



Schriftliche Anfrage

des Abgeordneten **Christian Hierneis BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN**
vom 15.03.2022

Klimabilanz Klärschlammverwertung

Aktuell wird das Thema Klärschlamm Entsorgung/-verwertung in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. Betreiber von Müllverbrennungen, Stadtwerken und Konzernen, die Monoverbrennungen errichten, konzentrieren sich stark auf die Verbrennung des Wertstoffs Klärschlamm. Die Schaffung von Stoffkreisläufen und eine klima- und umweltverträgliche Behandlung von Klärschlamm werden kaum oder nicht berücksichtigt. Bei den Behandlungs- und Verwertungsmethoden sollten jedoch auch die einzelnen Klima- und CO₂-Bilanzen berücksichtigt werden.

Die Staatsregierung wird gefragt:

- | | | |
|-----|---|---|
| 1 | Welche möglichen und zugelassenen Methoden für die Klärschlamm-trocknung sind der Staatsregierung bekannt (bitte einzeln auflisten)? | 3 |
| 2.1 | Welche zugelassenen Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammmasche nach dem Verbrennungsprozess sind der Staats-regierung bekannt (bitte einzeln auflisten)? | 3 |
| 2.2 | Welche zugelassenen alternativen Verfahren zur Phosphorrück-gewinnung während des Klärprozesses sind der Staatsregierung be-kannt? | 3 |
| 2.3 | Welche zugelassenen alternativen Verfahren zur Phosphorrück-gewinnung aus dem Klärschlamm sind der Staatsregierung bekannt (bitte einzeln auflisten nach Pyrolyse, Vergasung, Karbonisierung und weiteren)? | 4 |
| 3.1 | Welche CO ₂ -Bilanz weisen die genannten Verfahren zur Phosphor-rückgewinnung aus Klärschlammmasche nach dem Verbrennungs-prozess auf? | 7 |
| 3.2 | Welche CO ₂ -Bilanz weisen die genannten alternativen Verfahren zur Phosphorrückgewinnung während des Klärprozesses auf? | 7 |
| 3.3 | Welche CO ₂ -Bilanz weisen die genannten alternativen Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus dem Klärschlamm auf (bitte einzeln auflisten nach Pyrolyse, Vergasung, Karbonisierung und weiteren)? | 7 |
| 4.1 | Welche Umweltbelastung bzw. Gefahren ergeben sich bei Verbrennungs-prozessen von Klärschlamm bei der Verbrennung mit Ersatzstoffen? | 8 |

4.2	Welche Umweltbelastung bzw. Gefahren ergeben sich bei Verbrennungsprozessen von Klärschlamm bei der Verbrennung in Müllverbrennungen?	8
4.3	Welche Umweltbelastung bzw. Gefahren ergeben sich bei Verbrennungsprozessen von Klärschlamm bei der Verbrennung in Zementwerken?	8
5.1	Welche Umweltbelastung bzw. Gefahren ergeben sich bei Verbrennungsprozessen von Klärschlamm bei der Verbrennung in Kohlekraftwerken?	8
5.2	Welche Umweltbelastung bzw. Gefahren ergeben sich bei Verbrennungsprozessen von Klärschlamm bei der Verbrennung in Monoverbrennungsanlagen?	8
	Hinweise des Landtagsamts	10

Antwort

des Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz im Einvernehmen mit dem Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
vom 13.04.2022

1 Welche möglichen und zugelassenen Methoden für die Klärschlamm-trocknung sind der Staatsregierung bekannt (bitte einzeln auflisten)?

Klärschlamm-trocknungsverfahren lassen sich anhand verschiedener Kriterien einordnen. Im Folgenden wird das Kriterium „Art der Wärmeübertragung“ für eine Unterteilung der verschiedenen Verfahrensarten herangezogen. Dabei wird unterschieden zwischen Konvektions-, Kontakt- oder Strahlungstrocknung. Es werden nur die gebräuchlichsten Trocknerarten beschrieben. Darüber hinaus existieren noch weitere Anlagentechniken, die jedoch in Bayern nicht oder von untergeordneter Bedeutung sind.

