Entsorgung, Kreislauf- und Ressourcenwirtschaft (TerraTec) wurde im April 2017 durch das LfULG im Auftrag des SMUL das simul+ Forum „Phosphorrückgewinnung aus Abfällen, insbesondere kommunalen Klärschlämmen“ durchgeführt, um die Akteure der Klärschlammentsorgung auf die zukünftige Klärschlammentsorgung und Phosphorrückgewinnung einzustimmen.

Aufgrund der Bedeutung der Phosphorrückgewinnung hat die CLEANTECH Initiative Ostdeutschland (CIO) innerhalb des Arbeitskreises Kreislaufwirtschaft im Mai 2017 einen Arbeitskreis „Phosphor-Rückgewinnung“ eingerichtet. Ziel des Arbeitskreises ist es, vorhandene Kompetenzen in Ostdeutschland zu bündeln und gemeinsam neue Ideen und länderübergreifende Kooperationsprojekte zu entwickeln.

Sächsische Akteure aus der Entsorgungswirtschaft und aus Forschung und Entwicklung arbeiten außerdem im Netzwerk Technologie- und Kompetenzzentrum organisches Reststoffrecycling (tkor-netzwerk) zusammen.

## **16 Phosphorrückgewinnung in Sachsen-Anhalt**

In Sachsen-Anhalt wurde in der Vergangenheit bereits eine Anlage zur Herstellung von Phosphatdünger aus Klärschlamm-Monoverbrennungsaschen betrieben. Der Betrieb dieser Anlage wurde jedoch eingestellt.

Mit der Schaffung von infrastrukturellen Voraussetzungen für die P-Rückgewinnung in Sachsen-Anhalt ist eine Reihe von unterschiedlichen Akteuren im Land befasst.

Als eine wichtige Maßnahme steht in Sachsen-Anhalt die Netzwerkarbeit der Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen im Vordergrund. Dabei sollen insbesondere regional integrierte technisch-wirtschaftliche Entsorgungskonzepte für Kläranlagenbetreiber sowie Organisationskonzepte gemeinschaftlich entwickelt werden.

Gleichzeitig sind deutliche Fortschritte bei der Entsorgungswirtschaft zu verzeichnen, sich den geänderten rechtlichen Rahmenbedingungen zu stellen, insbesondere durch Kapazitätserweiterungen der Klärschlammverbrennung als Teil einer Infrastruktur für die Phosphor-Rückgewinnung. Eine Anlage zur Herstellung von P-Düngemitteln aus Klärschlammverbrennungsgas ist derzeit im Bau. Weitere Anlagen sind in Planung.

## **17 Phosphorrückgewinnung in Schleswig-Holstein**

In Schleswig-Holstein fallen jährlich etwa 75.000 Mg Trockensubstanz Klärschlamm an. Im Jahr 2018 wurden davon ca. zwei Drittel als Düngemittel in der Landwirtschaft verwertet. Die übrigen Schlämme werden in Anlagen außerhalb von Schleswig-Holstein mitverbrannt. Geeignete thermische Behandlungskapazitäten für Klärschlämme stehen derzeit in Schleswig-Holstein noch nicht zur Verfügung.

Vor diesem Hintergrund gibt es derzeit verschiedene Aktivitäten zur Neuausrichtung der Klärschlamm Entsorgung und die damit verbundene Einführung der Phosphorrückgewinnungspflicht.

Konkret gibt es derzeit Planungen zur P-Rückgewinnung aus der Klärschlammgasphase am Standort einer geplanten Klärschlammmonoverbrennungsanlage.

## **18 Phosphorrückgewinnung in Thüringen**

In Thüringen fallen jährlich etwa 40.000 Mg Klärschlamm-Trockenmasse an. Im Jahr 2016 wurden davon 70 %, im Jahr 2018 noch 54 % bodenbezogen verwertet. Bei den ab dem Jahr 2032 zur Phosphorrückgewinnung verpflichteten Klärschlammzeugern fallen jährlich ca. 20.000 Mg Klärschlamm-Trockenmasse an.

Die Umsetzung der rechtlichen Vorgaben der Klärschlammverordnung obliegt den Trägern der Abwasserentsorgung und unterliegt somit der kommunalen Selbstverwaltung. Die Landesregierung beabsichtigt nicht, den kommunalen Aufgabenträgern für die Erfüllung dieser Aufgabe landesspezifische Vorgaben zu machen.

Der auf Initiative einiger Ost-Thüringer Zweckverbände 2018 begonnene Austausch der kommunalen Aufgabenträger zur Vorbereitung der notwendigen technischen und organisatorischen Entscheidungen zur Umsetzung der Phosphorrückgewinnungspflichten aus der Klärschlammverordnung und zu Möglichkeiten der interkommunalen Zusammenarbeit wurde fortgeführt. Von einigen Thüringer Aufgabenträgern wird derzeit an der Gründung eines Zweckverbands gearbeitet, der zukünftig die Teilaufgabe Klärschlammentsorgung gemäß Klärschlammverordnung für seine kommunalen Verbandsmitglieder übernehmen soll. Das Umweltressort begleitet die Aktivitäten der kommunalen Aufgabenträger auf fachlicher Ebene.