

Einschätzung zum Vorhaben:  
Thermische Klärschlammverwertung  
mit anschließendem Phosphorrecycling  
der KNRR GmbH, Hildesheim

BUND Kreisgruppe Hildesheim  
17.8.2020

Kontakt: Matthias Köhler  
Scheelenstr. 22  
31134 Hildesheim  
Tel. 05121 157 274

## **1. Veranlassung**

Die Kommunale Nährstoffrückgewinnung Niedersachsen GmbH (KNRN GmbH) plant, eine Monoklärschlammverbrennungsanlage (MKVA) zu errichten, um darin den Klärschlamm aus den Kläranlagen der an der Gesellschaft beteiligten Kommunen zu behandeln. Als Standort ist ein städtisches Grundstück am Hildesheimer Hafen vorgesehen. Der Rat der Stadt Hildesheim hat gemäß der Vorlage 18/423 beschlossen, die Übertragung des städtischen Grundstücks an die KNRN GmbH an drei Bedingungen zu knüpfen. Eine davon ist das „Vorliegen einer Stellungnahme der Umweltverbände zum Betrieb“.

Die Umweltverbände Bund für Umwelt und Naturschutz Niedersachsen, Kreisgruppe Hildesheim sowie NABU Kreisverband Hildesheim sind als Mitglieder im Umweltbeirat der KNRN über die laufenden Planungen informiert worden. Wir begrüßen es, dass wir die Gelegenheit erhalten, bereits vor Beginn des Genehmigungsverfahrens nach Bundesimmissionsschutzgesetz eine Einschätzung abzugeben. Planungsunterlagen liegen noch nicht vor. Diese Einschätzung befasst sich daher nicht mit der planungsrechtlichen Zulässigkeit der MKVA, sondern versucht, die vorbereitenden, interdependenten Schritte: Wahl des Verfahrens und Wahl des Standorts nachzuvollziehen und aus Umweltsicht zu bewerten, um dem Rat der Stadt Informationen für die anstehende Grundstücksvergabe an die Hand zu geben. Die vorliegende Ausarbeitung der BUND Kreisgruppe Hildesheim basiert auf allgemein zugänglichen Unterlagen, den Informationen, die der Verfasser z. T. mündlich von der Geschäftsführung der KNRN sowie Herrn Franck (JOMA Umwelt - Beratungsgesellschaft mbH) erhalten hat, sowie auf einem Gespräch mit Mitgliedern des Vorstands der Klärschlamm-Initiative Hildesheim e.V.

## **2. Rahmenbedingungen**

### **2.1. Ausgangslage**

Klärschlamm enthält wertvolle Rohstoffe vor allem Phosphor aber auch Stickstoff und Metalle, die möglichst rasch und vollständig wieder in den Wirtschafts- und Nährstoffkreislauf zurückgeführt werden sollten, insbesondere da die Weltphosphorreserven in absehbarer Zeit erschöpft sein werden. Klärschlamm ist jedoch erheblich mit Schadstoffen (Schwermetalle, Mikroplastik, Dioxine, Arzneimittelrückstände) und resistenten Krankheitserregern belastet. Bei der bisher üblichen landwirtschaftlichen Verwertung reichern sich diese Stoffe im Boden an.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, den Klärschlamm zu behandeln und die enthaltenen Wertstoffe zurückzugewinnen. Dies ist ein aufwändiger Prozess, der zudem zur Folge hat, dass die im Klärschlamm enthaltenen organischen Substanzen der Landwirtschaft nicht mehr als Humusbildner zur Verfügung stehen. Grundsätzlich ist es daher wünschenswert und erforderlich, beim Verursacher anzusetzen und die Schadstoffeinträge an der Quelle zu reduzieren, sodass der Klärschlamm wieder unmittelbar landwirtschaftlich genutzt werden kann. Leider ist es in den letzten Jahrzehnten entgegen der Zielsetzung europaweit geltender Abkommen (u.a. REACH) nicht gelungen, dieses Ziel zu erreichen. Derzeit führt daher an der Klärschlammbehandlung kein Weg vorbei. Das Umweltbundesamt plädiert für einen vollständigen und dauerhaften Ausstieg aus der bodenbezogenen Klärschlamm Entsorgung.<sup>1</sup> Wenn Klärschlamm nicht mehr in der Landwirtschaft verwertet werden kann, ist der Nährstoffkreislauf an dieser Stelle durchbrochen und muss auf andere Weise wieder geschlossen werden.

---

<sup>1</sup>UBA Hrsg: Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland, Stand: Oktober 2018

## 2.2. Rechtliche Rahmenbedingungen

Ausgehend von der hier kurz beschriebenen sachlichen Problematik sind die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Behandlung und Verwendung von Klärschlamm umfassend neu gesetzt worden. Klärschlamm ist gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz Abfall, der möglichst hochwertig zu verwerten ist, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Zu beachten ist hier in erster Linie die im Jahr 2017 novellierte „Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost“ (Klärschlammverordnung – AbfKlärV) sowie außerdem das Düngegesetz (DüngG), die Düngeverordnung (DüV) sowie die Düngemittelverordnung (DüMV).

Die Klärschlammverordnung enthält erstmals umfassende Vorgaben zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlämmen bzw. Klärschlammverbrennungsrückständen/ kohlenstoffhaltigen Rückständen. Klärschlämme mit mindestens 20 g Phosphor/kg Trockenmasse sowie Klärschlammverbrennungsrückstände sind einer Phosphorrückgewinnung zu unterziehen. Die derzeit praktizierte bodenbezogene Verwertung ist ab dem Jahr 2029 nur noch bei Klärschlämmen aus Behandlungsanlagen mit einer Ausbaugröße von bis zu 100.000 Einwohnerwerten und ab dem Jahr 2032 nur noch aus Anlagen mit einer Ausbaugröße von bis zu 50.000 Einwohnerwerten zulässig. Die Verordnung gibt keine bestimmte Technologie zur Phosphorrückgewinnung vor, sondern lässt Spielraum für den Einsatz innovativer Rückgewinnungsverfahren. Es werden allerdings P-Rückgewinnungsquoten von 50 % aus dem Klärschlamm bzw. 80 % aus der Asche/kohlenstoffhaltigen Rückständen gefordert.

Für die Hildesheimer Kläranlage, die für 240.000 Einwohnerwerte ausgelegt ist, gilt die Frist 1.1.2029. Bereits bis zum 31.12.2023 ist ein Bericht über geplante und eingeleitete Maßnahmen zur Sicherstellung der fristgemäßen Phosphorrückgewinnung vorzulegen. (§ 3a AbfKlärV)

Kann das Phosphor nicht unmittelbar aus der Klärschlammasche wiedergewonnen werden, ist sie getrennt von anderen Abfällen und rückholbar in einem Langzeitlager aufzubewahren solange bis ein P-Recyclingverfahren verfügbar ist, das dem Stand der Technik entspricht und wirtschaftlich ist.

## 2.3. Ziel: Rückgewinnung von Phosphor und anderen Wertstoffen

Die Intention des Gesetzgebers ist die möglichst hochwertige Verwertung von Klärschlamm. Aus dem Abfall Klärschlamm sollen entsprechend dem Kreislaufwirtschaftsgesetz ein oder mehrere zugelassene, vermarktbar Wertstoffe gewonnen werden, die wieder in den Wirtschafts- bzw. Nahrungsmittelkreislauf zurückgeführt werden können. Dies ist bei allen Entscheidungen über die Klärschlammverwertung von Anfang an zu berücksichtigen. „Die gesamte Klärschlammbehandlung ist auf eine integrierte oder nachgeschaltete Phosphorrückgewinnung auszulegen.“<sup>2</sup>

Das Endprodukt des Phosphorrecycling muss ein möglichst gut pflanzenverfügbares und schadstoffarmes Recyclingprodukt sein, dass zudem wettbewerbsfähig im Vergleich mit handelsüblichen Phosphordüngemitteln ist.

