

Kleine Anfrage

des Abg. Paul Nemeth CDU

und

Antwort

des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Recycling von Klärschlamm in Pyrolyse-Reaktoren

Kleine Anfrage

Ich frage die Landesregierung:

1. Welche Auswirkungen hat der Kohleausstieg auf die thermische Verwertung von Klärschlamm?
2. Wie viel Klärschlamm (bitte in t entwässerter Klärschlamm und Einwohnergleichwerten) wurde 2019 in Baden-Württemberg thermisch verwertet?
3. Welche Bedeutung misst sie Pyrolyse-Reaktoren beim Recycling von Klärschlamm in Zukunft bei?
4. Welche Auswirkungen hätte der Einsatz von Pyrolyse-Reaktoren auf die Einhaltung der Klimaschutzziele?
5. Welche anderen Alternativen zur thermischen Verwertung von Klärschlamm stehen noch zur Verfügung unter Angabe, wie deren Klimabilanz ist?
6. Kann die Landwirtschaft in Baden-Württemberg den in Pyrolyse-Reaktoren hergestellten Kohle-Phosphor-Dünger sinnvoll verwenden?
7. Wie schätzt sie die Wirtschaftlichkeit von Pyrolyse-Reaktoren im Vergleich zur thermischen Verwertung und zu anderen Formen der Klärschlammverwertung ein?
8. Welche Kapazität (bitte in t entwässerter Klärschlamm und Einwohnergleichwerten) kann eine einzelne Pyrolyse-Anlage pro Jahr maximal verarbeiten?
9. Was ist die optimale Kapazität einer Klärschlammverwertungsanlage?

10. Ist es – auch angesichts der Transportwege – sinnvoll und wirtschaftlich, mehrere kleine Pyrolyse-Reaktoren dezentral zu errichten oder sind wenige große Anlagen an verkehrsgünstigen Orten vorzuziehen?

02.03.2020

Nemeth CDU

Antwort

Mit Schreiben vom 26. März 2020 Nr. 25-8982.32/139 beantwortet das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Einvernehmen mit dem Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz die Kleine Anfrage wie folgt:

1. Welche Auswirkungen hat der Kohleausstieg auf die thermische Verwertung von Klärschlamm?

2. Wie viel Klärschlamm (bitte in t entwässerter Klärschlamm und Einwohnergleichwerten) wurde 2019 in Baden-Württemberg thermisch verwertet?

Die Fragen 1 und 2 werden aufgrund ihres Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Im Jahr 2018 sind auf den kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg etwa 240.000 Tonnen Klärschlamm-trockenmasse zur Entsorgung angefallen. Davon wurden rund 234.000 Tonnen (99%) durch Verbrennung energetisch verwertet. Bei einem angenommenen durchschnittlichen Trockenmassegehalt für entwässerten Klärschlamm von 25% entspricht dies einer Frischmasse von etwa 950.000 Tonnen oder 13.100.000 Einwohnerwerten. Nach Angaben des statistischen Landesamtes Baden-Württemberg erfolgte die thermische Behandlung der Klärschlämme unter Zugrundelegung der amtlichen Abfallstatistiken zu etwa einem Viertel (ca. 60.000 Tonnen Trockenmasse) in Klärschlamm(mono)verbrennungsanlagen. Der Großteil der baden-württembergischen kommunalen Klärschlämme wird aktuell jedoch in Zementwerken, Kohlekraftwerken und in geringen Mengen in Müllverbrennungsanlagen mitverbrannt.

Durch die Abschaltung der Kohlekraftwerke in Folge des von der Bundesregierung beschlossenen Kohleausstiegs besteht in Baden-Württemberg ein dringlicher Bedarf an neuen Klärschlammverwertungsanlagen, die eine langfristig tragfähige energetische Verwertung der in Baden-Württemberg anfallenden Klärschlämme ermöglichen.

