

**MINISTERIUM FÜR UMWELT,
KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT
BADEN-WÜRTTEMBERG**

Postfach 10 34 39, 70029 Stuttgart
E-Mail: poststelle@um.bwl.de
FAX: 0711 126-2881

An die
Präsidentin des Landtags
von Baden-Württemberg
Frau Muhterem Aras MdL
Haus des Landtags
Konrad-Adenauer-Str. 3
70173 Stuttgart

nachrichtlich

Staatsministerium
Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Antrag der Abg. Dr. Bernd Murschel u. a. GRÜNE
– **Stand der Technik und Umsetzung der Phosphor-Rückgewinnung insbesondere in Kläranlagen**
– **Drucksache 16/3881**

Ihr Schreiben vom 13.04.2018, AZ. I/2.3

Sehr geehrte Frau Landtagspräsidentin,

das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft nimmt im Einvernehmen mit dem Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz zu dem Antrag wie folgt Stellung:

*Der Landtag wolle beschließen,
die Landesregierung zu ersuchen
zu berichten,*

1. *Welche technischen Verfahren in der Phosphorrückgewinnung sowie in der Spurenstoffelimination in Baden-Württemberg eingesetzt werden?*

Die am 3. Oktober 2017 in Kraft getretene novellierte Klärschlammverordnung enthält erstmals verpflichtende Regelungen für das Phosphor-Recycling. Um langfristig eine nennenswerte Eigenversorgung des Landes mit Phosphor sicherzustellen, wurde in Baden-Württemberg bereits deutlich vor Inkrafttreten der gesetzlichen Rückgewinnungspflicht mit dem Aufbau einer Infrastruktur für die Rückgewinnung von Phosphor begonnen. Mit der vom Umweltministerium geförderten Phosphorrückgewinnungsanlage des Abwasserzweckverbandes Offenburg ist in Baden-Württemberg bereits seit 2011 eine großtechnische Anlage zur P-Rückgewinnung 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.

Derzeit befinden sich in Baden-Württemberg vier weitere Anlagen zur Rückgewinnung von Phosphor in der Planung bzw. im Bau. Dabei planen drei dieser Anlagen ein Verfahren zur Phosphor-Rückgewinnung in Form einer MAP-Fällung. In einer Anlage soll der Phosphor hingegen in einem thermischen Verfahren zurückgewonnen werden.

In Baden-Württemberg sind dreizehn kommunale Kläranlagen mit einer vierten Reinigungsstufe zur Elimination von Spurenstoffen ausgestattet. Bei zwölf dieser Anlagen erfolgt die Elimination über das Pulveraktivkohleverfahren, auf einer Kläranlage über einen Filter mit granulierter Aktivkohle. Weitere vierzehn Anlagen zur Spurenstoffelimination sind in Planung bzw. im Bau. In vier der geplanten Anlagen soll die Elimination über das Ozonverfahren erfolgen.

2. *Wie die „zentrale“ Phosphorrückgewinnung bei Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen im Vergleich zur Phosphorrückgewinnung in Kläranlagen zu beurteilen ist (Kosten, Effizienz, Logistik, Organisationsstruktur)?*

Grundsätzlich stehen neben der Asche aus Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen, aus der kommunalen Abwasserreinigung die flüssige Phase (Abwasser und Prozesswasser) sowie der Klärschlamm für die Phosphor-Rückgewinnung zur

Verfügung. Diese Stoffströme unterscheiden sich hinsichtlich einer Vielzahl von Parametern wie Menge, Volumenstrom, Beschaffenheit und Zusammensetzung des jeweiligen Stoffstroms, Phosphorkonzentration, Phosphorbindungsform oder Rückgewinnungspotenzial.

