

The Project KENOW: Sewage Sludge Treatment in Cooperation between Public and Private Wastewater Treatment Companies

Berend Beatt and Mareike Demel

In order to meet the amended legal regulations and to secure long-term sewage sludge disposal capacities for the region of north western Germany the company KENOW GmbH & Co. KG was founded. The co-operation partners are bundling sewage sludge from various wastewater treatment plants with the intention to reach an economic size for a sewage sludge incineration plant. The unique cooperation between public and private companies is a showcase for the metropolitan area Bremen-Oldenburg. The formation progress, major challenges and the current situation are displayed in this progress report.

The partners pursue a shared aim: to assure sludge disposal at economic and stable conditions and to minimize transportation costs and CO₂-emissions for their customers and members. Six years before the funding it was already clear, that this aim can only be achieved by a partnership. The tricky thing about the partnership was to combine contrary interests and expectations of private partners on the one hand and public partners on the other.

During the cooperation forming progress central economic and technical decisions had to be made, such as the selection of the right organisational structure, the choice of the tendering and awarding process, the clarification of the waste gas purification process or the choice of the right treatment process of condenser water from the sludge drying process.

In the meantime, all these decisions are made, the construction contracts are awarded, the approval process is in its finale throes and we are looking forward to the bringing into service in the middle of 2022.

In conclusion it can be said that such a collaboration project takes two things – time and complex decision-making processes. But at the end all the time and work you put into such a project is worth it.

Das Projekt KENOW: Klärschlammverbrennung in Zusammenarbeit zwischen öffentlichen und privaten Abwasserunternehmen

Berend Beatt und Mareike Demel

1.	Ausgangssituation	104
1.1.	Kurzbeschreibung Partner	105
1.2.	Kurzbeschreibung Anlage	106
2.	Partnersuche	108
2.1.	Kommunale Partner	108
2.2.	Privatwirtschaftliche Partner	109
2.3.	Findungsprozess	109
3.	Wesentliche Projektentscheidungen	110
3.1.	GU- versus losweise Vergabe	110
3.2.	Trockene versus nasse Abgasreinigung	112
3.3.	Entsorgung der Brüdenkondensate	113
4.	Aktueller Projektstand	114
5.	Zusammenfassung und Fazit	115
6.	Quellen	115

Die Rahmenbedingungen für die bei der Abwasserbehandlung anfallenden Klärschlämme haben sich in den letzten Jahren wesentlich verändert. Im Jahre 2016 wurden in Niedersachsen und Bremen noch etwa zweidrittel der Klärschlämme landwirtschaftlich verwertet.

Zur Entlastung der Böden und des Grundwassers und um wertvolle Nährstoffe wie Phosphor gezielt aus dem Klärschlamm zurückzugewinnen, ist in Zukunft die thermische Entsorgung ein zielführender Weg. Mit der Novellierung der Klärschlammverordnung als Bundesgesetz am 03.10.2017 wurde grundsätzlich der Ausstieg aus der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung ab 2029 beschlossen. Damit einhergehend ist gleichzeitig die Verpflichtung zur Rückgewinnung von Phosphor gesetz-

lich festgeschrieben. Größere Kläranlagen können nicht mehr in der Landwirtschaft verwerten und eine Mitverbrennung in Kohle- und Müllheizkraftwerken ist ausgeschlossen. Es ist außerdem damit zu rechnen, dass kleinere Kläranlagen aufgrund der politischen Lage und den zunehmenden Verwertungsschwierigkeiten ebenso verstärkt auf eine thermische Verwertung setzen müssen.

Um den Anforderungen der geänderten Gesetzeslage nachzukommen und zur Sicherung langfristiger Entsorgungskapazitäten in der Region Nordwestdeutschland wurde die Klärschlamm Entsorgung Nordwest (KENOW) GmbH & Co. KG gegründet. Durch die Gründung dieser Klärschlamm Entsorgungsgesellschaft bündeln zentrale Abwasserunternehmen aus Norddeutschland ihre Klärschlamm mengen, um das Risiko von Entsorgungsengpässen gering zu halten. Gleichzeitig soll vermieden werden, dass es durch solitär betriebene Projekte zu Überkapazitäten an Verbrennungsanlagen in der Region kommt.