Dem entspricht der im Gesellschaftsvertrag der Kommunalen Nährstoffrückgewinnung Niedersachsen GmbH verankerte Gesellschaftszweck:

---

<sup>2</sup> Landtag von Baden-Württemberg, Drucksache 16/7820, Kleine Anfrage des Abg. Paul Nemeth, S.4

## § 2

### Gesellschaftszweck und Gegenstand des Unternehmens

- (1) Zweck der Gesellschaft ist die Verwertung des bei den Gesellschaftern anfallenden Klärschlammes sowie die Rückgewinnung von Nährstoffen, insbesondere Phosphor, hieraus. Dabei wird das Ziel der nachhaltigen und wirtschaftlichen Lösung der Klärschlammverwertung in Verbindung mit der Phosphorrückgewinnung verfolgt. Die Gesellschaft kann hierzu weitere Gesellschafter aufnehmen.
- (2) Gegenstand des Unternehmens der Gesellschaft ist die Durchführung der Verwertung von Klärschlämmen sowie Planung, Finanzierung, Bau, Betrieb und Unterhaltung der dafür notwendigen Einrichtungen. Die Gesellschaft kann sich auch an einem Unternehmen beteiligen, welches diese Bereiche zum Unternehmensgegenstand hat.

3

Aufgabe der KNRN ist demnach in erster Linie die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm. Ein bestimmtes Verfahren wird nicht vorgegeben.

### 3. Das Vorhaben

Die KNRN GmbH plant eine Monoklärschlammverbrennungsanlage zur Behandlung von jährlich 33.500 Mg TR d.h. getrocknetem Klärschlamm im stationären Wirbelschichtverfahren. Diese soll auf einem der Kläranlage benachbarten Grundstück unmittelbar am Hildesheimer Hafen errichtet werden.

Die Wahl des Verfahrens wie auch des Standorts erfolgte auf der Basis des Gutachtens der JOMA Umwelt - Beratungsgesellschaft mbH, Hamburg , 2016:

*Standortermittlung und- bewertung für eine thermische Klärschlammvorbehandlung mit nachgeschalteten P-Recycling für die Metropolregion Hannover, Wolfsburg, Braunschweig, Hildesheim, Peine, Salzgitter*

Eine Kurzfassung dieses Gutachtens ist auf der Homepage der KNRN verfügbar.

Es enthält einen, der eigentlichen Standortsuche vorgelagerten, Arbeitsschritt, in dem einige am Markt verfügbaren Verfahren der Klärschlammbehandlung und des P-Recyclings vereinfacht qualitativ bewertet wurden, um ein geeignetes Verfahren zu ermitteln.

***„Im Ergebnis wurde für die eigentliche Klärschlammbehandlung das Vorzugsverfahren Monoklärschlammverbrennung mittels stationärer Wirbelschicht ermittelt. Ein Vorzugsverfahren für das P-Recycling konnte aufgrund derzeit fehlender großtechnischer Erfahrungen nicht identifiziert werden.“<sup>4</sup>***

Da das Gutachten im Jahr 2016 erstellt wurde, spiegelt es den damals erreichten Stand der Entwicklung der Klärschlammbehandlungs- und Phosphorrecyclingverfahren wider. Zudem lag ihm lediglich ein Entwurf der im Jahr 2017 novellierten AbfklärV zugrunde.

<sup>3</sup> Stadt Hildesheim, Vorlage-Nr:18/309

<sup>4</sup> JOMA GmbH: Gutachten Standortermittlung und Bewertung für die Metropolregion, Kurzfassung S. 19

## **4. Bewertung des Vorhabens**

### **4.1. Kriterien**

Aus Umweltsicht sind an mögliche Verfahren zur Klärschlammbehandlung und Phosphorrückgewinnung folgenden Anforderungen zu stellen:

1. Bestmögliche Trennung von Schad- und Wertstoffen, hohe Recyclingquoten
2. effiziente Rückführung der Wert- und Nährstoffe in den Kreislauf, z.B. durch gute Pflanzenverfügbarkeit und Schadstoffarmut der Recyclingprodukte
3. möglichst dauerhafte und sichere Entnahme der im Klärschlamm enthaltenen und der im Prozess entstehenden Schadstoffe aus der belebten Umwelt durch Zerstörung oder sichere Deponierung
4. gute ökologische und Klimabilanz durch geringen Einsatz von Ressourcen („Chemie“ und fossile Energie) sowie bestmögliche energetische Nutzung der im Klärschlamm enthaltenen Organik
5. möglichst geringe Belastung von Mensch und Natur durch Emissionen, Lärm, Geruch, Verkehr.

Weitere Kriterien, insbesondere die Wirtschaftlichkeit werden hier nicht behandelt, sondern sind von den Entscheidungsträgern zu ergänzen. Eine Umweltverträglichkeitsprüfung wird erst im Rahmen des Genehmigungsverfahrens auf der Basis der dann erstellten detaillierten Informationen und Gutachten vorgenommen. Eine „Ökobilanz“ kann im Rahmen dieser Kurzbeurteilung nicht erwartet werden. Sie ist für das Gesamtvorhaben einschließlich P-Rückgewinnung ohnehin unmöglich, da es noch nicht geplant und daher nicht zu überblicken und zu beurteilen ist. Die derzeit geplante Monoklärschlammverbrennung bildet erst den Einstieg in das Phosphorrecycling. Ein Verfahren für die Phosphorrückgewinnung aus der Verbrennungsasche steht noch nicht zur Verfügung und lässt sich daher ebenso wenig bewerten wie der Zwischenschritt der Deponierung der Verbrennungsasche.

Es kann jedoch gefragt werden, ob die Entscheidung für die Klärschlammverbrennung auf der Basis der neuen rechtlichen Rahmenbedingungen (novellierte AbKlärV) und aktuell verfügbarer Informationen zu den möglichen Phosphorrecyclingverfahren nachvollziehbar und auch aus ökologischer Sicht tragfähig ist.

### **4.2. Klärschlammverwertungs- und P-Recyclingverfahren**

Das Umweltbundesamt informiert in der Publikation: „Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland“ vom Oktober 2018 umfassend zu diesem Thema. Weiterhin hat die Deutsche Phosphor-Plattform auf ihrer Webseite eine Übersicht sowie Steckbriefe der momentan am weitesten entwickelten Verfahren veröffentlicht. Den Stand 2018 gibt die folgende Tabelle wieder:

[https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/wp-content/uploads/2018/06/Kabbe\\_ISLE\\_Tech\\_implementation-Table\\_20180305.pdf](https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/wp-content/uploads/2018/06/Kabbe_ISLE_Tech_implementation-Table_20180305.pdf)

Dazu gibt es ein Update von 07/2020

[https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/wp-content/uploads/2020/05/P-Recyclingtechnologien\\_Tabelle\\_7\\_2020.pdf](https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/wp-content/uploads/2020/05/P-Recyclingtechnologien_Tabelle_7_2020.pdf)

(siehe Anlage)

#### **4.2.1. Phosphorrückgewinnung aus der „wässrigen Phase“ mit Hilfe von „nassen“ Verfahren (und anschließende Mitverbrennung)**

Es existieren eine ganze Reihe erprobter Verfahren zur P-Rückgewinnung aus dem Abwasser, Klärschlamm, Faulschlamm, Schlammwasser oder dem Kläranlagenablauf. Diese ermöglichen in der Regel eine Rückgewinnung von 5–30 % des im Kläranlagenzulauf enthaltenen Phosphors.<sup>5</sup> Es gibt allerdings auch Berichte über höhere Recyclingquoten von bis zu 80% z.B. für das in Gifhorn eingesetzte modifizierte Seaborne Verfahren.<sup>6</sup> Im Gutachten werden die „nassen“ Verfahren hauptsächlich aufgrund der geringen Recyclingquoten ausgeschieden. Auf biologischem oder physikalischem Weg kann die durch die Klärschlammverordnung seit 2017 vorgeschriebene Recyclingquote von 50 % offenbar derzeit nicht erreicht werden. In der Praxis wird diese Hürde dadurch abgesenkt, dass die AbfklärV vorschreibt, zur Rückgewinnung von Phosphor ein Verfahren anzuwenden, das die Reduzierung des Phosphorgehalts des Klärschlammes um mindestens 50 % oder auf weniger als 20 g P/kg TM gewährleistet. Letzteres ist in den meisten Fällen mit geringeren Wirkungsgraden zu erreichen, da der durchschnittliche P-Gehalt im Klärschlamm bei 30 g P/kg TM liegt.<sup>7</sup> Kleinere Kläranlagen mit geringem P-Gehalt im Klärschlamm könnten den Weg in die Mitverbrennung beschreiten. Dennoch kommt eine aktuelle (2020) Studie der Universität München im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt zu dem Fazit:

*„Momentan kann keines der Verfahren mittels Fällung/Kristallisation sowie physikalische und biologische Verfahren/Verfahrenskombinationen die Anforderungen der AbfklärV (2017) für eine konventionelle, kommunale Abwasserbehandlung erfüllen. Wenngleich dies mit chemischen Verfahren möglich ist, wird derzeit keines der Verfahren in Deutschland großtechnisch wirtschaftlich betrieben.“*

#### **4.2.2. Mitverbrennung von Klärschlammen**

Die Mitverbrennung von Klärschlammen in (Braun)kohlekraftwerken, MVAs oder der Zementindustrie wurde im Gutachten verworfen, weil damit die zukünftigen Anforderungen an ein P-Recycling voraussichtlich nicht erfüllt werden können. Nach der AbfklärV darf nur Klärschlamm mit einem niedrigen Phosphorgehalt von unter 20 g P/kg Trockenmasse direkt in die Mitverbrennung gehen. Dieser Wert kann, wie oben beschrieben, auch durch eine Vorbehandlung erzielt werden, in der der Klärschlamm auf einen Phosphorgehalt von unter 20 g P/kg Trockenmasse „abgereichert“ wird. Bei einer Recyclingquote von meist deutlich unter 50% wird das Recyclingpotential nicht ausgeschöpft und zu viel Phosphor geht in der Mitverbrennung verloren, wo es aus den Aschen nicht zurückgewonnen werden kann. Die Mitverbrennung verursacht zudem höhere Emissionen als die Monoverbrennung, da die Anlagen die Grenzwerte der 17. BImSchV einhalten, während diese in den neuen MKVA deutlich unterschritten werden. Beides lässt diese Strategie aus ökologischer Sicht ungeeignet erscheinen. Durch den Kohleausstieg sind bei der Mitverbrennung erhebliche Veränderungen zu erwarten. Große Kapazitäten werden entfallen, möglicherweise stellen Kraftwerke aber auch auf P-abgereicherten Klärschlamm und andere erneuerbare Ressourcen als Heizmaterial um.

#### **4.2.3. Thermische Verfahren mit integriertem oder anschließendem Phosphorrecycling.**

Hierzu gehören die Monoklärschlammverbrennung, die Carbonisierung (Pyrolyse oder hydrothermale Carbonisierung (HTC)), die Vergasung sowie metallurgische Schmelzverfahren.

---

<sup>5</sup> UBA Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland S. 48

<sup>6</sup> Allerdings war der Chemikalieneinsatz dabei so hoch, dass das Verfahren geändert und die Recyclingquote reduziert wurde <https://eu-recycling.com/Archive/8811> „Die Qual der Wahl“ 2015

<sup>7</sup> Schaum et al.: Phosphorrückgewinnung bei der Abwasserbehandlung, 2020

Das Gutachten behandelt diese Verfahren auch in seiner Langfassung recht kurz auf wenigen Seiten und beurteilt sie „*auf der Grundlage der Kriterien Nachhaltigkeit (Sicherstellung zu erwartender gesetzlicher Anforderungen), Entsorgungssicherheit (großtechnische Erprobung) und Wirtschaftlichkeit.*“<sup>8</sup> Genannt werden neben der Monoklärschlammverbrennung, Pyreg als Pyrolyseverfahren, Avaco als HTC Verfahren sowie Mephrec als metallurgisches Verfahren. Diese Auswahl ist nicht umfassend oder gar vollständig.

Zu den thermischen Verfahren ist generell festzustellen, dass sie theoretisch eine hohe Rückgewinnungsquote von bis zu 90 % des im Kläranlagenzulauf enthaltenen Phosphors ermöglichen, da sich dieser Rohstoff nahezu vollständig in den Rückständen aus der thermischen Behandlung (Asche, Schlacke, Kohle) wiederfindet. Die Phosphorkonzentration steigt vom Abwasser (< 0,001 %) über den Klärschlamm (ca. 1%) bis zur Klärschlammasche auf ca. 6–8% an. Ein weiterer Vorteil ist die Zerstörung der im Schlamm enthaltenen organischen Schadstoffe durch hohe Temperaturen. Die Pflanzenverfügbarkeit der erhaltenen Recyclate ist je nach Verfahren sehr unterschiedlich zu bewerten.<sup>9</sup>

Im Vergleich zu den nasschemischen Fällungsverfahren ist die thermische Verwertung technisch anspruchsvoller und somit auch häufig wesentlich teurer in Umsetzung und Betrieb.<sup>10</sup> Es wird meist eine energieaufwendige Trocknung benötigt.

Eine Darstellung einzelner Technologien ist in diesem Rahmen nicht möglich. Dazu wird auf die erwähnten Quellen verwiesen. Es folgt hier nur eine kurze Charakterisierung der unterschiedlichen thermischen Verfahren: Bei der **Vergasung** werden unter hohen Temperaturen ein brennbares Synthesegas und phosphorreiche Asche erzeugt. Zur Umwandlung der kohlenstoffhaltigen Anteile (von ca. 50%) im Klärschlamm in Kohle (Karbonisierung) werden zwei Verfahren angewandt: Bei der **Pyrolyse** wird aus dem getrockneten Klärschlamm durch Verschwelung unter Luftabschluss bei Temperaturen zwischen 500°C und 800°C Synthesegas, Pyrolysekoks und eine flüssige Fraktion erzeugt. Der Phosphor wird in der Kohle aufkonzentriert. Bei der **hydrothermalen Carbonisierung** (HTC) wird die Biomasse im Klärschlamm ohne Trocknung bei Temperaturen zwischen 180 und 250 °C und hohem Druck zu Kohle umgewandelt.<sup>11</sup> Es entsteht ein wässriger Kohleschlamm, der durch Herauspressen der Flüssigkeit auf mechanischem Weg getrocknet wird. Bei diesem Verfahren wird der Phosphor in der wässrigen Fraktion angereichert. **Monoverbrennungsanlagen** verwandeln den Klärschlamm bei Temperaturen von 850 - 950 °C vollständig zu Asche, in der der Phosphor aufkonzentriert ist.

## 5. Verfahrensvergleich

### 5.1. Entwicklungsstand

Für einen Verfahrensvergleich ist zunächst deren bislang erreichter Entwicklungsstand zu untersuchen. Dazu führt das Umweltbundesamt aus: „*In den letzten Jahren hat sich die stationäre Wirbelschicht als für die Klärschlammverbrennung geeignetste Feuerungsart erwiesen.*“ (S.37)

Zu den alternativen Klärschlammbehandlungsverfahren: „*Derzeit werden auch eine Reihe von weiteren Klärschlammvergasungs- und -pyrolyseverfahren entwickelt. Als Beispiele können dafür die Verfahren Pyreg, Pyrobuster oder das Klärschlamm-Reforming-Verfahren genannt werden. Die hier aufgeführten alternativen Behandlungsverfahren befinden sich zumeist aber noch im Entwicklungsstadium oder wurden bisher nur in sehr geringer Zahl großtechnisch getestet.*“ (S. 39)

---

<sup>8</sup> JOMA GmbH: Gutachten Standortermittlung und Bewertung für die Metropolregion, Auszug Langfassung

<sup>9</sup> UBA: Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland, S. 49

<sup>10</sup> Ebd.

<sup>11</sup> Mehr zum HTC Verfahren unter <https://uol.de/physik/twist/forschung/htc/das-verfahren>



Das Umweltministerium Baden-Württemberg stellt fest, dass die Funktionsfähigkeit von Pyrolyse und Vergasungsanlagen im großtechnischen Dauerbetrieb nicht nachgewiesen ist, während es sich bei Wirbelschichtverbrennungsanlagen um anerkannte und langjährig erprobte Verfahren handelt.<sup>12</sup>

Dies deckt sich mit den Einschätzungen im JOMA Standortgutachten:

*„Monoklärschlammverbrennung (MKVA) ist ein großtechnisch erprobtes, wirtschaftliches Verfahren der Klärschlammverwertung und arbeitet bei den in Deutschland in Betrieb befindlichen mehr als 15 Großanlagen nach dem großtechnisch ebenfalls erprobten Prinzip der stationären Wirbelschicht.“*

Pyreg und HTC Verfahren werden dagegen als großtechnisch begrenzt bzw. kaum erprobt bezeichnet.

