

Bericht

Klärschlammverwertung Nürnberg

1. Ausgangssituation

Mit der Novellierung der Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (AbfKlärV) wurde im § 3 Abs. 1 vorgegeben:

„Der Klärschlammherzeuger hat den in seiner Abwasserbehandlungsanlage anfallenden Klärschlamm möglichst hochwertig zu verwerten, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Hierbei sind eine Rückgewinnung von Phosphor und eine Rückführung des gewonnenen Phosphors oder der phosphorhaltigen Klärschlammverbrennungsasche in den Wirtschaftskreislauf anzustreben.“

Hintergrund für diese Regelung ist die begrenzte Ressource und die derzeit komplette Abhängigkeit der Düngemittelindustrie von Importen, vornehmlich aus Marokko.

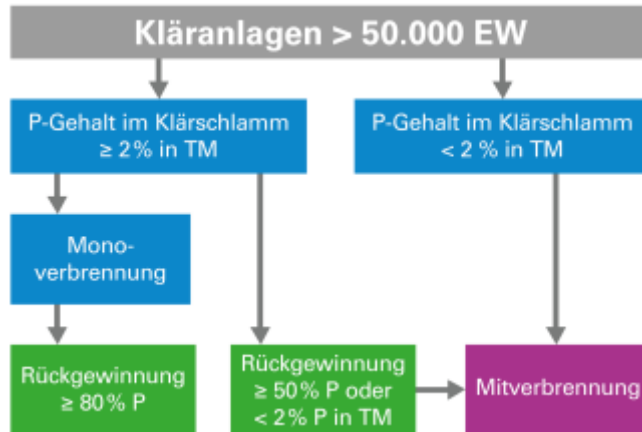
Quelle: Klärschlammverwertung Phosphorrückgewinnung in Bayern – LfU 2022

Das Land Baden-Württemberg wagt die Prognose, dass mit der Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm ca. 50 % des Düngemittelbedarfs gedeckt werden kann.

Quelle: Homepage um.baden-wuerttemberg

Mit der Regelung ist ab 2029 für den Nürnberger Klärschlamm eine verpflichtende Rückgewinnung des Phosphors bei einem P-Gehalt von ≥ 2 % in der Trockenmasse gegeben.

Quelle: Klärschlammverwertung Phosphorrückgewinnung in Bayern – LfU 2022



Quelle: Klärschlammverwertung Phosphorrückgewinnung in Bayern – LfU 2022

Der P-Gehalt des Nürnberger Klärschlammes liegt bei 3 bis 4 %, insofern besteht Handlungsbedarf.

Grundsätzlich werden damit zwei Wege aufgetan:

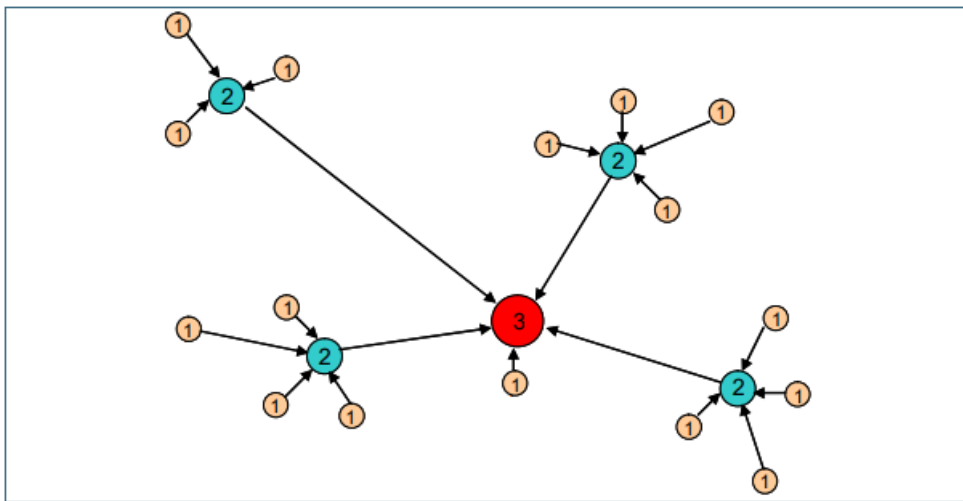
- Monoverbrennung und Rückgewinnung aus der Asche.
- Abreicherung und Mitverbrennung z.B. in Müllverbrennungen, Zementwerken und aktuell noch Kohlekraftwerken als Ersatzbrennstoff.