Zudem steht auch hinter der künftigen Klärschlammverwertung in der Zementindustrie ein gewisses Fragezeichen, da mit Blick auf den Klimaschutz derzeit alternative, treibhausgasärmere Zementherstellungsprozesse diskutiert werden. Ob und inwiefern eine Umstellung der Herstellungsverfahren einen Einfluss auf die Klärschlammverwertung in Zementwerken hat, kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abgeschätzt werden. Es könnte im Zusammenhang mit den Klimaschutzdiskussionen in der Zementindustrie auch zu einer steigenden Nachfrage nach Klärschlamm als klimaneutralem Brennstoff kommen. Der Vorteil bei der Klärschlammverwertung in Zementwerken besteht darin, dass der Klärschlamm sowohl energetisch als auch stofflich (insbesondere die enthaltenen Silizium- und Calciumverbindungen ersetzen Primärrohstoffe) genutzt wird und keine zu entsorgenden Aschen anfallen. Voraussetzung für die Klärschlammverwertung in Zementwerken ist jedoch eine vorgeschaltete Phosphor-Rückgewinnung, bspw. im Rahmen der Abwasserbehandlung.

Durch den bundesweiten Anstieg der Klärschlammverbrennungsquoten werden die verfügbaren Verbrennungskapazitäten zusätzlich belastet.

Viele Kommunen und Abwasserzweckverbände haben daher bereits damit begonnen, Strategien und Lösungen zu erarbeiten, um ihre Klärschlamm Entsorgung zukunftsfähig auszurichten. Einige sind hierzu schon in die Planung interkommunaler Klärschlammverbrennungsanlagen eingestiegen.

Um die Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen im Land bei den aktuellen Herausforderungen im Zusammenhang mit der Klärschlamm Entsorgung zu unterstützen, hat die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall DWA – Landesverband Baden-Württemberg auf Initiative des Umweltministeriums die Plattform „P-Rück“ gegründet. Die Plattform unterstützt die Kommunen darüber hinaus bei der Umsetzung der gemäß der Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung vom 27. September 2017 (Klärschlammverordnung) ab 2029 geltenden Pflicht zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm oder Klärschlamm asche.

3. Welche Bedeutung misst sie Pyrolyse-Reaktoren beim Recycling von Klärschlamm in Zukunft bei?

Die Landesregierung begrüßt und unterstützt es grundsätzlich, wenn neue innovative Technologien zur Verwertung von Abfällen entwickelt und erprobt werden. Der unter Nr. 1 und 2 beschriebene Bedarf an zusätzlichen modernen thermischen Klärschlammbehandlungsanlagen zeigt, dass Neuentwicklungen in diesem Bereich durchaus sinnvoll sein können.

Derzeit erfolgt die Monoverbrennung von Klärschlamm überwiegend in stationären Wirbelschichtverbrennungsanlagen. Hierbei handelt es sich um anerkannte und langjährig erprobte Verfahren, um Klärschlamm zu inertisieren, zu hygienisieren und die enthaltenen organischen Schadstoffe sicher zu zerstören, das Volumen zu reduzieren und Energie zu gewinnen. In den vergangenen Jahren wurden auch alternative Technologien wie beispielsweise die Pyrolyse und die Vergasung zur Verwertung von Klärschlamm entwickelt. Diese Verfahren wurden bislang allerdings nur vereinzelt umgesetzt.

Erfahrungen mit diesen innovativen Klärschlammverwertungsanlagen in Baden-Württemberg haben gezeigt, dass deren großtechnische Umsetzung und die Einbindung in den bestehenden Praxisbetrieb von Kläranlagen teilweise mit erheblichen Schwierigkeiten und einem erhöhten Personalaufwand verbunden sind. Aus Sicht der Landesregierung sind bei diesen Verfahren daher in vielen Bereichen noch Entwicklungs- und Versuchsarbeiten zu leisten. Vergasungs- und Pyrolyseverfahren sind in der Vergangenheit häufig an der erforderlichen aufwendigen Aufbereitung der entstehenden Brenngase – insbesondere aufgrund der hohen Teerbelastung – sowie teilweise an der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für die Gasverwertung gescheitert.

