**Kleine Anfrage zur schriftlichen Beantwortung**
**gemäß § 46 Abs. 1 GO LT**
**mit Antwort der Landesregierung**

Anfrage der Abgeordneten Martin Bäumer, Uwe Dorendorf, Axel Miesner, Frank Oesterhelweg, Laura Hopmann und Frank Schmädeke (CDU)

Antwort des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz namens der Landesregierung

## Recycling von Klärschlamm in Pyrolyse-Reaktoren

Anfrage der Abgeordneten Martin Bäumer, Uwe Dorendorf, Axel Miesner, Frank Oesterhelweg, Laura Hopmann und Frank Schmädeke (CDU), eingegangen am 08.07.2020 - Drs. 18/7014
an die Staatskanzlei übersandt am 14.07.2020

Antwort des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz namens der Landesregierung vom 14.08.2020

### Vorbemerkung der Abgeordneten

Die zu lagernde Menge an anfallendem Klärschlamm nimmt stetig zu. Darüber hinaus wurde durch die Klärschlammverordnung aus dem Jahr 2017 und durch die Verschärfung der Düngeverordnung die bodenbezogene Klärschlammverwertung eingeschränkt. Neben den zurückgegangenen Entsorgungsmöglichkeiten führen fehlende Lagerkapazitäten zunehmend zu Problemen in niedersächsischen Abwasserbehandlungsanlagen. Die thermische Nutzung von Klärschlamm mit anschließendem Phosphorrecycling kann eine effiziente und nachhaltige Alternative darstellen.

### Vorbemerkung der Landesregierung

Mit der Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung erfolgte im Jahr 2017 eine Neuausrichtung der Klärschlammentsorgung in Deutschland. Hintergrund war der Wille zur weitgehenden Beendigung der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung und zur Nutzung der im Klärschlamm enthaltenen Nährstoffe. Insbesondere im Hinblick auf die essenzielle Bedeutung und die weltweit limitierten Vorräte an Phosphor sowie die zunehmenden Schadstoffbelastungen der Rohphosphate (insbesondere mit Cadmium und Uran), kann dies als übergeordnetes Ziel verstanden werden.

Obwohl die genannte Verordnung lange Übergangszeiträume von 12 bzw. 15 Jahren vorsieht, wurde die Klärschlammentsorgung im Flächenland Niedersachsen mit dem bisherigen Schwerpunkt auf der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung vor besondere Herausforderungen gestellt (fehlende Anlagen zur thermischen Verwertung von Klärschlämmen). Durch die zeitlich nahezu parallelen Novellierungen im Bereich des Düngerechtes wurde diese Situation noch verstärkt.

Die Landesregierung hat sich frühzeitig für das „Norddeutsche Netzwerk Klärschlamm“ des Landesverbandes Nord der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall eingesetzt. In der Zeit von 2016 bis einschließlich 2019 wurde das Projekt durch das Umweltministerium finanziell gefördert und begleitet. Ziel war der Aufbau eines Netzwerkes unter den Kläranlagenbetreibern sowie Aufbau und Austausch von aktuellem Wissen zu den neuen Herausforderungen der Klärschlammentsorgung und von Lösungsansätzen in der Praxis. Die Aktivitäten des Netzwerkes haben nach Ansicht der Landesregierung maßgeblich dazu beigetragen, dass sich mittlerweile die Entsorgungssituation für Klärschlämme in Niedersachsen insgesamt wieder entspannt hat. Unter anderem resultierten aus dem genannten Netzwerk Initiativen zu interkommunalen Kooperationsmodellen zur Verbesserung der Klärschlammentwässerung oder Realisierung von Klärschlammtrocknungsanlagen. So können Lagerkapazitäten besser genutzt und Transportmengen minimiert werden.

Darüber hinaus haben sich in Niedersachsen in den vergangenen Jahren mehrere Projekte zum Aufbau thermischer Verwertungskapazitäten entwickelt. Dazu zählen die Planungen für sogenannte Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen in Hannover, Helmstedt und Hildesheim sowie für eine kleinere thermische Verwertungsanlage in Schüttorf.

Die thermische Verwertung der Klärschlämme stellt im Hinblick auf die zukünftigen gesetzlichen Vorgaben jedoch nur einen Zwischenschritt dar. Ziel ist es, den im Klärschlamm bzw. in den Klärschlammaschen / kohlenstoffhaltigen Rückständen enthaltenen Phosphor zurückzugewinnen und wieder in den Nährstoffkreislauf zu führen.