2. Historie in Nürnberg

Die politischen Entscheidungen, die bodenbezogene Verwertung auszuschließen und aus der Kohleverbrennung auszusteigen, haben zu einer extremen Preissteigerung auf dem Markt geführt, die Anlass für die Untersuchung der Möglichkeit, eine eigene Anlage in Nürnberg zu errichten, gab.

Als erster Standort war vorgesehen, eine Anlage für die Klärschlammverwertung im Großraum auf dem Gelände des Klärwerks 1 zu errichten. Die Anlage war geplant für 30.000 bis 40.000 Tonnen Trockensubstanz. Dies entspricht ungefähr 120.000 Tonnen pro Jahr entwässertem Schlamm.

Diese Idee basierte auf dem Entsorgungskonzept des LfU – Klärschlamm Entsorgung – Planungshilfe für Kommunen. Hier liefern kleine Kläranlagen (1) ihren Schlamm nass bei Größeren (2) an, die diesen trocknen. Anschließend erfolgt der Transport zu zentralen Entsorgungsanlagen (3) – hier war der Standort Nürnberg vorgesehen.



Quelle: LfU – Klärschlamm Entsorgung Planungshilfe für Kommunen

Im Findungsprozess wurde eine Versuchsanlage (Mephrec) errichtet, die neben der thermischen Verwertung auch eine Phosphorrückgewinnung gewährleisten sollte. Diese Anlage erfüllte nicht die Zielvorstellung. Daraufhin wurde der Weg einer Monoverbrennungsanlage (Anlage ausschließlich für die Verwertung von Klärschlamm) verfolgt. In der weiteren Untersuchung stellte sich heraus, dass es baurechtlich nicht möglich war, eine solche Anlage auf dem Gelände des Klärwerks zu errichten, die auch anderen Nutzern als der Stadt Nürnberg zur Verfügung stünde.

Die Verwaltung wurde beauftragt, eine weitere Untersuchung möglicher Standorte durchzuführen. Als einzig realisierbarer Standort wurde das Grundstück der Hafenverwaltung identifiziert. Dieser Standort wurde durch den Werkausschuss/SUN als nicht weiter zu verfolgende Lösung klassifiziert.

In der Konsequenz wurde eine Machbarkeitsstudie für den Standort Muggenhof – nun ausschließlich für die Verwertung Nürnberger Klärschlamms (ca. 30.000 - 35.000 Tonnen entwässertem Schlamm – 10.000 Tonnen Trockensubstanz pro Jahr) – in Auftrag gegeben. Arbeitstitel: „Standortstudie 2 zur Errichtung einer Monoverbrennungsanlage“

3. Ergebnis Standortstudie

Die Studie wurde durch das Büro TBF + Partner AG als renommierte Planerin solcher Anlagen durchgeführt.