Konvektionstrockner: Bei Konvektionstrocknern wird die Trocknungsenergie durch Brennerabgas oder erhitzte Luft auf das Trockengut übertragen. Sie zeichnen sich u.a. durch teilweise hohe Temperaturen des Heizmediums von bis zu 600 °C aus.

Kontaktstrockner: Bei Kontaktstrocknern wird die Wärme über beheizte Flächen auf den zu trocknenden Schlamm übertragen. Die Temperaturen des Heizmediums liegen bei 170–200 °C.

Strahlungstrockner: Bei Strahlungstrocknern wird die notwendige Wärme durch Infrarotlicht, Elektromagnetismus oder durch Sonnenenergie bereitgestellt. Da in Bayern von den genannten Strahlungstrocknern lediglich die letztgenannten im Einsatz sind, werden nur diese näher betrachtet. Bei der rein solaren Trocknung wird der Klärschlamm mithilfe der Sonnenstrahlung in Hallen mit Glas- oder transparenten Kunststoffaußenhüllen getrocknet. Der Trocknungsvorgang erfolgt dabei mithilfe von Strahlungs- sowie Konvektionsenergie. Der Klärschlamm wird kontinuierlich umgewälzt, um das im Schlamm gebundene Wasser mit der Außenluft in Kontakt zu bringen und die Entstehung anaerober Zonen zu vermeiden. Die Zuführung von zusätzlicher Heizenergie – ausnahmslos Abwärme – ist grundsätzlich möglich und bei Neuanlagen mittlerweile die Regel. In diesem Fall spricht man von solarunterstützten Trocknungsanlagen. Hierbei kann die Wärmeenergie sowohl durch Einblasen von warmer Luft in die Trockenhalle als auch durch Beheizung des Hallenbodens erfolgen.

Weitere Informationen sowie Vor- und Nachteile von verschiedenen Trocknungsverfahren finden sich u.a. in der Broschüre „Klärschlamm-trocknung in Bayern – Planungshilfe für Kommunen“ des Landesamts für Umwelt, online verfügbar unter www.bestellen.bayern.de/shoplink/1.

2.1 Welche zugelassenen Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm-trocknung nach dem Verbrennungsprozess sind der Staatsregierung bekannt (bitte einzeln auflisten)?

2.2 Welche zugelassenen alternativen Verfahren zur Phosphorrückgewinnung während des Klärprozesses sind der Staatsregierung bekannt?

1 https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/ifu_abfall_00184.htm

2.3 Welche zugelassenen alternativen Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus dem Klärschlamm sind der Staatsregierung bekannt (bitte einzeln auflisten nach Pyrolyse, Vergasung, Karbonisierung und weiteren)?

Die Fragen 2.1 bis 2.3 werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Vorbemerkung

Grundsätzlich wird nicht zwischen „zugelassenen“ oder „nicht zugelassenen“ Verfahren unterschieden. Die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) ist verfahrensoffen. Die Eignung eines Verfahrens ergibt sich aus der Zulassungsfähigkeit und Marktgängigkeit der erzeugten Produkte (z.B. Einhaltung düngerechtlicher Vorgaben bei Herstellung eines Düngemittels) bzw. der technologischen und ökonomischen Machbarkeit hinsichtlich weiterer generierter sekundärer Reststoffe und der Anlagentechnik. Darüber hinaus müssen unabhängig vom angewandten Verfahren die Vorgaben der AbfKlärV insbesondere hinsichtlich der zukünftig geltenden Phosphorrückgewinnungspflichten erfüllt werden. Diese sehen u.a. vor, den Phosphorgehalt im Klärschlamm um 50 Prozent oder auf unter zwei Prozent Phosphor pro kg Klärschlamm-trockenmasse abzusenken. Bei der Behandlung von Klärschlamm-Asche müssen mindestens 80 Prozent des enthaltenen Phosphors rückgewonnen werden.