Zentrale sowie dezentrale Verfahren können im Einzelfall die jeweils optimale Lösung, auch im Hinblick auf die Ökobilanz, darstellen. Neue, innovative Verfahren können durchaus ihre Berechtigung haben und sollten nicht von vornherein ausgeschlossen werden.

Die Landesregierung hat daher von einer Empfehlung für eine bestimmte Technologie abgesehen und begrüßt alle Alternativen, die einen Beitrag zur umwelt- und ressourcenschonenden Verwertung der Klärschlämme leisten.

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

Insgesamt fielen im Jahr 2018 ca. 1,75 Millionen t Trockenmasse Klärschlamm (TM KS) aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen in Deutschland an, von denen nach Angaben des Umweltbundesamtes[1] im Rahmen der Kohlefeuerung insgesamt 401 000 t TM KS thermisch verwertet wurden. In Niedersachsen verwertet derzeit lediglich ein Kohlekraftwerk Klärschlämme thermisch (ca. 2 000 t TM KS im Jahr 2018).

Die Kohlefeuerung spielt also derzeit im Hinblick auf die thermische Klärschlammverwertung in Deutschland noch eine wichtige Rolle. Vor dem Hintergrund des Kohleausstieges und der damit verbundenen sukzessiven Stilllegung der Kohlekraftwerke bis 2038, aber insbesondere auch der ab dem Jahr 2029 bzw. 2032 greifenden Pflicht zur Phosphor-Rückgewinnung (welche im Rahmen der Kohlefeuerung nach derzeitigem Stand nicht möglich ist) besteht dringender Bedarf am Aufbau thermischer Verwertungskapazitäten für Klärschlämme, welche die zukünftige Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben gewährleisten. Die derzeitigen Planungen für sogenannte Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen in Niedersachsen sind auch vor diesem Hintergrund zu betrachten.

**2. Wie viel Klärschlamm (bitte in Tonnen entwässerter Klärschlamm und Einwohnergleichwerten) wurde in den Jahren 2017, 2018 und 2019 in Niedersachsen thermisch verwertet?**

Angaben zu Klärschlammmengen und ihrer Verwertung werden in dem jährlich erstellten Klärschlammbericht der Landwirtschaftskammer Niedersachsen erfasst. Dabei wird jedoch nicht danach differenziert, ob die Verwertung in Anlagen innerhalb oder außerhalb Niedersachsens erfolgte.

Die thermische Verwertung der niedersächsischen Klärschlämme erfolgte in Müllheizkraftwerken und Abfallverbrennungsanlagen, in Anlagen zur Zementherstellung, in Kohlekraftwerken sowie teilweise bereits in sogenannten Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen, deren Aschen im Weiteren zur Phosphorrückgewinnung genutzt werden können.

Entsprechende Aufteilungen der Klärschlammmengen über die Jahre 2017 bis 2019 und die dazugehörigen Einwohnergleichwerte (EW) sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

[1] Umweltbundesamt; Klärschlammentsorgung in der Bundesrepublik Deutschland; Online abgerufen am / unter: 04.08.2020, https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klaerschlammentsorgung-in-der-bundesrepublik

| | **Gesamt** Anfallende Menge Klärschlamm in Niedersachsen aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen (t TM*) | Davon **Mitverbrennung***** (t TM) | Einwohnergleichwerte (EW)** Mitverbrennung |
|---|---|---|---|
| 2017 | 170.823 | 49.471 | 3.621.806 EW |
| 2018 | 196.754 | 69.338 | 4.497.133 EW |
| 2019 | 183.829 | 59.721 | 4.375.148 EW |

*= Die Erhebung erfolgt aufgrund besserer Vergleichbarkeit in Trockenmasse [TM] Klärschlamm. Je nach verwendeter Technik weist Klärschlamm einen Wassergehalt von etwa 75 % nach Entwässerung im Rahmen der Abwasserbehandlung auf.

**= Vollständige und anteilige thermische Verwertung berücksichtigt.

***= Einschließlich von kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen angenommene nichtkontaminierte Klärschlämme aus Gewerbe.