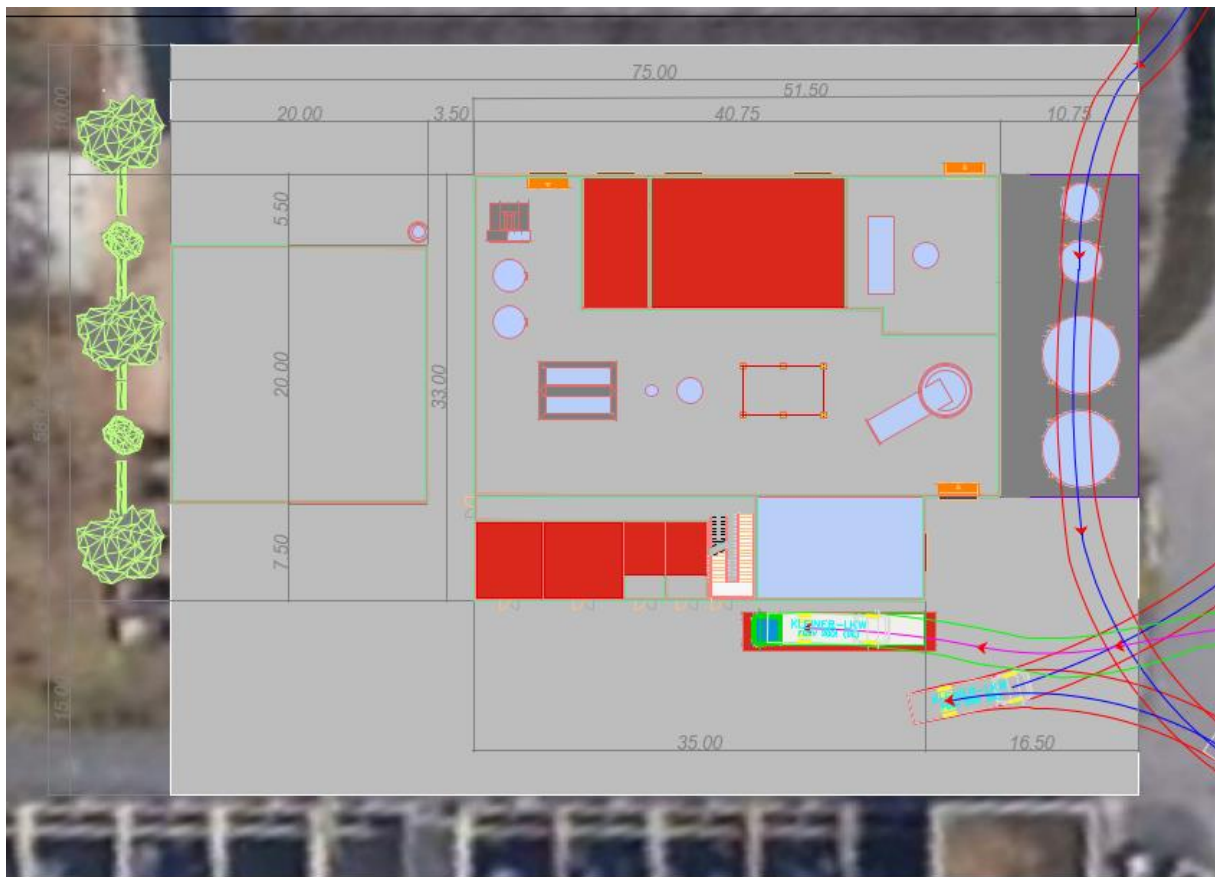
Eine Verwertung nur Nürnberger Klärschlamms ist baurechtlich grundsätzlich genehmigungsfähig, da sie dem Zweck der Abwasserreinigung zuzuordnen und damit ein Bau im baurechtlichen Außenbereich zulässig ist.

TBF + Partner AG überprüfte daraufhin die Platzverhältnisse, die Synergien, die Erschließung, das verfahrenstechnische Konzept und die Integration in die laufende Strukturplanung.

Die Einbindung in die Strukturplanung des Klärwerks hat sich als eine der größten Herausforderungen herauskristallisiert, da die Platzverhältnisse auf dem Klärwerksgelände äußerst beengt sind. In dieser Planung sind schon Überlegungen einer zweigeschossigen Vorklärung angestoßen.

Als realisierbarer Standort für eine Thermische Klärschlammverwertung (TKV) wurde die Fläche zwischen geplanter Vorklärung bestehendem Abwasserfilter identifiziert. In Skizze 1 ist die Anordnung der Anlagenteile und Zufahrt dargestellt. Für die Grundfläche werden ca. 80 x 50 m bzw. ca. 4000 m² (Pkt. 2.1.1 der Studie) benötigt. Die Höhe des Kesselhauses liegt bei 25 m (Pkt. 4 der Studie).