Nach Kenntnisstand der Landesregierung befinden sich aktuell bundesweit zwei Pyrolyseanlagen zur thermischen Behandlung kommunaler Klärschlämme auf kommunalen Kläranlagen in Betrieb. Recherchen des Umweltministeriums haben ergeben, dass ein stabiler automatischer Dauerbetrieb ohne intensive Betreuung – häufig durch den Anlagenhersteller – auch nach mehreren Jahren noch nicht erreicht werden konnte. Eine weitere Anlage befindet sich derzeit im Bau. Ob ein stabiler und emissionsarmer Dauerbetrieb der Pyrolyseanlagen mit kommunalem Klärschlamm in Zukunft sichergestellt werden kann, bleibt abzuwarten.

Bei den aktuellen Planungen der Kommunen und Abwasserzweckverbände im Land sind daher in den meisten Fällen stationäre Wirbelschichtverbrennungsanlagen vorgesehen. Klärschlammvergasungs- und Klärschlammpyrolyseanlagen könnten sich hingegen für dezentrale Klärschlammnutzungskonzepte auf kleinen Kläranlagen mit geringem Platzangebot durchaus eignen. Schließlich liegt ein Vorteil dieser Anlagen in deren geringem Flächenbedarf. Voraussetzung für den Einsatz von Pyrolyse- und Vergasungsanlagen ist jedoch, dass ihre Funktionsfähigkeit im großtechnischen Dauerbetrieb nachgewiesen werden kann.

Entscheidend für die Zukunftsfähigkeit von thermischen Klärschlammbehandlungsanlagen ist neben der technischen Funktionsfähigkeit, dass der Phosphor in den dabei entstehenden Verbrennungsrückständen oder kohlenstoffhaltigen Reststoffen aus Vergasungs- und Pyrolyseprozessen in einer für Pflanzen verfügbaren Form

vorliegt. Dies gilt es anhand von Praxisversuchen nachzuweisen. Andernfalls müssen Maßnahmen zur Rückgewinnung von Phosphor aus der Asche oder den kohlenstoffhaltigen Reststoffen umgesetzt werden.

4. *Welche Auswirkungen hätte der Einsatz von Pyrolyse-Reaktoren auf die Einhaltung der Klimaschutzziele?*

5. *Welche anderen Alternativen zur thermischen Verwertung von Klärschlamm stehen noch zur Verfügung unter Angabe, wie deren Klimabilanz ist?*

Die Fragen 4 und 5 werden aufgrund ihres Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Klärschlamm wird in Baden-Württemberg nahezu vollständig energetisch verwertet (siehe Antwort zu den Fragen 1 und 2). Durch die Nutzung der dabei entstehenden Energie in Form von Wärme und Strom wird überwiegend Steinkohle substituiert. Der im Klärschlamm gebundene Kohlenstoff ist biogenen Ursprungs und wird in der Treibhausgasbilanz somit nicht als Emission verrechnet. Der in Baden-Württemberg jährlich anfallende kommunale Klärschlamm (ca. 240.000 Tonnen Trockenmasse) ersetzt bei der energetischen Verwertung in Klärschlammverbrennungsanlagen etwa 100.000 Tonnen Steinkohle, die bei einer Verbrennung etwa 250.000 Tonnen fossiles, klimawirksames Kohlendioxid freisetzen würden. Je Tonne energetisch verwertetem Klärschlamm kann folglich etwa eine Tonne fossiles Kohlendioxid eingespart werden.

Wird der Klärschlamm hingegen pyrolysiert, wird nicht der gesamte im Klärschlamm enthaltene biogene Kohlenstoff freigesetzt, sondern ein gewisser Anteil verbleibt in den Pyrolysekohlen. Dieser Kohlenstoffanteil würde bei stabiler Einlagerung der Kohlen der Atmosphäre entzogen werden. Im Vergleich zur Substituierung fossiler Brennstoffe durch die vollständige Verbrennung der Klärschlämme ist dieser Effekt nach fachlicher Einschätzung der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg jedoch geringer. Darüber hinaus ist die Stabilitätsdauer der Biokohlen wissenschaftlich nicht eindeutig nachgewiesen und deren bodenbezogene Verwertung aktuell auch nicht zulässig (siehe hierzu Antwort zu Frage 6).