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

Wie in der Vorbemerkung ausgeführt, besteht derzeit auch in Niedersachsen ein großer Bedarf an zusätzlichen thermischen Verwertungskapazitäten für Klärschlamm, um die zukünftigen gesetzlichen Anforderungen erfüllen zu können. Je nach Konstellation können hier zentrale Verfahren, wie die mittlerweile etablierten Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen mit Wirbelschichtfeuerung, vorteilhaft sein. Aber auch sogenannte dezentrale Verfahren (wie beispielsweise Verbrennung in Drehrohröfen, Vergasungs- oder Pyrolyseverfahren) könnten die bestehenden Verfahren in der Praxis sinnvoll ergänzen. Seitens der Landesregierung werden daher Initiativen zur Entwicklung und Erprobung innovativer Technologien zur Klärschlammverwertung begrüßt. Letztendlich müssen sich die Verfahren immer auch an den zukünftigen Anforderungen im Hinblick auf die Pflicht zur Phosphorrückgewinnung und den Einsatzmöglichkeiten der Phosphor-Recyclate messen lassen.

Eine abschließende Beurteilung der Bedeutung von Pyrolyse-Reaktoren ist derzeit vor dem Hintergrund fehlender Praxiserfahrungen und Unsicherheit in Bezug auf die stoffliche bzw. bodenbezogene Verwertung der im Rahmen der Pyrolyse entstehenden kohlenstoffhaltigen Rückstände (auch Pyrolyse-Kohle genannt) nicht möglich.

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

Unterschiedlichste Pyrolyse-Technologien sollen dazu beitragen, Energie zu produzieren, wertvolle Rohstoffe wie Dünger oder Carbon Black zu gewinnen, dabei gleichzeitig Abfälle entsorgen und einen Beitrag zur Bewältigung der Klimakrise leisten. Wenn Pyrolyse-Reaktoren wie beschrieben funktionieren, können sie einen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele leisten.

Bei der Pyrolyse von Klärschlamm wird, im Gegensatz zur Verbrennung, nicht der Hauptteil des im Klärschlamm enthaltenen Kohlenstoffs als Kohlenstoffdioxid freigesetzt. Bei der Pyrolyse entsteht (neben Kohlenstoffmonoxid) auch ein relevanter Anteil sogenannter Pyrolyse-Kohle. Je nach Verwendung dieser Kohlen könnte der Atmosphäre somit Kohlenstoff entzogen werden. Im Hinblick auf die zukünftigen Anforderungen der Klärschlammverordnung wäre zu klären, ob und wie dabei die Pflicht zur Phosphorrückgewinnung eingehalten werden kann. Gelingt dies nicht, wäre der kohlenstoffhaltige Rückstand einem geeigneten Phosphorrückgewinnungsverfahren zuzuführen (siehe dazu auch Ausführungen zu Frage 9).

Für eine fundierte Bewertung der Klimabilanz einzelner Pyrolyse-Verfahren liegen der Landesregierung derzeit keine ausreichenden Daten vor.

**5. Welche Emissionen können durch die thermische Verwertung von Klärschlamm entstehen, und wie bewertet die Landesregierung deren Umwelteinfluss?**

Welche Emissionen bei der thermischen Verwertung von Klärschlamm im Einzelnen entstehen, ist von der Zusammensetzung des verwerteten Klärschlamms, den Prozessbedingungen sowie der Abluftreinigungstechnik abhängig.

Unabhängig von der Form der thermischen Verwertung sind die Anforderungen des Immissionsschutzrechtes, insbesondere die Emissionsgrenzwerte (z. B. für Staub, gasförmige anorganische Chlor- und Fluorverbindungen, Schwefel- und Stickstoffdioxide sowie Schwermetalle und deren Verbindungen) der Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - einzuhalten. Durch die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte wird sichergestellt, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen resultieren können.