In Skizze 2 ist die Integration ins Klärwerk 1 eingezeichnet. Hier ist die Anlage auf dem Standort der derzeitigen Lagerhalle vorgesehen, die abgebrochen und auf dem Gelände ersetzt werden muss.



Skizze 1 - Quelle: Machbarkeitsstudie tbf



Skizze 2 - Quelle: Machbarkeitsstudie tbf und Google-Maps

Mit der Positionierung ist eine Entfernung zur Wohnbebauung in der Weihergartenstraße von ca. 230 m gegeben.



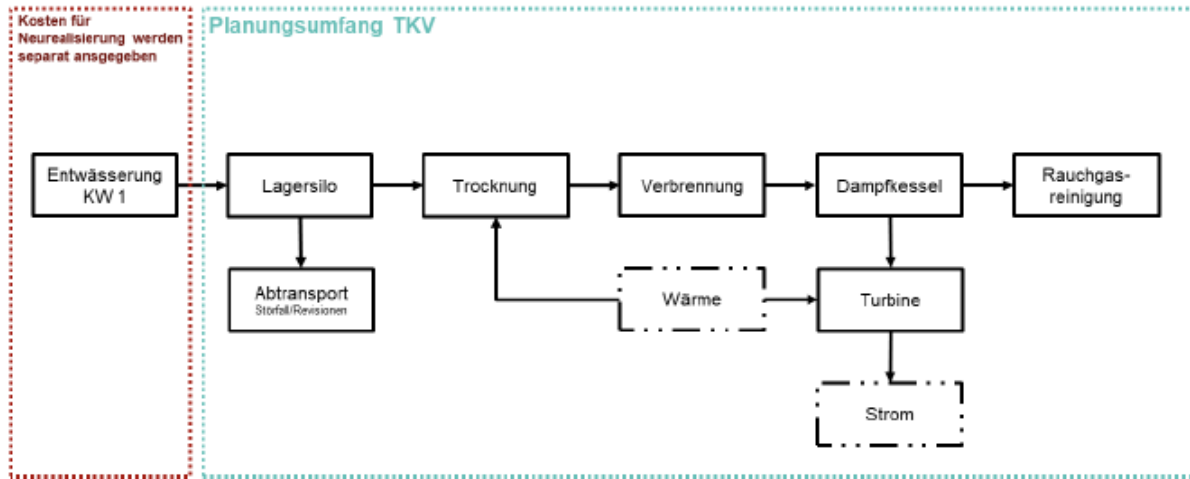
Quelle: Bayernatlas

Die Akzeptanz der Anlage in der Bevölkerung wird als Herausforderung eingestuft (Pkt. 2.1.4 der Studie) unter anderem auch aus dem Fakt „ausgeschöpfte Lärmkontingente“.

Zitat aus dem Gutachten: „Erfahrungsgemäß wird die Umsetzung des TKV-Projektes besonders starken Widerspruch der benachbarten Bewohner hervorrufen.“

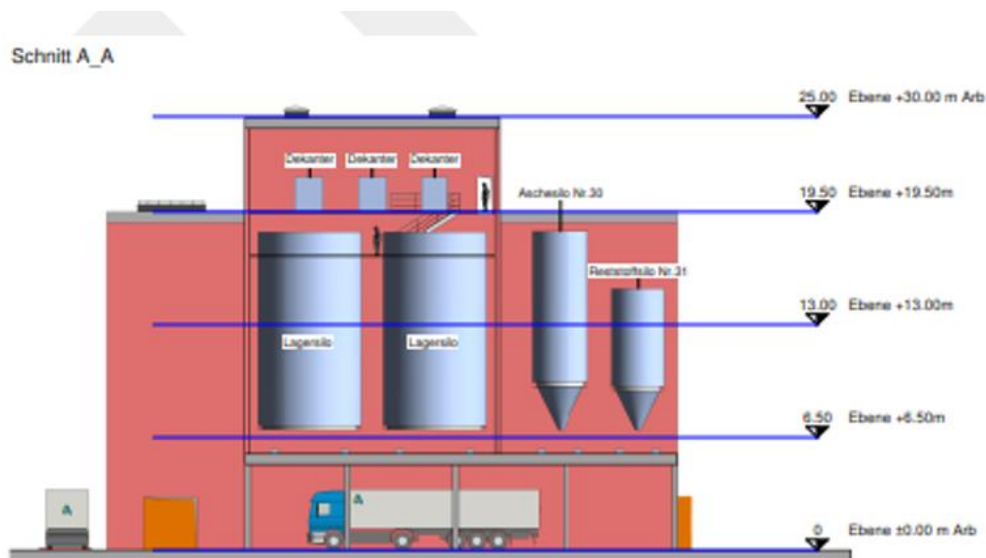
Der jährliche Lkw-Verkehr würde sich mit einer Anlage vor Ort von 5 bis 6 Fahrten pro Tag (Nassschlammabfuhr) auf ca. 1 bis 2 reduzieren (Ascheabtransport, Hilfsstoffeantransport).