Das metallurgischen Mephrec-Verfahrens wurde im Gutachten nicht geprüft. Dies sollte erst nach Vorlage von Ergebnissen aus der Pilotanlage in Nürnberg erfolgen. Der Abschlussbericht liegt inzwischen vor.<sup>13</sup> Anlass zur Änderung der Empfehlungen des Gutachtens hat er offenbar nicht gegeben. Wegen teilweise unerwarteter Ergebnisse des Pilotprojekts hält auch die Stadt Nürnberg nicht mehr an dem Verfahren fest. Festzuhalten bleibt, dass Mephrec großtechnisch nicht zur Verfügung steht.

Zwischenergebnis: Von allen thermischen Verfahren ist demnach allein die Verbrennung (stationäre Wirbelschicht) großtechnisch erprobt und verfahrenssicher.

## **5.2. Erfüllung der rechtlichen Vorgaben, Verwendbarkeit der Produkte**

Letztlich kommt es darauf an, dass die mit einem thermischen Verfahren erzeugten Stoffe fristgerecht die Vorschriften der AbfKlärV und der DüMV erfüllen d.h. bis 2029 mindestens 80% des Phosphors zurückgewonnen und als Recyclingprodukt in den Markt gegeben werden kann.

Die Aschen aus der Verbrennung sind gemäß DüMV Anhang 2 für die Herstellung von Düngemitteln zugelassen. Voraussetzung dafür ist, dass die organischen Anteile vollständig eliminiert und Quecksilber und andere Schwermetalle durch die Abgasreinigung effizient entfernt wurden. Können die Aschen auf diese Weise als Dünger eingesetzt werden, ist das P-Recycling damit abgeschlossen. Wegen des Schwermetallgehalts der Aschen und weil der darin enthaltene Phosphor nur schlecht pflanzenverfügbar ist, muss er aus der Asche zurückgewonnen werden. Dies ist auch für die Hildesheimer Anlage vorgesehen.

Die Herauslösung des Phosphors aus der Asche ist technisch anspruchsvoll, da P hier in einer relativ stabil gebundenen Form vorliegt.<sup>14</sup> Auch hier befinden sich (ähnlich wie beim Klärschlamm) viele verschiedene Verfahren in der Entwicklung und Erprobung:

- Nasschemische Aufbereitung – (TetraPhos, EcoPhos, LEACHPHOS) Rücklösung mittels Säure und anschl. Trennung von Phosphor und den (Schwer-)Metallen, Endprodukt: Phosphorsäure
- Thermochemische Aufbereitung – (AshDec) Behandlung der Aschen unter Zugabe von Zuschlagsstoffen bei hohen Temperaturen, Abtrennung der Schwermetalle über die Gasphase, Endprodukte: Verbindungen von Phosphor mit Magnesium oder Natrium
- Metallurgische Verfahren Endprodukt: phosphorhaltige Schlacke, ähnlich Thomasmehl
- Bio Leaching: (Inocre P-bac) Herauslösung mittels Bakterien
- Elektrochemisch: (EPHOS) Herauslösung mittels Elektrolyse<sup>15</sup>

<sup>12</sup> Landtag von Baden-Württemberg, Drucksache 16/7820, Kleine Anfrage des Abg. Paul Nemeth

<sup>13</sup> Siehe: [https://www.nuernberg.de/imperia/md/krn\\_mephrec/dokumente/bericht\\_krn\\_kurz.pdf](https://www.nuernberg.de/imperia/md/krn_mephrec/dokumente/bericht_krn_kurz.pdf)

<sup>14</sup> Franck, Wittstock, Edens: „Verfahren zur thermischen Klärschlammbehandlung und zum Phosphor-Recycling“ in Müll und Abfall 06.2018, S. 18

<sup>15</sup> Franck, Wittstock, Edens: „Verfahren zur thermischen Klärschlammbehandlung und zum Phosphor-Recycling“ in Müll und Abfall 06.2018 S. 19 ff



Keines hat bisher den Nachweis großtechnischer Eignung erbracht.

Das JOMA Gutachten empfiehlt daher, die erzeugten Aschen zwischenzulagern. Die rückholbare Deponierung in einem Langzeitlager ist gemäß AbfKlärV zulässig bis ein P-Recyclingverfahren verfügbar ist, das dem Stand der Technik entspricht und wirtschaftlich ist.

Für Pyrolysekohle (und das ähnliche Produkt aus HTC) findet sich kein Eintrag in Anhang 2 der DüMV, hier sind explizit nur Aschen aus der Verbrennung von Klärschlamm genannt. Auch nach der EU-Düngemittelverordnung haben sie aktuell keine Zulassung. Die genannten Stoffe dürfen daher nicht bodenbezogen verwertet werden.<sup>16</sup> Sie haben insoweit ihre Abfalleigenschaft nach § 5 KrWG nicht verloren und dürfen energetisch nur in Verbrennungsanlagen nach 17. BImSchV verwertet werden. Dadurch würde die zuvor durch die Umwandlung der Organik in Kohle unvollständige Verbrennung abgeschlossen und das CO<sub>2</sub> im Klärschlamm vollständig freigesetzt. Sofern der Phosphor nicht zuvor ausgeschleust wurde, müsste er aus der Verbrennungssasche zurückgewonnen, oder diese als Dünger eingesetzt werden, um die Vorgaben der AbfKlärV zu erfüllen.

Ein Ergebnis der derzeit laufenden Bestrebungen, die unterschiedliche Behandlung von Verbrennungssasche und Pyrolysekohle in der Düngemittelgesetzgebung zu beenden, soll im Jahr 2022 vorliegen. Sollte es zu einer Änderung kommen, müssen Karbonisierungsprodukte den Vorgaben der DüMV hinsichtlich Schadstofffreiheit etc. entsprechen. Hier bestehen Zweifel, ob dies beim Einsatz von Klärschlamm als Ausgangsmaterial sichergestellt werden kann.

Sollte die Pyrolysekohle anderweitig, z.B. als Zuschlagsstoff in der Bauindustrie eingesetzt werden, ist zu fragen, wie dabei die Phosphorrecyclingpflichten erfüllt werden können.

Schließlich ist sicherzustellen, dass, bei allen Unterschieden in den Verfahren, ein P-Recyclingdünger mit optimaler Pflanzenverfügbarkeit und möglichst geringer Schadstoffbelastung erzeugt wird. Dies ist in Vegetationsversuchen zu überprüfen.<sup>17</sup>

Das Umweltbundesamt beurteilt mögliche Alternativen zur Verbrennung wie folgt: *Vergasungs-, Pyrolyse- oder Karbonisierungs-(HTC-) Verfahren werden seit einigen Jahren ebenfalls mit dem Ziel der stofflichen Verwertung des im Klärschlamm enthaltenen Phosphors entwickelt und großtechnisch getestet. Bisher lässt sich nicht abschließend beurteilen, inwieweit eine gemäß Klärschlammverordnung geforderte Phosphorrückgewinnung sowie der Erhalt eines (aus rechtlicher und stofflicher Sicht) zu Dünge Zwecken einsetzbaren Recyclats möglich sind.*<sup>18</sup>

**Zwischenfazit:** Nicht nur bei der Verbrennung, sondern auch bei möglichen Alternativen dazu ist der Weg zum Recyclingprodukt und damit zum Abschluss des P-Recycling Prozesses noch offen.

---

<sup>16</sup> Anmerkung: Nach Angaben der PYREG GmbH ist das gewonnene Karbonisat aus PYREG Anlagen aufgrund der Düngemittel-Registrierung für PYREGPhos in Schweden vom 27. September 2018 europaweit als Phosphor-Düngersubstrat zum freien Warenverkehr zugelassen.