**6. Welche End- und Nebenprodukte fallen bei der thermischen Verwertung von Klärschlamm an, und wie können diese weiter genutzt oder entsorgt werden?**

Welche End- und Nebenprodukte sowie Abfälle bei der thermischen Verwertung von Klärschlamm anfallen, ist abhängig von den Prozessbedingungen. Den größten Anteil nach der thermischen Verwertung stellt die Verbrennungsasche bzw. der kohlenstoffhaltige Rückstand dar. Daneben fallen Flug- und Filterstäube (im Rahmen der Rauchgasreinigung) an. Die Flug- und Filterstäube sind je nach Schadstoffbelastung einer ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung oder Beseitigung (z. B. Deponierung) zuzuführen (Schadstoffausschleusung insbesondere für Schwermetallverbindungen). Die Verbrennungsaschen werden, je nach Zusammensetzung, derzeit noch unterschiedlich verwertet. So ist eine Nutzung als Ausgangsstoff für Düngemittel möglich. Im Deponie- und Straßenbau sowie im Bergversatz ist eine direkte Verwertung möglich.

Zukünftig gilt nicht nur für die Verbrennungsaschen, sondern auch für die im Rahmen der Pyrolyse und anderen thermischen Verwertungsverfahren entstehenden kohlenstoffhaltigen Rückstände die Pflicht zur Phosphorrückgewinnung.

Im Rahmen der Pyrolyse entstehen neben dem kohlenstoffhaltigen Rückstand auch Pyrolysegase, welche in der Regel zur Strom- und/oder Wärmeerzeugung energetisch genutzt werden können. Je nach Reaktionsbedingungen können auch Pyrolyseöle und/oder Abwässer anfallen. Dabei ist jeweils unter Betrachtung der Schadstoffbelastung im Einzelfall über die weitere Entsorgung zu entscheiden.

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

Derzeit steht den Klärschlammerzeugern die Wahl des Entsorgungsweges unter Einhaltung der jeweiligen rechtlichen Anforderungen noch weitgehend frei.

Bei den thermischen Verfahren sind neben der Verwertung in Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen insbesondere die Mitverbrennung in Kohlekraftwerken, in Müllheizkraftwerken oder Abfallverbrennungsanlagen, in der Zementindustrie, sowie Pyrolyse- und Vergasungsanlagen zu nennen.

Mit der Einführung der Pflicht zur Phosphorrückgewinnung im Jahr 2029 bzw. 2032 werden diese Alternativen eingeschränkt. Es stehen dann als Alternative zu den Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen nur noch solche thermischen Verwertungsanlagen zur Verfügung, bei welchen aus den Verbrennungsaschen bzw. kohlenstoffhaltigen Rückständen der Phosphor zurückgewonnen werden kann. Dies trifft für die Mitverbrennung in Kohlekraftwerken, in Müllheizkraftwerken oder Abfallverbrennungsanlagen und in der Zementindustrie nicht zu.

Eine Aussage zur Klimabilanz der jeweiligen Verfahren ist aufgrund der Abhängigkeit von diversen Faktoren (Größe der Kläranlage, Infrastruktur, Transportwege, Schadstoffgehalte und Nährstoffgehalte im jeweiligen Klärschlamm, Trocknungsmöglichkeiten, Synergieeffekte bei der thermischen Verwertung etc.) nur im jeweiligen Einzelfall möglich.

**8. Wie bewertet die Landesregierung - in Anbetracht der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie - das Phosphorrecycling aus der thermischen Verwertung von Klärschlamm?**

Ohne Phosphor können Menschen, Tiere und Pflanzen nicht leben. Deutschland ist vollständig auf den Import von Rohphosphaten angewiesen. Doch das Gros der ohnehin knappen Ressourcen liegt in politisch instabilen Regionen. Zudem ist festzustellen, dass die Belastung der Rohphosphate mit Schadstoffen (insbesondere Schwermetalle) weiter zunimmt. Da es keinen Ersatz für den lebensnotwendigen Rohstoff gibt, werden Einsparung und Recycling von Phosphor unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten immer wichtiger. Die Verminderung des Phosphorgehalts in Fließgewässern durch Phosphoreinsparung sowie effektive Abscheidung des Phosphors im Rahmen der Abwasserbehandlung, wäre ein Beitrag zur Umsetzung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (siehe Indikator 6.1.a Phosphor in Fließgewässern - Ziel: Minderung der stofflichen Belastung von Gewässern).

Das Thema Phosphor-Recycling wird auf Bundesebene vorrangig durch das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) aufgegriffen. Die dritte Fortschreibung dieses Programms (ProgRess III) wurde am 17. Juni 2020 vom Bundeskabinett verabschiedet. Dort wird auch auf Maßnahmen der Phosphorrückgewinnung aus Klärschlämmen bzw. Klärschlammaschen Bezug genommen. Die Rückführung des rückgewonnenen Phosphors in den Nährstoffkreislauf kann auch unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten als ein wichtiger Beitrag angesehen werden.