Das verfahrenstechnische Konzept ist ein einliniger Anlagenaufbau, dies entspricht einer konventionellen Anordnung der Verfahrensschritte. Nicht geprüft werden konnte, ob ggf. ein weiterer Verfahrensschritt zur Brüdenbehandlung notwendig ist (als Brüden bezeichnet man mit Wasserdampf gesättigte, schadstoffbelastete Abluft, die kondensiert wurde). Dies ist technisch beherrschbar, aber nicht eingepreist.



Quelle: Machbarkeitsstudie tbf

Nach Aussage des Planers werden in dem Verfahrensschritt Rauchgasreinigung die aktuellen Grenzwerte der 17. BImSchV deutlich unterschritten (Punkt 2.4 der Studie).



Quelle: Machbarkeitsstudie tbf

In der Planung wird von einer Verfügbarkeit von 7.500 h/a ausgegangen. Dies resultiert unter anderem aus Wartungsfenstern und Reparaturen. Für diese Zeiträume muss ein alternatives Entsorgungskonzept in anderen Anlagen festgelegt werden, da die Schlämme nur sehr beschränkt zwischenlagerfähig sind.



Quelle: tbf – Variante mit Wärmepumpe



Quelle: tbf – 3-D-Ansicht eingepflegt in vorhandene Anlage



Quelle: Machbarkeitsstudie tbf – 3D Simulation

Hinsichtlich der Personalausstattung wird von einem Mehrbedarf von 10 zusätzlichen Mitarbeitern für die TKV ausgegangen.

In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ergeben sich 122 EUR/to OS. Geht man von einer 30 %igen Steigerung zu den Preisen 2022 bis zur Realisierung aus ergibt sich ein Einheitspreis von 158 EUR/to OS (entspricht 188 EUR/to OS inkl. MwSt).

Der zusätzliche Verfahrensschritt Phosphorrückgewinnung ist in der Studie nicht berücksichtigt.

4. Derzeitige Marktsituation

Offensichtlich sind im Moment Überkapazitäten in der Entsorgung von Klärschlamm vorhanden, denn:

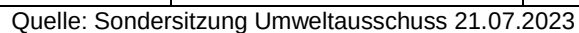
- Der Preis für die Tonne zu entsorgendem Klärschlamm ist in der Vergabe 2023 auf 74,00 Euro/Tonne netto (Entsorgung und Transport) gesunken.
- In der vorhergehenden Vergabe von 2020 lag der Preis bei 107,00 Euro/Tonne netto. Die Ausschreibung vor dieser Vergabe lag bei 53,50 Euro/to.

Mit diesem Vertrag ist SUN bis September 2026 gebunden.