<sup>17</sup>

[https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/wp-content/uploads/2020/06/DPP\\_DLGFeldtage\\_6-2020.pdf](https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/wp-content/uploads/2020/06/DPP_DLGFeldtage_6-2020.pdf)

<sup>18</sup> UBA: Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland, 2018, S. 49

### 5.3. Energie-, CO<sub>2</sub> und Stoffbilanz, Emissionen

Der Energieverbrauch hat nicht nur für die Effizienz der Verfahren Bedeutung, sondern spielt im Hinblick auf die CO<sub>2</sub> Bilanz auch in der politischen Diskussion eine Rolle. Betrachtet man die Prozesse vom Anfang beim Klärschlamm bis zum Ende beim P-Recyclingprodukt und dessen Verwendung, wird deutlich, dass bis zu diesem Endpunkt bei allen Verfahren der im Klärschlamm gebundene Kohlenstoff in CO<sub>2</sub> umgesetzt wird. Unter der Voraussetzung, dass die Pyrolysekohle in den Boden eingebracht werden darf (und nicht verbrannt werden muss) und dort den Umsetzungsprozessen, je nach Beschaffenheit dieser Kohle, mehr oder weniger lange widersteht, wird CO<sub>2</sub> bei Pyrolysekohle deutlich langsamer freigesetzt.

Im ersten Schritt zur P-Rückgewinnung kann bei den thermischen Verfahren, insbesondere der Verbrennung, unter günstigen Bedingungen Energie ausgekoppelt und somit fossile Energie durch erneuerbare Energie aus Klärschlamm ersetzt werden. Allerdings muss bei den weiteren Aufbereitungsschritten sicher wieder Energie zugeführt werden. Die hinsichtlich des Einsatzes von fossiler Energie und von anderen Rohstoffen zum Bau und Betrieb der diversen benötigten Anlagen vorhandenen Unterschiede zwischen den Verfahrensketten können letztlich erst abgeschätzt und verglichen werden, wenn die jeweilige Abfolge der einzelnen Verfahrensschritte geplant ist. Da zudem die Größe der Anlagen dabei ein wichtiger Einflussfaktor ist, müsste von identischen Durchsatzmengen ausgegangen werden.

Hinsichtlich Emissionen und Bodenbelastung ist festzuhalten, dass alle neu errichteten Anlagen, die niedrigeren Grenzwerte der novellierten BImSchV einhalten müssen. (siehe auch 8.1.). Die Recyclingprodukte selbst werden die Werte der DüMV z.T. deutlich unterschreiten. Im Vergleich zu Düngemitteln aus importiertem Rohphosphat ist die Belastung mit Uran und Cadmium in Recyclingprodukten deutlich geringer.<sup>19</sup>

Zwischenergebnis: Eine vergleichende „Ökobilanzierung“ ist derzeit unmöglich. Die CO<sub>2</sub> Freisetzung aus dem Klärschlamm ist letztlich bei allen Verfahren gleich 100%. Aus Sicht des Klimaschutzes ist es nur dann sinnvoll, den Klärschlamm zunächst nur unvollständig zu verbrennen, d.h. in Kohle umzuwandeln, wenn diese die Voraussetzungen für die Einbringung in den Boden erfüllt und dort länger als nur einige Jahre stabil bleibt.

### 5.4. Ergebnis des Verfahrensvergleichs

Die Gesellschafter der KNRN GmbH haben sich richtigerweise dagegen entschieden, ihren Klärschlamm mit Hilfe eines „nassen“ Verfahrens abzureichern und in die Mitverbrennung zu geben. Vielmehr streben sie höhere P-Recyclingquoten (bis 90%) und eine größere Entsorgungssicherheit an und haben als Einstieg in die Phosphorrückgewinnung das einzige aktuell großtechnisch erprobte Verfahren, die Verbrennung in stationärer Wirbelschichttechnik, gewählt. Dies bedeutet, dass der Phosphor aus der Verbrennungssasche zurückgewonnen werden muss, wofür die Gutachter kein Verfahren empfehlen konnten. Auf größtmögliche Sicherheit beim ersten Schritt zum Phosphorrecycling folgt relative Unsicherheit bei den weiteren, nämlich:

- Wahl eines geeigneten Ascheaufbereitungsverfahrens zur Herstellung eines vermarktbaren P-Recyclingprodukts bis spätestens 1.1.2029. Dabei ist nicht nur eine Entscheidung über das Verfahren, sondern auch über die Partner, mit denen diese Lösung realisiert werden kann, herbeizuführen. Voraussichtlich wird man die Aschemengen aus Hildesheim mit den Mengen andere MKVA zusammenlegen, um eine industrielle Lösung zu ermöglichen.

---

<sup>19</sup> Denn Rohphosphate enthalten 10–200 mg/kg Uran, das sich im Aufbereitungsprozess zum Dünger zu noch höheren Konzentrationen anreichert. <https://de.wikipedia.org/wiki/D%C3%BCnger#>

- Falls diese bis zum Betrieb der Anlage im Jahr 2025 noch nicht zur Verfügung steht, ist eine Möglichkeit zur separaten, rückholbaren Lagerung der Asche zu identifizieren.

Eine alternative Verfahrenskombination, mit der die Schritte bis zum vermarktbareren P-Recyclingprodukt schneller und einfacher vollzogen werden könnten, steht allerdings, soweit erkennbar, noch nicht zur Verfügung.

Weil absehbar ist, dass in Zukunft vermehrt Asche aus der Klärschlammverbrennung aufzuarbeiten sein wird, werden mit Hochdruck Verfahren zur P-Rückgewinnung aus Asche erforscht und erprobt.

Zu den am weitesten entwickelten Verfahren zählen (Stand 2018) AshDec, EcoPhos und TetraPhos.<sup>20</sup> Eine TetraPhos Anlage wird derzeit an der MKVA VERA in Hamburg gebaut. In der aktuellen Übersicht des DPP (siehe Anlage) finden sich 5 Verfahren, die 2021/22 in der Pilotphase sein werden. In Haldensleben soll bereits ab Herbst 2020 Dünger aus Klärschlammasche hergestellt werden.<sup>21</sup> Die Asche wird im dafür entwickelten Phos4green Verfahren rückstandsfrei zu 100% verwertet.

Es besteht somit eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass sich die Wahl der Monoverbrennung nicht als technologische Sackgasse erweist, sondern, dass rechtzeitig Verfahren zur effektiven Rückgewinnung des Phosphors aus der Asche zur Verfügung stehen werden.

## 6. Größe der Anlage; Zentral vs. dezentral

Die Wahl des Verfahrens zur Klärschlammverwertung determiniert die Entscheidung über die optimale Größe der dazu erforderlichen Anlage in starkem Maße.

Pyrolyse und auch HTC Anlagen werden eher als kleine „Container“ Lösungen angeboten. Diese werden meist direkt auf der Kläranlage errichtet und in deren Betriebsablauf eingebunden. Ihre Kapazität lässt sich durch die Aufstellung mehrerer gleichartiger Anlagen in Stufen erweitern.

Monoklärschlammverbrennungsanlagen sind tendenziell größer und besser skalierbar. In Deutschland sind MKVA mit Durchsatzleistungen pro Verfahrenslinie von 2000 bis 90.000 Mg<sup>TM</sup>/a installiert.<sup>22</sup> Die Kapazität der für Hildesheim geplanten Anlage bewegt sich mit 33.500 Mg<sup>TM</sup>/a am unteren Rand des mittleren Drittels dieser Spanne. Diese Größe wurde nicht gutachterliche ermittelt, sondern vom Auftraggeber vorgegeben. Zur Erzielung von Größenvorteilen (Economies of Scale) nicht nur bei den Kosten von Errichtung und Betrieb, sondern auch bei der Rauchgasreinigung und der Auskopplung von Energie ist eine gewisse Größe erforderlich.

Die Emissionsgrenzwerte sind von allen Anlagen einzuhalten. Allerdings gilt: Je größer die Anlage desto geringer sind die Kosten für die erforderliche Rauchgasreinigung pro Produkteinheit. Kleinere Anlagen werden daher die Grenzwerte tendenziell gerade einhalten, weil sonst ein Missverhältnis zwischen der eigentlichen Verbrennungs- oder Pyrolyseanlage und den für die Rauchgasreinigung erforderlichen Aggregaten entstünde. Betreibern größerer Anlagen fällt es dagegen leichter, die jeweils geltenden Grenzwerte noch zu unterschreiten. Ähnliches gilt für die Energieauskopplung. Kleinere Anlagen verbrauchen die bei der Verbrennung freiwerdende Energie vollständig zur Trocknung des Klärschlammes und für die Rauchgasreinigung. Bei größeren Anlagen ergibt sich ein Energieüberschuss, der für externe Zwecke zur Verfügung steht. Die für die Hildesheimer Anlage gewählte Größe erlaubt sowohl die Unterschreitung der Emissionsgrenzwerte als auch beispielsweise die Einspeisung von Energie in das Fernwärmenetz der EVI.