Die folgenden Beschreibungen beschränken sich daher auf diejenigen Verfahren, die ein Mindestmaß an technischer Reife besitzen und deren großtechnische Umsetzung bereits erfolgt oder zu erwarten ist. Im Rahmen der Fördermaßnahme Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) werden derzeit mehrere Ansätze zur großtechnischen Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm und Klärschlamm-Asche untersucht. Weitere Informationen zur RePhoR-Fördermaßnahme sowie zu den unterstützten Verbundvorhaben und dem Transfer- und Vernetzungsvorhaben finden sich unter www.bmbf-rephor.de/².

Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm-Asche:

Im Bereich der Rückgewinnung aus Klärschlamm-Asche kann einerseits zwischen thermochemischen und nasschemischen Verfahren unterschieden werden und andererseits zwischen Prozessen, die den Phosphor von der Asche abtrennen und Prozessen, bei denen die gesamte Asche als Düngemittel Verwendung findet (abgesehen von evtl. abgereicherten Schwermetallen).

Im Folgenden werden Verfahren detaillierter dargestellt, die eine Phosphorrückgewinnung im Aschepfad umsetzen:

- **TetraPhos:** Nasschemische Laugung der Klärschlamm-Asche mit Phosphorsäure, die über eine initiale Laugung der Asche mit Schwefelsäure erzeugt wird. Weitere Prozessschritte umfassen die Aufreinigung und Aufkonzentration der Phosphorsäure, eine Rückgewinnung von Gips sowie von Eisen- und Aluminiumlösungen zur Wiederverwendung als Fällmittel auf der Kläranlage. Insgesamt ist dies ein verfahrenstechnisch aufwendiges Verfahren. Es werden allerdings neben Phosphorsäure, Gips und Fällmitteln eine Reihe wertschöpfender Endprodukte erzeugt. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens hängt erheblich vom Phosphorgehalt in der Asche ab. Die Firma Remondis verfügt über das Patent für dieses Verfahren. Derzeit ist eine Anlage in Hamburg in Betrieb. Eine weitere Anlage in Kiel ist geplant.