**9. Kann die Landwirtschaft in Niedersachsen den in Pyrolyse-Reaktoren hergestellten Kohle-Phosphor-Dünger sinnvoll verwenden?**

Die landwirtschaftliche Verwertung von Kohlen aus der Pyrolyse von Klärschlamm ist aus düngemittelrechtlicher Sicht derzeit nicht zulässig. Insofern kann der genannte „Dünger“ nicht verwendet werden.

Im Hinblick auf die landwirtschaftliche Verwertung dieser Pyrolyse-Kohlen ist anzumerken, dass die stoffliche Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften der resultierenden Pyrolysekohlen stark von den verwendeten Klärschlämmen sowie den jeweiligen Prozess- und Verfahrensparametern (Temperatur, Verweilzeit etc.) abhängen. So kann es im Rahmen der Pyrolyse zur Bildung von Schadstoffen (wie beispielsweise polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe [PAK] oder Dioxine) oder zur Aufkonzentrierung von Schadstoffen (insbesondere Schwermetallen, PAK, Dioxinen und Furanen) in den kohlenstoffhaltigen Rückständen kommen. Auch wird die Pflanzenverfügbarkeit der in den Pyrolysekohlen enthaltenen Phosphorverbindungen derzeit noch überwiegend kritisch bewertet.

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

Ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit der genannten Verfahren ist pauschal nicht möglich. Die Wirtschaftlichkeit ist, ebenso wie die Klimabilanz, abhängig von diversen Faktoren. Zu nennen sind dabei die Größe der jeweiligen Abwasserbehandlungsanlage, der Wassergehalt des Klärschlamms, mögliche Synergieeffekte mit anderen am Standort vorhandenen Anlagen sowie weitere betriebstechnische Parameter (beispielsweise Auslastung, Inspektions- und Wartungsintervalle, Personalbedarf).

In Niedersachsen wird derzeit keine genehmigte Klärschlammpyrolyse betrieben. Es liegen keine belastbaren Daten im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit vor. Die Pyrolyseanlagen unterliegen aber, wie andere thermische Klärschlammverwertungsanlagen auch, den hohen Anforderungen des Immissionsschutzrechtes im Hinblick auf die Abluftreinigung und Überwachung. Dies fließt mit ein in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

**11. Welche Kapazität (bitte in Tonnen entwässerten Klärschlamms und Einwohnergleichwerten) kann eine einzelne Pyrolyse-Anlage pro Jahr maximal verarbeiten?**

Pyrolyseanlagen können, ebenso wie Vergasungsanlagen oder auch kleine Drehrohröfen, mit relativ geringen Klärschlamm-Kapazitäten betrieben werden. Somit eignen sich diese Anlagen für den dezentralen Betrieb.

Eine Angabe der maximalen Menge ist aufgrund baulicher Unterschiede bei diversen Anlagenherstellern nicht möglich. In der Regel erfolgt der Betrieb aber in Containerbauweise mit Kapazitäten von 1 000 bis 3 500 t KS TM pro Jahr (was etwa 4 000 bis 14 000 t entwässertem Klärschlamm entspricht). Nach Angaben einiger Hersteller von Pyrolyseanlagen sei das Konzept skalierbar und somit auch für Kläranlagen jeder Größenordnung ab 10 000 EW geeignet.

**12. Was ist die optimale Kapazität einer Klärschlammverbrennungsanlage?**

Eine grundsätzliche Aussage zu dieser Frage ist aufgrund der diversen dafür relevanten Faktoren nicht möglich. Aufgrund der vorliegenden Informationen zu den derzeit in Niedersachsen in Planung bzw. Realisierung befindlichen Projekten (Wirbelschichtverbrennungsanlagen) kann jedoch eine optimale Kapazität von 30 000 bis 35 000 t KS TM abgeleitet werden. Darin spiegeln sich auch die strukturellen Gegebenheiten des Flächenlands Niedersachsen wieder.

**13. 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?**

Unter Verweis auf die Antworten zu den Fragen 7, 10 und 11 lässt sich diese Frage nicht grundsätzlich beantworten.

(Verteilt am 18.08.2020)