In der Klärschlammasche ist nahezu der gesamte im Klärschlamm bzw. im Kläranlagenzulauf enthaltene Phosphor vorhanden. Da der Phosphor in der Klärschlammasche in hoher Konzentration vorliegt, kann bei der „zentralen“ Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlamm-Monoverbrennungsgaschen in der Regel deutlich mehr Phosphor zurückgewonnen werden, als bei den abwasserseitigen Verfahren in Kläranlagen. Bezogen auf den Kläranlagenzulauf liegt das Phosphor-Rückgewinnungspotenzial meist bei über 80 %. Bei abwasserseitigen Rückgewinnungsverfahren fällt dieses Potenzial mit 5-70 % hingegen teilweise deutlich geringer aus.

Den hohen Rückgewinnungsquoten aus der Asche steht allerdings ein höherer wirtschaftlicher und technischer Aufwand gegenüber. Denn der Phosphor liegt in der Klärschlammasche chemisch gebunden vor. Die erforderliche Rücklösung des Phosphors ist verfahrenstechnisch komplex und aufwendig. Sie kann durch nass-chemischen oder thermochemischen Aufschluss oder auch metallurgisch erfolgen.

Neben der Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm-Monoverbrennungsgaschen sind inzwischen auch thermische Verfahren mit vergleichbar hohem Phosphor-Rückgewinnungspotenzial verfügbar, die der gleichzeitigen thermischen Behandlung der Klärschlämme und der Gewinnung von Phosphor dienen (z. B. MePhrec- und EuPhoRe-Verfahren). Durch diese kombinierten thermischen Phosphor-Rückgewinnungsverfahren können die genannten Schwierigkeiten der P-Rückgewinnung im Zusammenhang mit der Klärschlamm-Monoverbrennung vermieden werden.

Einen Vorteil der abwasserseitigen Rückgewinnungsverfahren stellen die mit dem Rückgewinnungsverfahren verbundenen positiven Nebeneffekte auf den Kläranlagenbetrieb dar. So können beispielsweise durch die gezielte Fällung von Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP) betriebliche Schwierigkeiten (Verkrustungen) verhindert und die Schlammentwässerbarkeit verbessert werden.

Bei Betrachtung des gesamten Klärschlamm Entsorgungsprozesses ist für „zentrale“ Phosphor-Rückgewinnungsverfahren aus Klärschlamm-Monoverbrennungaschen und thermische Rückgewinnungsverfahren ein vergleichbarer logistischer Aufwand zu erwarten wie bei der Phosphorrückgewinnung in Kläranlagen. Zwar ist für den Transport zu einer Monoverbrennungsanlage bzw. einer thermischen Phosphor-Rückgewinnungsanlage zunächst ein entsprechender Transportaufwand erforderlich, jedoch erfolgt die Phosphor-Rückgewinnung aus der Klärschlamm asche in der Regel am Standort der thermischen Behandlung. Im Falle von abwasserseitigen Rückgewinnungsverfahren wird der phosphorarme Klärschlamm in der Regel zu einer geeigneten thermischen Verwertungsanlage zur Mitverbrennung transportiert.

Zur Bewertung von Rückgewinnungsverfahren müssen die Struktur der kommunalen Kläranlagen sowie die relevanten Parameter für jede Kläranlage bzw. jedes Abwasser separat betrachtet werden. Sie spielen bei der Auswahl des geeigneten Rückgewinnungsverfahrens neben den wirtschaftlichen Aspekten und der Pflanzenverfügbarkeit eine bedeutende Rolle.

Aufgrund der sehr individuellen Vorgehensweise lassen sich belastbare Kostenbetrachtungen und -vergleiche noch immer nicht vorlegen. Alle im Bundesgebiet eingesetzten P-Rückgewinnungsanlagen befinden sich noch in einem Stadium der weiteren Prozessoptimierung mit dem Ziel technisch stabiler, automatisierter und möglichst kostengünstiger Prozesse. Die damit einhergehenden Untersuchungen und Prozessmodifikationen lassen eine betriebswirtschaftliche Kostenbetrachtung noch nicht zu. Dabei ist besonders zu berücksichtigen, dass der für die Anlagenoptimierungen erforderliche zusätzliche Personaleinsatz erhebliche Mittel erfordert, die bei einem späteren Dauerbetrieb der Anlagen nicht mehr erforderlich sind. Auch zu den Vermarktungserlösen von Sekundär-Phosphor liegen angesichts des im Aufbau befindlichen Marktes noch keine belastbaren Daten vor.