Dieses Projekt hat neben der notwendigen Gewährleistung der Entsorgungssicherheit für die Gesellschafter eine hohe strategische Bedeutung in der Region Nordwestdeutschland. Durch die Bündelung von Klärschlamm mengen entsteht ein länderübergreifendes langfristiges Entsorgungskonzept für die Metropolregion Bremen-Oldenburg. Zudem schließt die Anlage durch ihre Lage eine absehbare Lücke in der regionalen Entsorgung.

Das Besondere an dieser Kooperation ist die Zusammenarbeit zwischen öffentlich-rechtlichen und privaten Abwasserunternehmen. Trotz unterschiedlicher Interessen der einzelnen Gesellschafter verfolgen alle ein gemeinsames Ziel: Die Gewährleistung der Entsorgungssicherheit zu wirtschaftlichen Konditionen, sowie stabile und planbare Kosten für die Abwasserkunden und Mitglieder. Der Weg in diese Kooperation und die Herausforderungen sollen in diesem Fachbeitrag erläutert werden.

1. Ausgangssituation

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen für die bei der Abwasserbehandlung anfallenden Klärschlämme haben sich in den letzten Jahren wesentlich verändert. Diese Änderungen führen bereits jetzt zu steigenden Preisen, Entsorgungsengpässen und erhöhten Anforderungen für die Betreiber von kommunalen Kläranlagen.

In den kommenden Jahren ist im Rahmen der Energiewende mit der Stilllegung weiterer Braun- und Steinkohlekraftwerke zu rechnen. Die Mitverbrennung von Klärschlämmen in Kohlekraftwerken stellt bisher neben der Landwirtschaft ebenfalls einen wesentlichen Entsorgungsweg dar, sodass mittelfristig von einer weiteren Verknappung der Verwertungskapazitäten auszugehen ist.

Die gesetzliche Pflicht zur thermischen Klärschlammverwertung und zum Phosphorrecycling ist großtechnisch nur durch sog. Monoverbrennungsanlagen zu erfüllen, die ausschließlich kommunalen Klärschlamm verbrennen. KENOW löst diesen Engpass mit der Schaffung einer langfristigen Entsorgungssicherheit entsprechend der vorherrschenden Regularien und schafft dadurch Planungssicherheit für Kommunen und Betreiber von Abwasserreinigungsanlagen.

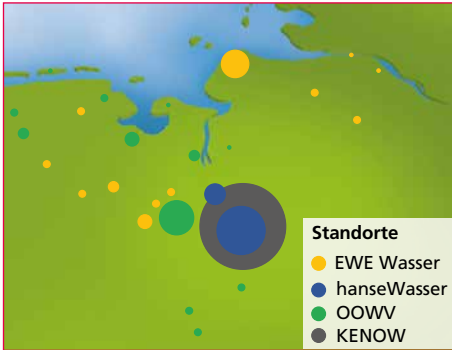


Bild 1: Kläranlagen und KENOW-Standort; die Größe der Kreise korrelieren mit den anfallenden Klärschlamm-mengen bzw. Verbrennungskapazität

Quelle: Grenz, T.: Standortkarte, hanseWasser Bremen GmbH, Bremen 2019

1.1. Kurzbeschreibung Partner

Bei den Partnern handelt es sich um regionale Ver- und Entsorgungsunternehmen aus dem Gebiet zwischen Elbe, Weser und Ems. In 69 Kläranlagen werden von den Partnern jedes Jahr über 100 Mio. m³ Abwasser aufgereinigt, was einer Reinigungsleistung von etwa 2,9 Mio. Einwohnerwerten entspricht. Bild 1 zeigt die Standorte der Kläranlagen der Kooperationspartner, sowie den Standort der geplanten Monoverbrennungsanlage. Die Größe der Kreise korrelieren dabei mit der am jeweiligen Standort anfallenden Klärschlammmenge bzw. der Verbrennungskapazität.