Zur thermischen Verwertung von Klärschlamm stehen zahlreiche Verbrennungsverfahren wie die Wirbelschichtverbrennung oder die Drehrohrverbrennung sowie alternative Verfahren wie die Vergasung, Pyrolyse, hydrothermale Karbonisierung (HTC), Verschmelzungsverfahren oder Staubfeuerungsverfahren zur Verfügung. Gleichzeitig bestehen die oben beschriebenen Möglichkeiten zur Mitverbrennung von Klärschlamm in Zementwerken, Kohlekraftwerken oder Müllheizkraftwerken. Die mit einem Anteil von etwa 90 % in Deutschland am weitesten verbreitete Klärschlammverbrennungstechnologie ist die Wirbelschichtfeuerung.

Die Klimabilanz der einzelnen Technologien ist von vielen spezifischen Rahmenbedingungen abhängig. So ist bei einzelnen Verfahren eine umfangreiche Aufbereitung der erzeugten Produkte (Synthesegase, Syntheseöle, Koks etc.) oder eine aufwendige Vorbehandlung (z. B. Volltrocknung) der Klärschlämme erforderlich. Diese zusätzlichen Aufbereitungsschritte müssen bei der Beurteilung der Klimabilanz berücksichtigt werden. Für eine detaillierte Bewertung der Klimabilanz einzelner Verfahren zur thermischen Klärschlammbehandlung liegen der Landesregierung keine ausreichend fundierten Daten vor.

Generell sind vor allem eine hohe Auslastung und eine effiziente ganzjährige Nutzung der erzeugten Energie wichtige Voraussetzungen für eine möglichst optimale Klimabilanz von thermischen Klärschlammbehandlungsanlagen. Dies ist zum Beispiel an Standorten von Müllheizkraftwerken oder Kohlekraftwerken in der Regel gegeben.

Von zentraler Bedeutung bei allen Verfahren ist, dass diese die Nutzung des im Klärschlamm enthaltenen lebenswichtigen Rohstoffs Phosphor nicht beeinträchtigen oder hindern. Hierzu sind geeignete Maßnahmen zur Phosphor-Rückgewinnung bei der Planung neuer Klärschlammverwertungsanlagen bereits von Anfang an mitzudenken und die gesamte Klärschlamm Entsorgung ist auf eine integrierte oder nachgeschaltete Phosphor-Rückgewinnung auszulegen.

6. Kann die Landwirtschaft in Baden-Württemberg den in Pyrolyse-Reaktoren hergestellten Kohle-Phosphor-Dünger sinnvoll verwenden?

Beim Prozess der Pyrolyse führen hohe Prozesstemperaturen in Kombination mit einer sauerstofffreien Atmosphäre zu Veränderungen der Phosphorverbindungen im Klärschlamm. Phosphor wird hierbei in stabile Verbindungen mit geringer Löslichkeit und somit geringer Verfügbarkeit für Pflanzen umgewandelt. Die Düngewirkung der erzeugten Kohlen ist dadurch meist gering und vergleichbar mit der von unaufgeschlossenem Rohphosphat. Zudem kann es während des Pyrolyseprozesses zur Bildung von organischen Schadstoffen kommen. In Folge der gezielt unvollständigen Verbrennung betrifft dies vor allem potenziell krebserregende, erbgutverändernde und/oder fortpflanzungsgefährdende Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).

Grundsätzlich steigt mit sinkenden Prozesstemperaturen während der Pyrolyse zwar die Pflanzenverfügbarkeit des Phosphors in den Kohlen. Allerdings können bei reduzierten Prozesstemperaturen weniger Schwermetalle in die Gasphase überführt und somit über die Abgasreinigung ausgeschleust werden, sodass eine erhöhte Pflanzenverfügbarkeit mit einem höheren Schwermetallgehalt in den Kohlen erkaufte werden muss. Zudem begünstigen niedrige Prozesstemperaturen die Bildung von PAK.