Das Umweltministerium legt aus diesem Grund keine Vorgaben oder Empfehlungen für ein bestimmtes Rückgewinnungsverfahren fest. Die Ansätze sollen beim Aufbau einer geeigneten Infrastruktur zur Rückgewinnung von Phosphor gleichwertig behandelt werden.

3. *Welche Phosphorrückgewinnungsverfahren besonders effizient sind?*

Es wird auf die Antwort zu Frage 2 sowie auf den im Jahr 2015 veröffentlichten Bericht „Ressourcenschonung durch Phosphor-Rückgewinnung“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) verwiesen. Die LAGA stellt in diesem Bericht fest, dass die grundsätzliche Einsatzfähigkeit mehrerer Verfahren durch Studien und Pilotanlagen inzwischen zwar belastbar nachgewiesen wurden, eine allgemein gültige Bewertung der Effizienz der Verfahren jedoch derzeit nicht möglich ist. Dabei erschweren die heterogenen Randbedingungen vor Ort einen fundierten objektiven Vergleich ebenso, wie der unterschiedliche Entwicklungsstand der Verfahren und die begrenzte Datenlage. Diese Einschätzungen der LAGA sind aktuell noch immer gültig.

Grund hierfür ist unter anderem, dass bislang nur einige Anlagen in den großtechnischen Dauerbetrieb überführt worden sind. Allerdings wird aktuell intensiv an der großtechnischen Umsetzung unterschiedlicher Verfahren gearbeitet. Auf der Grundlage der Daten aus dem Dauerbetrieb dieser Anlagen können neue Erkenntnisse zur Effizienzbewertung der unterschiedlichen Verfahren gewonnen werden. Vor diesem Hintergrund fördert das Umweltministerium im Rahmen des Operationellen Programms – Innovation und Energiewende – des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) in der Förderperiode 2014-2020 die Etablierung weiterer Pilotanlagen zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm sowie Anlagen zur Rückgewinnung aus der Asche von Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen im Land. Hierbei sollen möglichst beide Rückgewinnungskonzepte zu einer großtechnischen Umsetzung kommen.

Zur Beurteilung der „Recyclingeffizienz“ reicht es ohnehin nicht aus, die Effizienz lediglich auf die Quantität des zurückgewonnenen Phosphors abzustellen. Vielmehr sind auch die Qualitätsfaktoren wie die Pflanzenverfügbarkeit und die Schadstoffreinheit des gewonnenen Phosphor-Rezyklats oder des daraus erzeugten Düngers zwingend zu berücksichtigen.

4. *Welche Qualitätsmerkmale, Nutzungsmöglichkeiten und Vermarktungsmöglichkeiten sie für die Produkte aus der Phosphor-Rückgewinnung sieht (z. B. Löslichkeit, Pflanzenverfügbarkeit, Schadstoffgehalte)?*

Bei der Diskussion um die Qualität und die Nutzungsmöglichkeiten von Sekundärphosphaten ist zu berücksichtigen, dass der Abbau von Rohphosphaten mit erheblichen Umweltbelastungen verbunden ist. Da vermehrt auch ungünstigere Lagerstätten mit höheren Verunreinigungen der Phosphate erschlossen werden, ist damit zu rechnen, dass die Umweltbelastungen weiter zunehmen werden.