2 <https://www.bmbf-rephor.de/>

- **Ash2Phos:** Ebenfalls ein nasschemisches Laugungsverfahren. Zur Lösung des Phosphors kommt hier Salzsäure zum Einsatz. Der in der Säure gelöste Phosphor wird mittels Calciumhydroxid ausgefällt. Dabei entstehen jedoch vermehrt Eisen- und Aluminiumphosphate, die nicht als Düngemittel verwendet werden können. Sie sind somit als Zwischenprodukte anzusehen. Durch erneutes Lösen der Phosphate in Salzsäure und anschließende Aufreinigung mittels Flüssig-Flüssig-Extraktion lassen sich die Eisen- und Aluminiumverbindungen abtrennen. Der Phosphor kann wahlweise als Phosphorsäure sowie als Calcium- oder Ammoniumphosphat rückgewonnen werden. Eine erste großtechnische Anlage soll 2024 in Schkopau (Sachsen-Anhalt) in Betrieb gehen.
- **PHOS4green:** Hierbei handelt es sich ebenfalls um eine nasschemische Reaktion der Phosphate mit Säure. Jedoch erfolgt keine Abtrennung der Restmineralik vom Phosphat, sodass die Asche in Gänze in das Düngemittel übergeht. Derzeit wird untersucht, inwieweit eine Abtrennung von Schwermetallen dennoch möglich ist. Grundsätzlich wird eine saure Aschesuspension erzeugt, in der sich der Phosphor in eine pflanzenverfügbare Form umwandelt. Diese Suspension wird in eine Anlage zur Sprühtrocknung überführt. Dabei wird ein granuliertes Düngemittel erzeugt, das direkt vermarktet werden kann. Das Verfahren ist vom Ablauf her relativ einfach, da keine Fest-Flüssig-Trennung o.ä. erfolgt. Jedoch müssen die Verfahrensparameter immer wieder auf die jeweilige Eingangsasche abgestimmt werden, um einen Dünger konstanter Qualität zu erhalten. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die Korngröße der (Wirbelschicht-)Asche, eventuell ist ein vorheriges Aufmahlen erforderlich; Rostasche wäre nicht ohne weitere Vorbehandlung einsetzbar. Eine erste Anlage der Seraplant GmbH existiert seit Mai 2021 in Haldensleben (Sachsen-Anhalt) zur Produktion von bis zu 60 000 Mg Düngemittel pro Jahr.
- **EuPhoRe und AshDec:** Bei diesen Verfahren wird Klärschlamm (**EuPhoRe**) oder ein Gemisch aus Klärschlammasche und Klärschlamm (**AshDec**) in einem Drehrohrofen erhitzt. Reduzierende Bedingungen (Sauerstoffmangel) zu Beginn der thermischen Behandlung und die Zugabe von Mineralsalzen (z.B. Magnesiumchlorid) führen einerseits zu einer Umwandlung der Phosphate in eine pflanzenverfügbare Form, andererseits werden durch das Chlorid einige der Schwermetalle verflüchtigt. Das **EuPhoRe-Verfahren** ist ein technologisch einfaches Verfahren. Aber auch hier schwankt die Düngerqualität mit der chemischen Zusammensetzung der Eingangsasche. Zudem wird die Abreicherung von Schwermetallen nur für bestimmte Elemente und zu einem unterschiedlichen Grad erreicht. Die nach deutscher wie Europäischer Düngemittelverordnung geforderte Pflanzenverfügbarkeit wird mit aktuellem Kenntnisstand bislang noch nicht erreicht, womit die erzeugten Stoffe derzeit nicht als Düngemittel verwertbar wären. Verfahrenstechnisch existieren bislang nur wenig Erfahrungen aus dem Betrieb derartiger Anlagen. Als problematisch könnten sich im Routinebetrieb z.B. Korrosionen des Drehrohrs (durch Chlorid-Einsatz), die Einhaltung immissionsschutzrechtlicher Vorgaben und mangelnder Ausbrand der Asche (aufgrund eines zu hohen Anteils an Restorganik) herausstellen.
- Darüber hinaus existieren weitere Verfahren, insbesondere der nasschemischen Behandlung von Klärschlammasche, deren großtechnische Umsetzbarkeit derzeit nicht abschließend zu bewerten ist. Dazu zählen u.a. das **P-bac-Verfahren** der Firma Fritzmeier Umwelttechnik GmbH auf Basis einer mikrobiellen Laugung der Asche und das **ParForce-Verfahren**. Letzteres wird im Rahmen der RePhoR in einem Projekt der Fördermaßnahme des BMBF untersucht.

Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm:

Bei der Rückgewinnung des Phosphors aus dem Faulschlamm dominieren Verfahren, bei denen Magnesiumammoniumphosphat (Struvit, MAP) entsteht. In der Regel ist genügend Ammonium im Faulschlamm vorhanden. Durch Zugabe von alkalisch reagierenden Salzen, wie z.B. Magnesiumhydroxid, wird der pH-Wert angehoben und in Anwesenheit des Ammoniums und Magnesiums fällt Struvit aus. In einigen Fällen, wie dem **AirPrex-Verfahren**, wird die Anhebung des pH-Werts bereits durch das Ausstrippen von Kohlenstoffdioxid erreicht. Diese Art der P-Rückgewinnung erfasst nur den Anteil des bereits in Lösung befindlichen Phosphors. Dieser beträgt ca. ein Drittel des Gesamtgehalts. Somit ist die Rückgewinnungsrate dieser Verfahren begrenzt und die Vorgaben der Klärschlammverordnung können oft nicht erreicht werden. Diese Verfahren funktionieren mit derzeitigem Kenntnisstand nur beim Einsatz der erweiterten biologischen P-Elimination (ohne den Einsatz chemischer Eisen- oder Aluminiumsalze) zufriedenstellend. Der Einsatz von chemischen Fällungsmitteln wirkt sich in jedem Fall nachteilig auf die Rückgewinnungsrate dieser Verfahren aus; steigern lässt sich die Rückgewinnungsrate nur durch vermehrte Rücklösung der gebundenen Phosphate. Dies verursacht zusätzlichen verfahrenstechnischen und betriebsmitteltechnischen Aufwand und damit zusätzliche Kosten. Zur Rücklösung wird z.B. im **Stuttgarter Verfahren** Schwefelsäure verwendet. Weitere Verfahren mit Laugung des Klärschlammes ohne größere Bedeutung für den deutschen Markt sind die Verfahren **NuReSys**, **Crystalactor** und **KREPRO**. Im **AirPrex-Verfahren** wird ein Modul (**LysoGest**) zur thermischen Hydrolyse des Klärschlammes angeboten. Die Verfahren **PhosForce**, **CalPrex**, und **Struvex** nutzen eine Ansäuerung des Klärschlammes während der Faulung zur Rücklösung. Dennoch liegen die erzielten Rückgewinnungsraten weit unter den Raten einer Rückgewinnung aus Klärschlammmasche. Größere Verbreitung im Routinebetrieb hat, vor allem in Norddeutschland, das **AirPrex-Verfahren**.