---

<sup>20</sup> Franck, Wittstock, Edens: „Verfahren zur thermischen Klärschlammbehandlung und zum Phosphor-Recycling“

<sup>21</sup> <https://www.volksstimme.de/lokal/haldensleben/suedhafen-wo-aus-mist-gold-werden-soll>

<sup>22</sup> Franck, Wittstock, Edens: „Verfahren zur thermischen Klärschlammbehandlung und zum Phosphor-Recycling“ in Müll und Abfall 06.2018,

Darüber wie ein dezentrales Szenario, ohne die Lösung der KNRN, aussehen könnte, lässt sich nur mutmaßen: Kleinere Kläranlagen unter 50.000 EW könnten den Klärschlamm bis 2032 landwirtschaftlich verwerten. Der Schlamm aus größeren Anlagen könnte (ggf. nach P-Abreicherung) in die Mitverbrennung gehen, solange die Phosphorkonzentration 20g/kg nicht überschreitet. Auf einigen Kläranlagen würden eigene, kleinere thermische Verwertungslösungen errichtet. Die Rückstände aus diesen Anlagen müssten gebündelt und zu größeren Phosphorrecyclingbetrieben transportiert werden, da sie sich bodenbezogen nicht verwerten lassen dürften. Schließlich würde Klärschlamm natürlich in andere MKVA gehen. Insgesamt würde in einem solchen Szenario weniger Phosphor mit hohen Recyclingquoten zurückgewonnen und mehr Klärschlamm samt Schadstoffen auf die Felder ausgebracht. Bei der Verbrennung würde ein geringerer Energieüberschuss erzielt und die Emissionen im Mittel weniger wirkungsvoll gereinigt. Klärschlammtransporte würden reduziert, wenn für die Mitverbrennung bzw. Verbrennung kurze Wege gewählt werden (können).

## 7. Standortfindung

Die sich aus diesen Erwägungen ergebende Größe der MKVA bedingt, dass sich mehrere kommunale Klärwerksbetreiber zusammenschließen müssen, um eine solche Anlage auszulasten. Die Gutachter erhielten die Vorgabe, einen geeigneten Standort für eine MKVA mit einer Kapazität von 33.500 Mg<sup>TM</sup>/a, mit Klärschlamm-trocknung und ausreichender Flächenreserve für eine P-Recyclinganlage (insgesamt 20.000 m<sup>2</sup>) zu ermitteln. Dazu wurde eine Liste von 48 möglichen Standorten im definierten Einzugsgebiet in mehreren Bewertungsschritten auf drei Vorzugsstandorte nämlich:

- Kombination der Standorte AHA Hannover (Deponie Lahe) und EEW Hannover,
- Klärwerk Hildesheim (in Verbindung mit Phosphorrückgewinnung Niedersachsen),
- Kraftwerk Mehrum

reduziert.

Wesentliche Bewertungskriterien waren: „Wirtschaftlichkeit, Genehmigungsfähigkeit, Verkehrsanbindung, Transportaufwand, Logistik, Energieeffizienz usw.“

Bei den Standorten in der engeren Wahl geht man davon aus, dass dort die Genehmigung für die gewünschte Anlage in einem Verfahren nach Bundesimmissionsschutzgesetz mit UVP erlangt werden kann. Die grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit wurde im Standortgutachten anhand öffentlich zugänglicher Informationen geprüft. Dazu wurden „KO-Kriterien“ festgelegt, zu denen neben der baurechtlichen Zulässigkeit auch „nachbarschaftliche Belange von Natur und Wasserschutz“ sowie eine „vertretbare Verkehrsbelastung“ zählten. Außerdem sollten „Standortsensibilitäten in der Nachbarschaft“ zum Beispiel „Naturschutz, lebensmittelverarbeitende Industrie“ vermieden werden. Obwohl solche Sensibilitäten auch am Standort Klärwerk Hildesheim z.B. mit einem Lager für Qualitätsgetreide in unmittelbarer Nachbarschaft durchaus vorhanden sind, wurden sie offenbar nicht als unüberwindbare KO-Kriterien für diesen Standort gewertet.

Ob andere Standorte besser geeignet gewesen wären als die drei letztendlich identifizierten Vorzugsstandorte ist anhand der Kurzfassung des Gutachtens nicht zu beurteilen.

Gut nachvollziehbar ist allerdings, warum im Anschluss an das Standortgutachten die Wahl auf den Standort Hildesheim fiel. Der Kombinations-Standort Hannover steht nicht mehr zur Verfügung, da die enercity AG in Hannover Lahe eine eigene MKVA realisiert. Im Vergleich zum Standort Mehrum hat Hildesheim Vorteile durch vielfältige Synergien mit der Kläranlage (die Abwässer (Brüden) aus der Klärschlamm-trocknung können auf der Kläranlage verwertet werden) und dem Hafenbetrieb in Hildesheim, der eine Logistikh Lösung mit Bahn und Binnenschiff ermöglicht. Mehrum hat einen Kohlehafen, aber keinen Hafenbetrieb und Hafenbetriebsgesellschaft wie in Hildesheim. Weiterhin stehen Abnehmer für die ausgekoppelte Energie im dortigen Umfeld nicht zur Verfügung.

## 8. Optimierungsmöglichkeiten

### 8.1. Emissionen

Die Grenzwerte für Emissionen aus Abfallverbrennungsanlagen über den Luftpfad sind in der 17. BImSchV festgelegt. Diese Verordnung wird voraussichtlich noch in diesem Jahr novelliert, da die EU Kommission am 12. November 2019 neue Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) in Bezug auf die Abfallverbrennung beschlossen hat, die auch auf MKVA anzuwenden sind.<sup>23</sup> Darin wurden für einzelne Luftschadstoffe Emissionsbandbreiten verbindlich festgelegt, die innerhalb von 4 Jahren nach Bekanntmachung der BVT-Schlussfolgerungen umzusetzen sind. In Deutschland soll innerhalb des ersten Umsetzungsjahres die 17. BImSchV entsprechend novelliert werden, damit Betreiber bestehender Anlagen 3 Jahre Zeit haben, ihre Anlagen ggfs. zu ertüchtigen. Die Abgasreinigung der geplante MKVA muss daher bereits die neuen, strengeren Emissionsanforderungen einhalten.

Sowohl die Verantwortlichen bei der KNRN und der SEHi als auch bei der Stadt Hildesheim haben immer betont, dass die geplante Anlage die gesetzten Grenzwerte deutlich unterschreiten und die Schadstofffracht „bis in den Bereich der Irrelevanz“ abgesenkt werden soll. Beim Besuch von Umweltminister Lies am 5.12.2018 betonte Oberbürgermeister Dr. Meyer, welche große Rolle die ökologische Verantwortung bei dem Projekt spiele: *„Es ist uns ein wichtiges Anliegen, sowohl bei den verkehrlichen Abläufen, als auch bei der Planung der Anlage selbst, deutlich über die gesetzlichen Anforderungen hinauszugehen. Wir müssen schließlich auch an die Bevölkerung unserer Stadt denken.“*<sup>24</sup>

Die BVT-Schlussfolgerungen setzen die Grenzwerte in Bandbreiten fest. In Anbetracht der zitierten Äußerungen ist es nur konsequent, für die Emissionen aus der Hildesheimer Anlage den unteren Wert der Bandbreite anzustreben. Dass dies technisch bei neuen Anlagen möglich sein muss, zeigt ein Vergleich mit den Emissionsdaten der VERA Hamburg. Die dortigen MKVA erreichen im Betrieb bereits heute Werte, die im Bereich der unteren Bandbreite der BVT Schlussfolgerungen oder vielfach sogar darunter liegen,<sup>25</sup> Die Einhaltung der unteren Bandbreite der BVT assoziierten Emissionswerte würde im Vergleich zu den aktuell geltenden Grenzwerten der 17. BImSchV eine Absenkung von z.B. des Tagesmittelwerts von Quecksilber von 0,03 mg/m<sup>3</sup> auf 0,005 mg/ m<sup>3</sup> ,(VERA Jahresmittelwert 0,0033 mg/ m<sup>3</sup> ) oder bei Dioxinen und Furanen eine Absenkung des Mittelwerts über die Probenahmezeit von 0,1 Mikrogramm (µg)/ m<sup>3</sup> auf 0,01 µg / m<sup>3</sup> bedeuten. Eine Gegenüberstellung der Emissionswerte der BVT Schlussfolgerungen und der erreichten betrieblichen Jahresmittelwerte der VERA Hamburg findet sich in der Anlage 1.