Anders als bei Verbrennungsaschen sind Pyrolysekohlen auch nicht geeignet, Rohphosphate bei der Produktion von herkömmlichen P-Mineraldüngemitteln teilweise oder vollständig zu ersetzen. Dies wäre erst nach einer Nachbehandlung in Form einer vollständigen Veraschung möglich. Voraussetzung für die Verwendung von Kohle-Phosphor-Düngern in der Landwirtschaft wäre eine Zulassung als Düngemittel nach der nationalen oder der EU-Düngemittelverordnung. Kohlenstoffhaltige Rückstände aus der Pyrolyse oder Vergasung von Klärschlamm sind in Anlage 2 der gültigen Düngemittelverordnung (DüMV) nicht als Düngemittel oder Ausgangsstoff für Düngemittel gelistet. Hier sind explizit nur Aschen aus der Verbrennung von Klärschlamm genannt. Auch die EU-Düngemittelverordnung lässt aus Klärschlamm erzeugte Kohlen nicht als Düngemittel zu. Eine Verwendung in der Landwirtschaft ist daher derzeit nicht zulässig. Auch sind Pyrolysekohlen nach aktueller Rechtslage keine zulässigen Ausgangsstoffe zur Herstellung von Phosphor-Düngemitteln.

Aus Sicht der Landesregierung sollen unabhängig von einer düngerechtlicher Zulassung weder Aschen aus der Klärschlammverbrennung noch kohlenstoffhaltige Rückstände aus der Pyrolyse oder Vergasung direkt bodenbezogen verwertet werden, sondern müssen einem geeigneten Aufbereitungsverfahren zugeführt werden. Denn im Vergleich zu Phosphor-Recyclaten wie Struviten weisen diese meist deutlich geringere Pflanzenverfügbarkeiten für Phosphor sowie höhere Schadstoffgehalte auf. Ausnahme hiervon könnten Verfahren darstellen, die der gleichzeitigen thermischen Behandlung der Klärschlämme und der Gewinnung von Phosphor dienen (z. B. MePhrec- und EuPhoRe-Verfahren).

7. Wie schätzt sie die Wirtschaftlichkeit von Pyrolyse-Reaktoren im Vergleich zur thermischen Verwertung und zu anderen Formen der Klärschlammverwertung ein?

10. Ist es – auch angesichts der Transportwege – sinnvoll und wirtschaftlich, mehrere kleine Pyrolyse-Reaktoren dezentral zu errichten oder sind wenige große Anlagen an verkehrsgünstigen Orten vorzuziehen?

Die Fragen 7 und 10 werden aufgrund ihres Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Konzepte zur thermischen Klärschlammbehandlung ist von vielen unterschiedlichen Rahmenbedingungen abhängig. Die Transportentfernung spielt hierbei meist eine untergeordnete finanzielle Rolle. Kurze Transportwege sind aus Sicht der Landesregierung dennoch grundsätzlich zu begrüßen.

Analog zu den Anforderungen an einen ökologisch optimalen Betrieb sind auch zur Sicherstellung eines wirtschaftlichen Betriebs von thermischen Klärschlammbehandlungsanlagen vor allem eine hohe Auslastung und eine effiziente ganzjährige Nutzung der erzeugten Energie entscheidende Faktoren. Um einen möglichst stabilen und effizienten Betrieb sicherzustellen, ist in der Regel eine intensive und professionelle Betreuung der Anlagen und ihrer teilweise komplexen Technik erforderlich. Dies gilt unabhängig von der zum Einsatz kommenden Behandlungstechnologie. Allerdings weisen innovative Verfahren häufig einen höheren Betreuungsaufwand auf als langjährig erprobte und etablierte Technologien.