Phosphor kann grundsätzlich auch direkt aus dem Abwasserstrom zurückgewonnen werden, allerdings ist die Rückgewinnungsrate hier sehr niedrig. Zu nennen sind hier das **PEARL-** und das **P-RoC-Verfahren**. Es ist aber zu beachten, dass eine Rückgewinnung im Abwasserstrom nicht die Vorgaben der AbfKlärV hinsichtlich einer Rückgewinnungsquote erfüllen würde, da hierbei noch kein Klärschlamm (= Abfall aus der abgeschlossenen Abwasserbehandlung) vorliegt. Eine derartige Rückgewinnung wäre daher nur anzustreben, um den Endphosphorgehalt im dann anfallenden Klärschlamm unter dem Zwei-Prozent-Grenzwert einzustellen, um so grundsätzlich der Phosphorrückgewinnungspflicht nicht zu unterfallen.

Sonstige, als „alternative“ Verfahren einzustufende Verfahren, die nicht direkt im Klärschlamm- oder Aschepfad ansetzen, werden im Folgenden kurz dargestellt:

- Bei der hydrothermalen Karbonisierung (HTC) wird mechanisch entwässerter Klärschlamm unter Ausschluss von Sauerstoff bei Temperaturen um 200 °C erhitzt. Der Druck ist abhängig von der Temperatur und liegt zwischen zehn und 40 bar. Bei diesem Prozess werden organische Verbindungen abgebaut, wobei flüchtige Substanzen entweichen, der Kohlenstoff zurückbleibt und sich entsprechend anreichert. Als Produkte der HTC von Klärschlamm bleiben das Karbonisat (die „Klärschlamm-Kohle“), verschiedene Gase und ein wässriger Überstand zurück. In Letzterem befinden sich neben einem Großteil des Phosphors auch hohe Gehalte an Stickstoff und ein hoher Anteil organischer Verbindungen, angegeben als chemischer Sauerstoffbedarf (CSB). Ein erheblicher Anteil liegt dabei als refraktärer, biologisch nicht abbaubarer CSB vor. Angeboten wird diese Art von Verfahren von den Firmen **TerraNova** und **HTCycle**. Der Phosphor liegt überwiegend gelöst vor und muss aus der stark organikhaltigen Lösung abgetrennt werden. Als größte Herausforderung bei der HTC ist die Behandlung bzw. Entsorgung dieses Prozesswassers anzusehen.