### 8.2. Logistik

Im Kooperationsvertrag haben die Gesellschafter der KNRN vereinbart, die Transportkosten des Klärschlammes von ihren jeweiligen Kläranlagen zum Standort der MKVA gemeinschaftlich zu tragen. Ausgehend von den Gesamttransportkosten der Gesellschafter wird ein Transportkostenpreis in EUR/t ermittelt und den Gesellschaftern mengenproportional, unabhängig von der jeweiligen Transportstrecke, in Rechnung gestellt. Diese Regelung ist auch aus Umweltsicht sinnvoll, denn so haben alle Gesellschafter ein Interesse, die Gesamttransportkosten der Gesellschaft niedrig zu

---

<sup>23</sup> BVT-Schlussfolgerungen dienen als Referenzdokumente für die Festlegung der Genehmigungsaufgaben für unter Kapitel II der Richtlinie 2010/75/EU fallende Anlagen, und die zuständigen Behörden sollten Emissionsgrenzwerte festsetzen, die gewährleisten, dass die Emissionen unter normalen Betriebsbedingungen nicht über den mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerten gemäß den BVT-Schlussfolgerungen liegen.

<sup>24</sup> Pressemeldung der Stadt Hildesheim vom Freitag, den 07.12.2018

<sup>25</sup> [http://www.verahamburg.de/Emissionen\\_kont.html](http://www.verahamburg.de/Emissionen_kont.html)

halten. Sie ist auch geeignet, den Einzugsbereich der MKVA zu begrenzen. Die Aufnahme eines weit vom Standort der MKVA entfernten Gesellschafters würde die Kosten für Alle erhöhen.

Weiter heißt es im Kooperationsvertrag: „Angestrebt wird ein Transport, der neben der Wirtschaftlichkeit auch darauf abzielt, die Belange der Ökologie und die Nutzung von Bahn und Schiff zu berücksichtigen und zu fördern.“ Wenn dies mehr sein soll als eine Absichtserklärung muss eine Regelung in den Kooperationsvertrag aufgenommen werden, wonach die Gesamttransportkosten nicht nur je nach Menge, sondern auch abhängig von der jeweils durch den Transport verursachten CO<sub>2</sub> Emission verteilt werden. Dazu wird eine CO<sub>2</sub> Bilanz der Gesamttransporte der Gesellschaft erstellt und anschließend die eine Hälfte der Gesamttransportkosten wie bisher mengenproportional (€/t Klärschlamm) und die andere abhängig von den durch die Transporte des jeweiligen Gesellschafters verursachten CO<sub>2</sub> Emissionen (€/t CO<sub>2</sub>) auf die Gesellschafter umgelegt. So entsteht ein Anreiz, bei jeder künftigen Entscheidung über Logistikalternativen ein Transportmittel zu wählen, das nicht nur preislich günstig ist, sondern auch wenig CO<sub>2</sub> emittiert. Diese Regelung soll auch für die Umlage der Kosten des Transports zur P-Recyclinganlage und zur Aschedeponie gelten.

Die durch den Transport des Klärschlammes verursachten CO<sub>2</sub>Emissionen sind in Relation zu den Gesamtemissionen der MKVA und selbst zu den durch die Auskopplung von Energie ersparten Emissionen fossiler Brennstoffe gering, aber es geht bei der Optimierung der Transportlogistik nicht nur um Emissionsminderung, sondern um die Verlagerung von Verkehr vom LKW auf die Bahn und das Binnenschiff zur Entlastung der Straßen und der Anwohner. Der trimodale Standort am Hafen bietet die Möglichkeit dazu. Das vorgestellte Modell zur Umlage der Kosten soll bewirken, dass sie mittel- und langfristig auch genutzt wird.

## **9. Perspektiven**

### **9.1. Energiekonzept**

Bei der Verbrennung des Klärschlammes wird Strom und Wärme erzeugt. Soweit der Strom nicht für den Eigenverbrauch benötigt wird, kann er in das öffentliche Netz eingespeist werden. Die Wärme, die nicht zur Trocknung des Klärschlammes eingesetzt wird, kann ebenfalls z.B. in das Fernwärmenetz der EVI eingespeist werden.<sup>26</sup> Der Anteil von Strom- und Wärmerzeugung ist innerhalb bestimmter Grenzen steuerbar. Die Energie ist ganzjährig verfügbar und muss daher auch ganzjährig genutzt werden. Die Nähe des Standorts zu potenziellen Abnehmern, erlaubt es ein Energiekonzept gemeinsam mit der EVI zu entwickeln, das z. B. auch den Einsatz von Wärmeenergie zur Kühlung größerer Gebäude beinhalten könnte.

### **9.2. Recycling von Stickstoff**

Zum umfassenden Recycling von Nährstoffen aus Abwasser gehört zusätzlich zur Phosphorextraktion auch das Recycling von Stickstoff. Nach Ansicht schwedischer Forscher beschränken sich die Recyclinganforderungen aktuell weitgehend auf Phosphor, während Stickstoffrecycling ebenso wichtig, wenn nicht sogar wichtiger ist, da die konventionelle Stickstoffdüngerproduktion zu erhöhten Treibhausgasemissionen führt und gleichzeitig die für die Stickstoffproduktion benötigten fossilen Energiereserven begrenzt sind.<sup>27</sup> Auf der Hildesheimer Kläranlage wäre es möglich, aus den bei der Trocknung des Klärschlammes entstehenden, ammoniak- und damit stickstoffhaltigen Brüden, den Stickstoff abzutrennen und z.B. als Rohstoff für die Düngemittelproduktion zur Verfügung zu stellen.

### **9.3. Entscheidungszeitpunkt, Verzicht auf Monodeponie möglich?**

---

<sup>26</sup> Bei der gleich großen MKVA in Hannover Lahe sollen 6 MW Fernwärme eingespeist werden,

<sup>27</sup> „Neue Pilotanlage zielt auf die Gewinnung von Stickstoff aus Abwasser ab“ erschienen am: 2020-08-06 im europaticker

Die Entscheidung zur Vergabe des Standorts an die KNRN muss unter Unsicherheit gefällt werden. Landtagsabgeordnete aus CDU und SPD-Fraktion versuchen aktuell, durch Kleine Anfragen an die Landesregierung zu Klärschlammverwertungs- und P-Rückgewinnungsverfahren gesicherte Informationen zu erhalten. Der Markt dieser Verfahren entwickelt sich dynamisch weiter. In dieser Situation wurde vorgeschlagen, die Entscheidung zu verschieben, um sie später mit besserem Informationsstand und größerer Sicherheit treffen zu können. Bis dahin müsste der Hildesheimer Klärschlamm weiter in die Mitverbrennung gehen. Viel zeitlicher Spielraum besteht allerdings nicht, da gemäß AbfKlärV bis zum 31.12.2023 ein Bericht über geplante und eingeleitete Maßnahmen zur Sicherstellung der fristgemäßen Phosphorrückgewinnung vorzulegen ist.

Die KNRN sollte deutlich machen, ob eine Entscheidung zum aktuellen Zeitpunkt unbedingt erforderlich ist und wie es danach weitergehen könnte, insbesondere wie das P-Recycling aus der Asche erfolgen kann. Im Vergleich zu 2016, als das Standortgutachten erstellt wurde, ist die Recyclingtechnologie deutlich vorangeschritten. Auch wenn Lösungen noch nicht „spruchreif“ sind, könnten mögliche Perspektiven aufgezeigt werden. Wenn es gelingt, die Entscheidung für eine Recyclinglösung rechtzeitig vor Inbetriebnahme der MKVA zu fällen, kann möglicherweise auf eine aufwändige Zwischenlagerung und Rückholung der Asche verzichtet werden.