Nach Einschätzung der Landesregierung ist die Klärschlamm Entsorgung in dezentralen Pyrolyseanlagen tendenziell mit einem höheren wirtschaftlichen Aufwand verbunden. Denn trotz der geringen Durchsatzkapazitäten von Pyrolyseanlagen muss jede Pyrolyseanlage bei der thermischen Behandlung von Klärschlamm unter anderem die Anforderungen der Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen (17. BImSchV) erfüllen. Dies bedeutet, dass bei kleinen dezentralen Pyrolyseanlagen vergleichbare Anstrengungen zur Reinigung der entstehenden Abgase unternommen werden müssen wie bei Klärschlammverbrennungsanlagen für eine interkommunale Entsorgung.

Details zur Wirtschaftlichkeit der zahlreichen Klärschlammverwertungsverfahren liegen der Landesregierung nicht vor. Hinzuweisen ist allerdings darauf, dass bei den neuen, noch weniger umfassend erprobten Pyrolyseanlagen nach aktuellem Kenntnisstand der Landesregierung im Gegensatz zur konventionellen Klärschlammverbrennung bislang noch kein wirtschaftlicher Betrieb nachgewiesen werden konnte.

Zukünftig wird der erforderliche Aufwand zur nachgeschalteten oder prozessintegrierten Rückgewinnung des im Klärschlamm enthaltenen Phosphors die Wirtschaftlichkeit der Klärschlamm Entsorgung maßgeblich beeinflussen. Entscheidend wird dabei sein, ob die Phosphor-Rückgewinnung am Standort der Verbrennungs- bzw. Pyrolyseanlage erfolgen kann.

8. Welche Kapazität (bitte in t entwässerter Klärschlamm und Einwohnergleichwerten) kann eine einzelne Pyrolyse-Anlage pro Jahr maximal verarbeiten?

Welche Klärschlamm Massen in einer Pyrolyse-Anlage thermisch behandelt werden können, ist abhängig von den jeweiligen Technologieanbietern und kann daher nicht pauschal beantwortet werden. Pyrolyse-Anlagen werden in der Regel in Container-Modulbauweise errichtet, sodass bei hohen Klärschlamm Massenströmen mehrere Anlagen parallel betrieben werden. Üblicherweise liegt die Jahreskapazität von Pyrolyse-Anlagen zwischen 1.000 und 3.500 Tonnen Klärschlamm-trockenmasse. Dies entspricht etwa 55.000 bis 200.000 Einwohnerwerten oder 4.000 bis 14.000 Tonnen entwässertem Klärschlamm (bei einem Trockenmassegehalt von 25 %).

9. Was ist die optimale Kapazität einer Klärschlammverwertungsanlage?

Grundsätzlich verbessert sich die Wirtschaftlichkeit von stationären Klärschlammverbrennungsanlagen aufgrund von Skaleneffekten mit dem Anlagendurchsatz. Ab einer gewissen Anlagenkapazität erreichen die Skaleneffekte jedoch eine Sättigung. Zudem unterliegt die Steigerung von Anlagenkapazitäten einer technischen Beschränkung. Gleichzeitig steigen mit einer zunehmenden Anlagengröße auch die Transportaufwendungen, da Klärschlämme zur Auslastung der Anlagen aus immer größeren Entfernungen angeliefert werden müssen. Eine allgemein gültige Aussage zur optimalen Kapazität von Klärschlammverbrennungsanlagen ist nicht möglich, da dies von vielen Faktoren abhängt, zum Beispiel von der individuellen Ausgestaltung der Anlagentechnik oder verfügbaren Möglichkeiten einer energetischen und logistischen Einbindung in bestehende Infrastrukturen.

Die derzeit in Betrieb, in der Planung und Umsetzung befindlichen Wirbelschichtverbrennungsanlagen haben überwiegend eine Behandlungskapazität für kommunale Klärschlämme zwischen 20.000 und 80.000 Tonnen Klärschlamm-trockenmasse. Um diese Anlagengröße ganzjährig bestmöglich auszulasten, sind in der Regel interkommunale Kooperationen erforderlich. Diese Anlagenkonfiguration hat sich nach Ansicht der Landesregierung seit vielen Jahren bestens bewährt.

Untersteller

Minister für Umwelt,
Klima und Energiewirtschaft