Entsorgt wird das Material in folgenden Anlagen:

- KSR Klärschlammrecycling Bitterfeld-Wolfen GmbH (Sachsen-Anhalt)
- Zirngibl Mallersdorf (Lkrs. Straubing)
- Schwenk Zement GmbH Karlstadt (Lkrs. Main-Spessart)
- Remondis Schwenk Zement GmbH Bernburg (Sachsen-Anhalt)
- Remondis Infraserb Höchst Frankfurt (Hessen)
- Remondis Trocknungsanlage Zorbau (Sachsen-Anhalt) Entsorgung Zementwerk Rüdersdorf

Entsorgungsmöglichkeiten in Bayern und Sachsen-Anhalt:



8



Quelle: Klärschlammmentsorgung in Sachsen-Anhalt Aktueller Stand 2022 und Prognose

Aus den beiden Grafiken ist deutlich das Gefälle zwischen Bayern und Sachsen bzw. Sachsen-Anhalt mit einer starken Verdichtung von Anlagen im Bundesland Sachsen-Anhalt zu erkennen. Speziell in der Prognose geht man für Sachsen-Anhalt von einer thermischen Behandlungskapazität von rund 140.000 Tonnen TM/a aus. Bei einer Eigenerzeugungsquote von rund 50.000 Tonnen TM/a.

Insofern liegen hier deutliche Überkapazitäten vor.

Bedingt durch die politische Vorgabe das Thema dem freien Markt zu unterwerfen, wurde durch das Marktforschungsunternehmen Watersearch eine Studie „Klärschlammmentsorgung 2020“ aufgestellt. Hier ging man im Jahr 2020 von einer Gesamtkapazität von 2 Mio. Tonnen (TM) bei einem Bedarf von 1,75 Mio Tonnen aus – damit läge eine Überkapazität vor, dies bestätigt prinzipiell die oben getroffene Aussage.

Insgesamt bestehen im Moment 36 Anlagen in der BRD zur Klärschlammverbrennung, weitere 54 sind in Planung.

5. Zukunft und Entwicklung

5.1 Phosphorrückgewinnung

Dreh- und Angelpunkt für die Verwertung ist die Phosphorrückgewinnung. Über diesen Weg fällt die Entscheidung der Monoverbrennung oder die Mitverbrennung in Müll- bzw. Zementwerken.

In den letzten 30 Jahren wurden zwar 50 bis 100 Rückgewinnungsverfahren entwickelt, allerdings sind die meisten Verfahren im Pilotmaßstab getestet und haben keine Serienreife erreicht. Weiterer ungeklärter Punkt ist die Vermarktungsfähigkeit der erzeugten Produkte.

Lediglich in Hamburg wird eine Anlage von Hamburg-Wasser und Remondis betrieben. Hier wird im sogenannten TetraPhos-Verfahren mit Hilfe von verdünnter Phosphorsäure die Asche gelöst. Nach eigener Angabe (Quelle: Homepage der Hamburger Phosphorrecyclinggesellschaft mbH) ist dies die derzeit einzig bekannte Anlage auf dem Markt die den Phosphor wirtschaftlich zurückgewinnt. Nach Aussage des LfU bestehen hier aber aktuell Probleme in der Inbetriebnahme.

In Bottrop wurde aktuell eine Anlage zur P-Rückgewinnung genehmigt die die Aufgabe hat, „die Rückgewinnung von Phosphorsäure aus Klärschlammasche zu erproben und demonstrieren“ (Quelle EUWID 15.2023). Scheinbar ist hier auch noch keine Sicherheit einer großtechnischen Anlage gegeben.

Hier ist allerdings die Problematik anzumerken, dass der Phosphor aus der Rückgewinnung der Asche "verglast" ist und somit eine geringere Pflanzenverfügbarkeit besitzt. Hier ist die Vermarktungsfähigkeit des Produkts noch nicht geklärt.

In Bayern sind derzeit an drei Standorten, die Rückgewinnung aus der Asche untersucht (Altenstadt, Mallersdorf-Pfaffenberg und Haßfurt) und an zwei Standorten die Rückgewinnung aus Schlammwasser (Neuburg a.d. Donau, Großostheim) erprobt – abschließende Ergebnisse liegen noch nicht vor. (Quelle: Sondersitzung des Umweltausschusses des Bayerischen Städtetages 21.07.2023)

Das sogenannte MAP-Verfahren (Magnesiumammoniumphosphat) wird in einigen Anlagen (unter anderem Erlangen) angewendet. Allerdings ist nach Aussage des LfU keine Anlage bekannt die MAP als Dünger zurückgewinnt.