- Die Pyrolyse ist ein thermochemischer Umwandlungsprozess, der unter limitiertem Angebot oder dem Ausschluss von Sauerstoff stattfindet. Sie setzt getrocknetes Inputmaterial voraus und die Temperaturen sind mit 500 bis 1 000 °C deutlich höher als bei der HTC. Als Produkte entstehen ein Karbonisat sowie Synthesegas und ein Kondensat (Pyrolyseöl). Angeboten wird dieses Verfahren z.B. von der Firma PYREG. Bei der Pyrolyse verbleibt der Phosphor im kohleartigen Rückstand. Da die direkte Verwendung von Karbonisaten aus Klärschlamm (welche sowohl bei der HTC als auch Pyrolyse anfallen) sowohl nach der deutschen Düngemittelverordnung (DüMV) als auch nach Europäischer Düngeprodukteverordnung nicht zugelassen ist, müsste zur Verwendung als Düngemittel auf landwirtschaftlichen Flächen auch hier der Phosphor in weiteren Verfahrensschritten extrahiert werden. Dadurch wird insbesondere die Verwertung kleiner Mengen, wie sie in dezentralen Anlagen entstehen, zusätzlich erschwert. Da es sich grundsätzlich um Anlagen zur thermischen Abfallbehandlung handelt, müssen zudem u.a. die Anforderungen an den Immissionsschutz (Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – 17. BImSchV) vollumfänglich erfüllt werden. Auch dies stellt einen erheblichen Kostenfaktor im Betrieb kleiner, dezentraler Anlagen dar.
- Aktuelles Projektbeispiel: In dem von der Europäischen Union geförderten Projekt TOSYNFUEL wird unter der Leitung von Fraunhofer UMSICHT die Möglichkeit untersucht, über Pyrolyse und anschließendes sogenanntes katalytisches Reforming Klärschlamm in andere speicherbare Energieträger, wie Kraftstoffe oder Wasserstoff, umzuwandeln. Gegenüber den bisher realisierten kleinkaligen Pyrolyseanlagen könnte eine große zentrale Anlage mit entsprechend wertschöpfenden Produkten, wie Kerosin oder Wasserstoff, erhebliche wirtschaftliche Vorteile erbringen. Allerdings muss auch hier ein Weg zur Rückgewinnung des im Karbonisat verbleibenden Phosphors gefunden werden. Diese könnte z.B. im Anschluss an eine Verbrennung aus der Asche erfolgen.

3.1 Welche CO₂-Bilanz weisen die genannten Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammasche nach dem Verbrennungsprozess auf?

3.2 Welche CO₂-Bilanz weisen die genannten alternativen Verfahren zur Phosphorrückgewinnung während des Klärprozesses auf?

3.3 Welche CO₂-Bilanz weisen die genannten alternativen Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus dem Klärschlamm auf (bitte einzeln auflisten nach Pyrolyse, Vergasung, Karbonisierung und weiteren)?

Die Einzelfragen 3.1, 3.2 und 3.3 werden im Folgenden zusammenhängend beantwortet.

Verlässliche und vor allem vergleichbare Angaben zur CO₂-Bilanz der Verfahren sind bislang praktisch nicht verfügbar. Das liegt zum einen daran, dass nach wie vor nur sehr wenige Verfahren in einem großtechnischen Maßstab und mit ausreichender Dauer betrieben werden. Zum anderen liegt die Herausforderung darin, vergleichbare und dabei für das Verfahren sinnvolle Systemgrenzen bei der Betrachtung der Bilanzen festzulegen. Großen Einfluss hat auch die Herkunft bzw. Herstellung der verwendeten Betriebsmittel, wie z.B. Schwefelsäure. Für den Fall, dass „Abfallstoffe“ aus anderen chemischen Prozessen genutzt werden können, verbessert sich die Ökobilanz erheblich. Dies trifft gleichermaßen für die Nutzung von Abwärmequellen und anderer, auch anlagentechnischer Infrastruktur (z.B. in Industrieparks) zu. Nicht zuletzt ist der

Einsatz von Betriebsstoffen und Verfahrenstechnik von der jeweiligen chemischen Zusammensetzung des Klärschlammes abhängig.

Darüber hinaus kann hinterfragt werden, ob die CO₂-Bilanz als alleiniges oder beherrschendes Kriterium zur Auswahl eines Verfahrens überhaupt geeignet ist. Oft schränken andere Parameter und Gegebenheiten im Umfeld oder auch die chemische Zusammensetzung des Klärschlammes die Auswahl an möglichen Verfahren ein. Eine Studie des Umweltbundesamts aus dem Jahr 2019 („Ökobilanzieller Vergleich der P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom mit der Düngemittelproduktion aus Rohphosphaten unter Einbeziehung von Umweltfolgeschäden und deren Vermeidung“, online verfügbar unter www.umweltbundesamt.de/publikationen³) stellt das P-Recycling der konventionellen P-Gewinnung gegenüber. Darin wird deutlich, dass die P-Rückgewinnung aus Klärschlamm geringfügig effizienter ist als die konventionelle Gewinnung. Die P-Rückgewinnung aus Asche liegt auf vergleichbarem Niveau der konventionellen Gewinnung. Dabei ist zu beachten, dass die Rückgewinnungsrate bei der Behandlung von Klärschlamm mit maximal 40 Prozent wesentlich geringer ist als die Rückgewinnung aus Asche mit ca. 80 Prozent. Die Rückgewinnung von Phosphor aus dem Schlamm unter chemischer Rücklösung des Phosphors (Stuttgarter Verfahren) schnitt deutlich schlechter ab. Die Anwendung von Verfahren der Pyrolyse oder der HTC wurde nicht betrachtet.