Bei der Hansewasser Ver- und Entsorgungs-GmbH (HVE) handelt es sich um eine Beteiligungsgesellschaft der swb AG und der GELSENWASSER AG. Die HVE ist der größte Anteilseigner der hanseWasser Bremen GmbH mit 74,9 %. Seit 1999 betreibt die hanseWasser das 2.300 Kilometer lange öffentliche Bremer Kanalnetz. Auf zwei Kläranlagen in Seehausen und Farge sichert sie einen wirtschaftlichen und umweltgerechten Reinigungsprozess für rund 50 Mio. m³ Abwasser im Jahr aus Bremen, den Nachbargemeinden sowie für Industrie- und Gewerbekunden. hanseWasser Bremen betreibt seit 2015 ihr Kerngeschäft, die Abwasserreinigung, klimaneutral.

Der Oldenburgisch-Ostfriesische Wasserverband (OOWV) ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts. Es handelt sich um einen Zusammenschluss von Landkreisen, Städten und Gemeinden im Nordwesten Niedersachsens. Im Verbandsgebiet werden etwa 1 Mio. Einwohner mit Trinkwasser versorgt und für 600.000 Einwohner die Abwasserentsorgung sichergestellt. Der OOWV betreibt 46 Kläranlagen in der Region, die Größte davon ist in Oldenburg.

Die EWE WASSER GmbH (EWE WASSER) ist eine 100 %-ige Tochter der EWE AG, einem Versorgungsunternehmen im Bereich Strom, Erdgas, Telekommunikation, Informationstechnologie und Umwelt. Seit 1991 ist EWE WASSER in der Region Ems-Weser-Elbe ein verlässlicher Partner der Kommunen in unterschiedlichen Betriebsführungs- und Beteiligungsmodellen für die Abwasserbeseitigung und -behandlung. Die EWE WASSER ist für die umweltgerechte Ableitung und Reinigung von rund 1 Mio. Einwohnerwerten zuständig, dazu betreibt sie die Abwassernetze und Abwasserreinigungsanlagen für 13 Gemeinden im Nordwesten. Die größte Kläranlage ist dabei in Cuxhaven.

Bei der swb Erzeugung AG & Co. KG (swb) handelt es sich um ein Unternehmen der swb-Gruppe. Die swb Erzeugung AG & Co. KG ist in der swb-Gruppe für die konventionelle Strom- und Wärmeerzeugung verantwortlich. Dazu betreibt sie in

Bremen an den Standorten Hafen, Hastedt und Mittelsbüren Kraftwerke auf der Basis von Steinkohle, Erd- und Gichtgas. Energieeffizienz im Verbund mit umweltschonender Kraft-Wärme-Kopplung stehen dabei im Fokus der Erzeugung. Für den Betrieb der bremischen Abfallverwertungsanlagen, das Müllheizkraftwerk (MHKW) und das Mittelkalorikkraftwerk (MKK), ist die swb Entsorgung GmbH & Co. KG zuständig. Somit bringt die swb-Gruppe wichtige Erfahrungen im Kraftwerksbetrieb mit, die sie zukünftig in den Betrieb der Klärschlammverbrennungsanlage einbringen wird.

Die Geschäftsanteile an der KENOW ergeben sich aus den Gesamtklärschlamm-mengen der Partner. Eine Ausnahme ist die swb. Da diese nicht über eigene Klärschlamm-mengen verfügt, erhält sie als zukünftiger technischer Betriebsführer eine Sonderrolle in der Gesellschaft.

1.2. Kurzbeschreibung Anlage

Bei der geplanten Klärschlammverbrennungsanlage handelt es sich um eine einlinige Anlage, ausgelegt auf einen Jahresdurchsatz von etwa 55.000 t Trockenmasse (TM) pro Jahr. Dabei können 46.000 t TM als entwässerter Schlamm mit 20 - 25 % Trockensubstanzgehalt (TS) und 9.000 t TM als vorgetrockneter Schlamm mit 60 - 70 % TS angenommen werden. Die Gesellschafter bringen davon 30.500 t TM selbst in die Anlage ein. Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit (Größendegression) und zur Schaffung von langfristigen Entsorgungskapazitäten für kommunale Partner wurden bei der Konzeption der Anlage weitere Klärschlamm-mengen von sogenannten Drittkunden berücksichtigt. Die partnerschaftliche Vermarktung der Restkapazität ist erfolgreich gestartet, wodurch die Anlagenauslastung aktuell bei 75 % liegt (Stand August 2020).