Aus kommunalen Abwässern, Klärschlämmen und Klärschlammaschen können inzwischen hingegen Recyclingphosphate mit ausreichend hoher Pflanzenverfügbarkeit und geringen Schadstoffgehalten (insbesondere bei Cadmium und Uran) gewonnen werden. Das Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP) aus der vom Umweltministerium geförderten Versuchsanlage des Abwasserzweckverbandes Offenburg kann nach den Ergebnissen von Pflanzenversuchen direkt als Mehrnährstoffdünger in der Landwirtschaft oder als Rohstoff für die Phosphatindustrie verwendet werden. Dabei weist es eine größere Schadstofffreiheit als Rohphosphatdünger bei gleichzeitig guter Pflanzenverfügbarkeit und Düngewirkung auf. Dies gilt auch für Sekundär-Phosphate aus vielen anderen technischen Verfahren. Werden diese Phosphate in der Landwirtschaft eingesetzt, lässt sich der Eintrag von Schwermetallen wie Cadmium und Uran auf landwirtschaftliche Böden somit deutlich reduzieren.

Qualitativ hochwertige, gering belastete Sekundär-Phosphorverbindungen können als Rohstoff für industrielle Anwendungen oder als Düngemittel mit hoher Pflanzenverfügbarkeit genutzt werden. Im Rahmen der EFRE-Förderrichtlinie „Phosphor-Rückgewinnung“ des Umweltministeriums sollen daher unter wissenschaftlicher Begleitung anwendungsreife Verfahren zur Phosphor-Rückgewinnung etabliert werden, die einen angemessenen Qualitätsstandard des zurückgewonnenen Phosphors sicherstellen.

Passende Vertriebs- und Absatzkonzepte für den recycelten Phosphor gilt es zu entwickeln, wenn größere Mengen an Recycling-Phosphor zur Verfügung stehen. Die Vermarktung sieht das Umweltministerium jedoch nicht in erster Linie als Aufgabe der Kläranlagen- oder Verbrennungsanlagenbetreiber. Vielmehr ist zu erwar-

ten, dass sich hierfür Dienstleister etablieren, die diesen Service übernehmen. Erste Anbieter für derartige Dienstleistungen haben bereits Interessenbekundungen abgegeben.

5. *Welche besonderen Anforderungen an Produkte aus der Phosphorrückgewinnung sich aus den aktuellen Regelungen zum Düngemittelrecht ergeben?*

Nach Anlage 2 Tabelle 7.4.3 der gültigen Düngemittelverordnung (DüMV) sind Klärschlämme gemäß AbfKlärV, die für eine Aufbringung nach AbfKlärV zulässig sind, zulässige Ausgangsstoffe für die Herstellung von Düngemitteln. Gleiches gilt gemäß Anlage 2 Tabelle 7.3.16 DüMV für Aschen aus der Verbrennung von Klärschlämmen.

Aus Klärschlamm hergestellte mineralische Düngemittel können daher gemäß Anlage 1 Tabelle 1.2.9 i.V.m. Anlage 2 Tabelle 6.2.3 und 6.2.4 wie folgt in Verkehr gebracht werden:

1. Phosphatdünger aus der Verbrennung von Klärschlamm.

Dabei dürfen keine Aschen aus dem Rauchgasweg, ausgenommen der ersten filternden Einheit verwendet werden. Des Weiteren ist eine Verwendung von Kondensatfilterschlämmen nicht zulässig. Die Klärschlammaschen müssen vor einer Granulierung oder Staubbindung einen Siebdurchgang von 98 % bei 0,63 mm und 90 % bei 0,16 mm aufweisen. Die Aschen müssen bei der Abgabe in granulierter oder staubgebundener Form folgenden Siebdurchgang einhalten: bei 0,1 mm max. 0,2 %, bei 0,05 mm max. 0,05 %, bei 0,01 mm max. 0,005 %.

2. Phosphatdünger aus der Phosphatfällung von Klärschlamm.

Die Fällung der mineralischen Phosphate erfolgt mit Calciumchlorid, Kalkmilch, Magnesiumchlorid, Magnesiumoxid oder -hydroxid. Der Dünger muss einen Siebdurchgang von 98 % bei 0,63 mm und 90 % bei 0,16 mm aufweisen.