- 4.1 Welche Umweltbelastung bzw. Gefahren ergeben sich bei Verbrennungsprozessen von Klärschlamm bei der Verbrennung mit Ersatzstoffen?**
- 4.2 Welche Umweltbelastung bzw. Gefahren ergeben sich bei Verbrennungsprozessen von Klärschlamm bei der Verbrennung in Müllverbrennungen?**
- 4.3 Welche Umweltbelastung bzw. Gefahren ergeben sich bei Verbrennungsprozessen von Klärschlamm bei der Verbrennung in Zementwerken?**
- 5.1 Welche Umweltbelastung bzw. Gefahren ergeben sich bei Verbrennungsprozessen von Klärschlamm bei der Verbrennung in Kohlekraftwerken?**
- 5.2 Welche Umweltbelastung bzw. Gefahren ergeben sich bei Verbrennungsprozessen von Klärschlamm bei der Verbrennung in Monoverbrennungsanlagen?**

Die Fragen 4.1 bis 4.3 sowie 5.1 und 5.2 werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Anlagen gemäß der Fragen 4.1 bis 5.2 sind in aller Regel immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig und müssen u.a. Anforderungen nach § 5 Abs. 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) zuverlässig einhalten. Dazu gehören u.a. auch Vorsorgeanforderungen gegen schädliche Umwelteinwirkungen, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen. Die Umweltauswirkungen der Klärschlammverbrennung werden gemäß den Vorsorgeanforderungen durch rechtlich festgelegte Emissionsbegrenzungen nach dem Stand der Technik vorgegeben. Bei den in der Anfrage genannten Anlagen unterliegen:

- Monoverbrennungsanlagen
- Müllverbrennungen und
- in aller Regel auch Ersatzbrennstoffverbrennungsanlagen

der Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen (17. BImSchV) mit anspruchsvollsten Anforderungen. Bei Mitverbrennung von Klärschlamm gelten für Kohlekraftwerke und Zementwerke und ggf. auch für Ersatzbrennstoffverbrennungsanlagen die Anforderungen der 17. BImSchV an Abfallmitverbrennungsanlagen. Diese Anforderungen bewirken, dass mit oder ohne Klärschlamm(mit)verbrennung vergleichbare Emissionsbegrenzungen eingehalten werden müssen. Die Klärschlamm(mit)verbrennung führt in den v.g. Anlagen bei anforderungsgerechtem Betrieb zu keinen wesentlichen Umweltauswirkungen und zu keinen Gefahren für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft.

Hinweise des Landtagsamts

Zitate werden weder inhaltlich noch formal überprüft. Die korrekte Zitierweise liegt in der Verantwortung der Fragestellerin bzw. des Fragestellers sowie der Staatsregierung.

Zur Vereinfachung der Lesbarkeit können Internetadressen verkürzt dargestellt sein. Die vollständige Internetadresse ist als Hyperlink hinterlegt und in der digitalen Version des Dokuments direkt aufrufbar. Zusätzlich ist diese als Fussnote vollständig dargestellt.

Drucksachen, Plenarprotokolle sowie die Tagesordnungen der Vollversammlung und der Ausschüsse sind im Internet unter www.bayern.landtag.de/parlament/dokumente abrufbar.

Die aktuelle Sitzungsübersicht steht unter www.bayern.landtag.de/aktuelles/sitzungen zur Verfügung.