#### **9.4. Abwasser weiterhin entlasten**

Die Bemühungen, die Abgabe von Schadstoffen in das Abwasser z.B. durch Einleiterkontrollen zu verringern und so den Klärschlamm zu entfrachten, müssen trotz Verbrennung fortgeführt werden.

### **10. Zusammenfassung**

Die Entscheidung für die Monoklärschlammverbrennung ist, auch in Anbetracht der noch bestehenden Unsicherheiten über den weiteren Weg zum Phosphorrecyclingprodukt und damit zur fristgemäßen Einhaltung der AbfKlärV, nachvollziehbar.

Die Monoklärschlammverbrennung ist das einzige, aktuell zur Verfügung stehende, großtechnisch erprobte thermische Verwertungsverfahren.

Die Verbrennung und die anschließende Phosphor-Rückgewinnung aus der Asche lassen hohe Recyclingquoten von bis zu 90% erwarten.

Die Größe der geplanten Anlage erlaubt eine effiziente Rauchgasreinigung und ermöglicht es, einen Energieüberschuss zu erzielen, der in das öffentliche Netz eingespeist werden kann. Solange der Energiemix in Deutschland fossile Energie enthält, kann diese so durch den erneuerbaren Rohstoff Klärschlamm ersetzt werden.

Die im Klärschlamm enthaltenen Schadstoffe werden in der Verbrennung zerstört oder danach wirksam herausgefiltert. Die Belastung der möglichen P-Recyclingprodukte z.B. mit Schwermetallen ist geringer als z.B. in Pyrolysekohle und auch geringer als in aus Rohphosphat hergestellten Düngemitteln.

Der Standort Hildesheim ist der geeignetste Vorzugsstandort. Er bietet zahlreiche Synergien mit der Hildesheimer Kläranlage und dem Hafenbetrieb. Die Nähe zu potenziellen Abnehmern ermöglicht die sinnvolle Nutzung der ausgekoppelten Energie.

Das Projekt hat Optimierungspotential hinsichtlich

- der Emissionen. Wir empfehlen, die untere Bandbreite der in den „Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) in Bezug auf die Abfallverbrennung“ vom 12. November 2019 enthaltenen Emissionsgrenzwerte anzustreben.



- der Logistik: Die Gesellschafter der KNRN streben an, beim Transport neben der Wirtschaftlichkeit auch die Belange der Ökologie und die Nutzung von Bahn und Schiff zu berücksichtigen und zu fördern. Wir schlagen vor, dies durch ein Kostenverteilungsmodell zu unterstützen, das neben der transportierten Menge auch das dabei emittierte CO<sub>2</sub> berücksichtigt und so einen Anreiz zur Wahl klimaschonender Verkehrsmittel setzt.
- Stickstoffrecycling aus dem ammoniakhaltigen Kondensat der Klärschlamm-trocknung (Brüden)

Die nicht gewinnorientierte Gesellschaft in kommunaler Trägerschaft ermöglicht es, dies Optimierungspotential zu realisieren:

Die kommunale Trägerschaft sowie der Standort mit seinen zahlreichen Synergien schaffen die Voraussetzung, die Hildesheimer Anlage zu einem „Leuchtturm“ hinsichtlich: Ressourcenschutz durch effektive Phosphor- und Stickstoffrückgewinnung, geringstmöglicher Emissionen, Energienutzungskonzept und umweltschonender Logistik zu machen.

Matthias Köhler  
17.8.2020

## Quellen

EU Kommission: DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2019/2010 DER KOMMISSION vom 12.11.2019 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/ EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Abfallverbrennung (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen C(2019) 7987)

energyc contracting: Klärschlammverbrennungsanlage KVA Hannover-Lahe, Antrag gem. § 8 BImSchG zur 1. Teilgenehmigung, Kurzbeschreibung

Franck, Wittstock, Edens: „Verfahren zur thermischen Klärschlammbehandlung und zum Phosphor-Recycling“ in Müll und Abfall 06. 2018

Hempel, Menz: „Dünger aus Klärschlamm“ in UmweltMagazin.de 01.09.2018,  
<https://www.ingenieur.de/fachmedien/umweltmagazin/abfall-und-kreislauf/duenger-aus-klarschlamm/>

JOMA Umwelt - Beratungsgesellschaft mbH, Hamburg, "Standortermittlung und- bewertung für eine thermische Klärschlammvorbehandlung mit nachgeschalteten P-Recycling für die Metropolregion Hannover, Wolfsburg, Braunschweig, Hildesheim, Peine, Salzgitter; 2016

Klärschlammverordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465), die zuletzt durch Artikel 137 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist"

Klärschlammverwertung Region Nürnberg GmbH, Bericht Mephrec kurz, 25.6.2018

Krämer, Deutsche Phosphor-Plattform DPP e.V „Phosphorrecycling: Wer, wie, was?  
– Umsetzung einer iterativen, zielgruppenorientierten Kommunikationsstrategie“ Frankfurt 2019

Kirchhof: Hochleistungsdünger aus Klärschlammasche:  
[https://www.glatt.com/fileadmin/user\\_upload/NEWS/Glatt\\_FA\\_079\\_PHOS4green\\_Hochleistungsduenger\\_aus\\_Klaerschlammasche\\_WWT\\_2019\\_10\\_1.pdf](https://www.glatt.com/fileadmin/user_upload/NEWS/Glatt_FA_079_PHOS4green_Hochleistungsduenger_aus_Klaerschlammasche_WWT_2019_10_1.pdf)

Landtag von Baden-Württemberg, Drucksache 16/7820, Kleine Anfrage des Abg. Paul Nemeth, 03. 03. 2020

PYREG GmbH. Klärschlamm Broschüre 2020

Schaum, Hubert, Steiniger, Steinle, Athanasiadis; Phosphorrückgewinnung bei der Abwasserbehandlung; Mitteilungen / Institut für Wasserwesen – Nr. 130, Universität der Bundeswehr München, Abschlussbericht im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU), 2020

Stadt Hildesheim, Vorlage-Nr:18/309: Gründung einer interkommunalen Gesellschaft mit beschränkter Haftung zum Zwecke der Kooperation auf dem Gebiet der Klärschlammverwertung als Tochtergesellschaft der Stadtentwässerung Hildesheim AöR

Stadt Hildesheim Pressemeldung vom Freitag 07.12.2018: „Monoklärschlamm-Verbrennungsanlage: Lies dafür“

Hrsg.: Umweltbundesamt „Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland“, Oktober 2018

VERA Hamburg <http://www.verahamburg.de/>

## Anhang 1

### Vergleich der Emissionswerte: BVT Schlussfolgerungen, VERA Hamburg

Emission	Einheit	BVT-assoziierter Emissionswert	VERA Hamburg
Gesamtstaub	mg/m <sup>3</sup>	2 - 5	0,4
Gasförmige anorganische Fluorverbindungen HF	mg/m <sup>3</sup>	< 1	0,32
Schwefeldioxid und-trioxid	mg/m <sup>3</sup>	5 -30	7,6
Stickoxide	mg/m <sup>3</sup>	50 - 120	40
Quecksilber Hg	mg/m <sup>3</sup>	0,005 – 0,02	0.0033
Kohlenmonoxid CO	mg/m <sup>3</sup>	10 - 50	30
Summe Cadmium und Thallium und deren Verbindungen	mg/m <sup>3</sup>	0,005 – 0,02	0,00
Summe Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, SN	mg/m <sup>3</sup>	0,01 – 0,3	0,0143
Dioxine und Furane, PCDD, F	ng/m <sup>3</sup>	0,01 – 0,06	0,013

Angaben sind Tagesmittelwerte bzw. in den letzten 3 Zeilen Mittelwerte über die Probenahmezeit

Bei VERA sind die jeweils schlechtesten gemessenen Werte der tatsächlichen betrieblichen Emissionen der Jahre 2017 bis 2019 angegeben

#### Quellen:

EU Kommission: DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2019/2010 DER KOMMISSION vom 12.11.2019 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Abfallverbrennung (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen C(2019) 7987)

VERA Hamburg <http://www.verahamburg.de/>