Für beide Düngerarten gelten ein Mindestgehalt an Gesamtphosphat von 10 % (P_2O_5) gemäß Anlage 1 Tabelle 1.2.9 und folgende Mindestlöslichkeiten der Phosphatfraktionen in Masseprozent (Anlage 2 Tabelle 5.7):

- wasserlösliches Phosphat 2,5 %
- neutral-ammoncitratlösliches und wasserlösliches Phosphat 5%
- ausschließlich mineralsäurelösliches Phosphat 2 %.

6. *Welche gesetzlichen Anforderungen an die Qualität von Wasser (Trinkwasser, Oberflächengewässer, Grundwasser) hinsichtlich der Konzentration von Phosphor gelten und welche neuen gesetzlichen Anforderungen zu erwarten sind?*

Für Trinkwasser gibt es in der Trinkwasserverordnung keinen gesetzlich festlegten Grenzwert in Bezug auf Phosphor bzw. Phosphat. Dies ist auch nicht zu erwarten. Verschiedene Phosphate sind für die Aufbereitung von Trinkwasser bis zu einer höchstzulässigen Zugabe von 2,2 mg/L Phosphor zugelassen.

Die Anforderungen für das Oberflächengewässer sind in der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OGewV), Anlage 7 Nr. 1.1.2 (Anforderungen an den sehr guten ökologischen Zustand) und Nr. 2.1.2 (Anforderungen an den guten ökologischen Zustand) enthalten. Für die verschiedenen Fließgewässertypen in Baden-Württemberg liegen die Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial für den Parameter Ortho-Phosphat-Phosphor bei 0,05 mg/l in den Gewässern des Alpenvorlandes und bei 0,07 mg/l im restlichen Baden-Württemberg. Für den Parameter Gesamt-Phosphor liegen die Anforderungen für die verschiedenen Fließgewässertypen in Baden-Württemberg bei 0,1 mg/l und 0,15 mg/l (Mittelwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren).

Für Grundwasser wurde 2017 in Anlage 2 der Grundwasserverordnung ein Schwellenwert für Ortho-Phosphat in Höhe von 0,5 mg/l festgelegt. Neue gesetzliche Regelungen sind nicht zu erwarten.

7. Welche Unterstützung das Land für die Kommunen bei der Planung und Modernisierung von Kläranlagen in Zusammenhang von Phosphorrückgewinnung bieten kann (Beratung, Förderprogramme, etc.)?

Das Umweltministerium unterstützt Kommunen bei der Untersuchung, der Entwicklung und der Umsetzung von Anlagen zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm und Klärschlammasche mit seiner Förderrichtlinie „Phosphor-Rückgewinnung“ im Rahmen des Operationellen Programms „Innovation und Energiewende“ für die Förderperiode 2014 bis 2020 mit insgesamt 14 Millionen Euro. Dabei stehen 8 Millionen Euro aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) zur Verfügung. Das Land selbst unterstützt die Vorhaben mit weiteren 6 Millionen Euro.

Neben dem finanziellen Förderprogramm findet in Baden-Württemberg zur fachlichen Information der kommunalen Entscheidungsträger und interessierten Fachleute seit 2015 jährlich der P-Rück-Kongress „Phosphor – ein kritischer Rohstoff mit Zukunft“ statt. Die regelmäßig im Rahmen des Phosphor-Kongresses angebotenen Exkursionen ermöglichen zudem Einblicke in aktuelle Forschungsthemen sowie in die Umsetzungen von Technologien in der Praxis. Der Phosphor-Kongress steht unter der Schirmherrschaft von Umweltminister Franz Untersteller.

Eine Förderung für Anlagen zur Phosphorrückgewinnung auf Grundlage der Förderrichtlinien Wasserwirtschaft 2015 ist nicht möglich.

Mit freundlichen Grüßen

In Vertretung des Ministers



Dr. Andre Baumann
Staatssekretär