5.2 Anlagen in Bayern

Die Genehmigung für nächstgelegene Verbrennungsanlage in Straubing wurde durch das Verwaltungsgericht Regensburg aufgehoben. Hier hat der Bund Naturschutz wegen fehlender Phosphorentsorgung und nicht ausreichender Berücksichtigung von Umweltgesichtspunkten Klage eingereicht.

Laut einem Bericht in der Ecoprog ist auch die geplante Anlage in Gersthofen (Gemeinschaftsprojekt Augsburg und Remondis) auf dem Prüfstand. (Quelle: EUWID 15/2023)

Auf der anderen Seite entwickelt Bayern-Oil ein Verfahren in Vohburg, bei dem die dort bestehende Raffinerie umgebaut werden soll und im Endausbau 400.000 Tonnen entwässerten Schlamm entsorgt (100.000 Tonnen/a TS) und unter anderem in Biokerosin umwandelt – hier besteht ein Kontakt zu SUN, um die Entwicklung weiterzuverfolgen. Im Moment wird dort das Verfahren neu aufgestellt. Die Realisierung dieser Anlage hat durch die geplante Größenordnung (ca. 1/3 der in Bayern anfallenden Menge) eine tragende Rolle in der Entscheidungsfindung.

Im Moment laufen zudem Gespräche mit einem potentiellen Anlageninteressenten im Nürnberger-Land, der an einer Kooperation mit der Stadtentwässerung Nürnberg interessiert wäre und auch über eine potentielle Fläche und einen Abnehmer der Energie verfügen würde.

In Schweinfurt wird nach einer Information im Umweltausschuss des Bayerischen Städtetages zufolge geplant, eine Line des ehemaligen Kohle- und Heizkraftwerks auf Klärschlamm umzustellen (9.000 Tonnen/a TS).

Grundsätzlich ist allerdings festzustellen, dass eine Verbrennungsanlage nur Sinn an einem Standort macht, an dem auch die Energie (vornehmlich Abwärme) kontinuierlich abgenommen werden kann. Dies ist mit einem vorhandenen Nah- oder Fernwärmenetz oder in der Regel an Industriestandorten der Fall.

5.3 Alternativen

Im Rahmen der Suche nach Alternativen zu konventionellen Verbrennungsanlagen wurde das HTC (Hydrothermale Carbonisierung) Verfahren betrachtet. Hier wird Biomasse in wässriger Suspension bei Temperaturen zwischen 180-250 °C und erhöhtem Druck in Biokohle (HTC-Kohle) und Flüssigdünger überführt. Dieses Verfahren wird allerdings in Europa noch überhaupt nicht angewendet und stellt eine enorme Rückbelastung der Kläranlage dar. Im Ausland (China, Mexiko) sind Anlagen im großtechnischen Maßstab in Betrieb. Es handelt sich hier prinzipiell um eine überlegenswerte Technologie, allerdings ist die Marktreife in Deutschland noch nicht gegeben.

Eine weitere Alternative stellt das sogenannte Blue-Flux-Verfahren dar. Hier wird über die Verfahrensschritte Hydrolyse, Vergasung und Dampfreformierung wahlweise H₂, CH₄ und anteilig Pflanzenkohle/Asche, ggf. Biomethanol erzeugt. Allerdings wurde das Verfahren bisher nur in Pilotanlagen realisiert. Eine weitere Pilotanwendung ist in der Kläranlage Peißenberg vorgesehen - dem Sitz des Unternehmens. Diese Anlage ist aber mit den Nürnberger Verhältnissen nicht vergleichbar. Zusammen mit der N-ERGIE wurde das Verfahren betrachtet. Die Einschätzung ergab, dass es sich um ein interessantes Verfahren handelt das allerdings noch keine Marktreife aufweist. Die Gesamtenergiebilanz ist ebenfalls eher kritisch zu betrachten.

Im Rahmen der Sondersitzung des Umweltausschusses des Bayerischen Städtetages am 21.07.2023 wurden allerdings Bedenken gegen diese Art der Entsorgung geäußert, unter anderem wegen ungeklärter Fragen der Schadstofffreiheit, Robustheit bei schwankenden Klärschlammqualitäten und den damit finanziellen Risiken.

Eine weitere Kontaktaufnahme hat mit einem Fällmittelhersteller stattgefunden der mittels übermäßiger Fällmittelzugabe den Phosphor an Eisen bindet und ihn dann über einen Magneten aus der Flüssigphase des Schlammes zieht. Allerdings ist die Trennung der Komponenten Eisen und Phosphor äußerst aufwendig, so dass diesem Verfahren keine Chance einer weiteren Betrachtung gegeben wird.

Im Zusammenhang mit der Trocknungsanlage Schwandorf kam unter anderem auch die Überlegung auf, getrockneten Klärschlamm für kleine Fernwärmenetze zu verwenden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich bisher noch **keine Methode marktreif** etabliert hat.

5.4 Marktentwicklung

Die großen Makler im Entsorgungsbereich berichten von der Errichtung bzw. dem Ausbau leistungsfähiger Anlagen in den Industriezentren in den neuen Bundesländern – siehe auch Punkt 4 – derzeitige Marktsituation.

Bei den DWA Klärschlammtagen in Würzburg wurde die Aussage getroffen, dass man davon ausgehen würde, dass in 2029 ausreichende Verbrennungskapazitäten zur Verfügung stünden.

Verschiedene Umweltverbände fordern im Moment ein Moratorium, um der Wissenschaft eine Chance zu geben, Ideen und Verfahren zu entwickeln und nicht den einzigen Weg der Monoverbrennung zu beschreiten.

6. Wirtschaftlichkeit

Die prognostizierten Kosten der eigenen Anlage für die nur in Nürnberg anfallenden Klärschlämme liegen bei 122 bis 158 Euro/Tonne Originalsubstanz (netto).

Die laufende Vergabe hat Kosten in Höhe von 75 Euro/Tonne ergeben.

Damit ist die eigene Anlage im Moment als nicht wirtschaftlich einzustufen.

Ergänzender Hinweis:

Bei einer Anlage in Stavenhagen (Mecklenburgische Seenplatte) wurde erst im Sommer berichtet, dass sich hier eine Preissteigerung von 30 % ergeben hat (Quelle: EUWID). Hier hat sich die Anlage für 160.000 Tonnen von 50 Mio. EUR bereits auf 65 Mio. EUR verteuert.

In der EUWID 15/2023 wurde zudem berichtet, dass im Moment etliche Anlagen wegen Kostensteigerungen zurückgestellt wurden.

7. KSVN GmbH

Der Markt wird ständig durch die Verwaltung beobachtet. Unter anderem können sich hier vollkommen neue Technologien entwickeln oder sich andere Preisgefüge darstellen, die den Bau einer eigenen Anlage rechtfertigen.

Um hier ggf. eine schnelle Reaktion und ein zielorientiertes Handeln zu gewährleisten, wird die KSVN GmbH vorerst weiterhin aufrechterhalten.

Fazit

Der Markt ist durch Großanbieter in starker Bewegung, die Problematik der Phosphorrückgewinnung ist weitestgehend nicht gelöst. In der Fachwelt sieht man hier auch größere Probleme, großtechnische Lösungen innerhalb kurzer Zeit anbieten zu können.

Die vorherrschende Meinung der Betreiber ist jedoch, dass es keine Unterversorgung bei der Klärschlamm Entsorgung geben wird.

Der allgemeine Markt und die offenen Entwicklungsmöglichkeiten in Bezug auf Alternativen zur Verbrennung und Rückgewinnung des Phosphors lassen im Moment keine seriöse Entscheidungsgrundlage erstellen.

Die Verwaltung wird deshalb die Marktlage weiterhin intensiv beobachten.

Bis dahin erfolgt eine Vergabe der Leistung Klärschlammverwertung und ggf. Phosphorrückgewinnung.

Nürnberg, 12.09.2023
Stadtentwässerung und
Umweltanalytik Nürnberg
technischer Werkleiter

Volker Nachtmann (3900)