Die Klärschlammverbrennungsanlage wird am Standort Bremen Industriehafen errichtet. Dort befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft das MKK, wodurch wertvolle Synergien genutzt werden können. Beispielsweise werden bereits vorhandene Einrichtungen und Gebäude wie Pförtnerie, Werkstätten, Labor und Leitwarte mit genutzt. Weiterhin bestehen Anschlussmöglichkeiten an vorhandene Ver- und Entsorgungsleitungen für Strom und Fernwärme.

Über die Synergien mit dem MKK hinaus werden durch den ausgewählten Standort die kürzesten Klärschlammtransportwege aller Partner in Summe realisiert. Dies führt zu einer erheblichen CO₂-Minderung im Vergleich zu den bisherigen Transportwegen.

Die Annahme von durchschnittlich 40 LKW-Ladungen pro Tag erfolgt zur Geruchsminimierung in eingehausten Annahmeschleusen mit einer Doppeltoranlage, die im Bild 2 vorne links zu sehen ist. Aus dem Annahmehunker wird der Schlamm per Krananlage in den Stapelbunker und von dort weiter in Richtung Trocknervorlage befördert. Damit der Klärschlamm ohne eine weitere Stützfeuerung eigenständig verbrennt, muss er in Scheibentrocknern vorab getrocknet werden. Als Heizmedium für die Trockner dient dabei die bei der Verbrennung erzeugte thermische Energie in Form von Wasserdampf.

Herzstück der Anlage ist der Wirbelschichtofen, in dem der Klärschlamm bei einer Temperatur von etwa 850 °C verbrannt wird. Mit dem dabei erzeugten Wasserdampf wird eine Dampfturbine zur Stromerzeugung betrieben. Dabei sind die Komponenten



Bild 2: Ansicht von Osten, Blick auf die Annahmeschleuse (links) das Kesselhaus (Mitte) und das Abgasreinigungsgebäude (rechts)

Quelle: Tiedemann, J.: Projektvorstellung Ortsamt West Planungsgemeinschaft TWPF, Tiede- & Niemann Ingenieurgesellschaft mbH, Hamburg 2019

so dimensioniert, dass der Eigenbedarf an elektrischer Energie gedeckt wird. Durch die vorgesehene Turbine mit einer elektrischen Leistung von 2,5 MW kann zusätzlich Strom für die Versorgung von rund 1.400 Haushalten ausgespeist werden. Die in dem Prozess anfallende überschüssige thermische Energie wird zur Bereitstellung von Fernwärme verwendet. Dabei übernimmt die Anlage eine wichtige Rolle im Fernwärmekonzept für den Bremer Westen im Ausgleich für den bis zur Inbetriebnahme von KENOW außer Betrieb genommenen Steinkohle-Block 6. Durch eine intelligente Anlagenverknüpfung mit dem benachbarten MKK ist jederzeit eine sinnvolle Wärmenutzung

möglich. Insgesamt können etwa 58.400 MWh/a thermischer Energie genutzt werden, womit rund 2.900 Haushalte versorgt werden können.

Bei der Trocknung entstehende Brüden werden einer zweistufigen Brüdenkondensationsanlage zugeführt. Die dabei entstehenden Brüdenkondensate müssen vor der Einleitung in das Bremer Kanalnetz behandelt werden. Dies erfolgt in einer zweistufigen Brüdenkondensatbehandlung bestehend aus einer Dampf- und Luftstrippung.

Die gewählte Verfahrenstechnik der Abgasreinigung besteht aus einem sechsstufigen Verfahren mit konditioniert-trockenen und nassen kalkbasierten Komponenten. Einen Überblick über die Prozessschritte gibt das Bild 3.

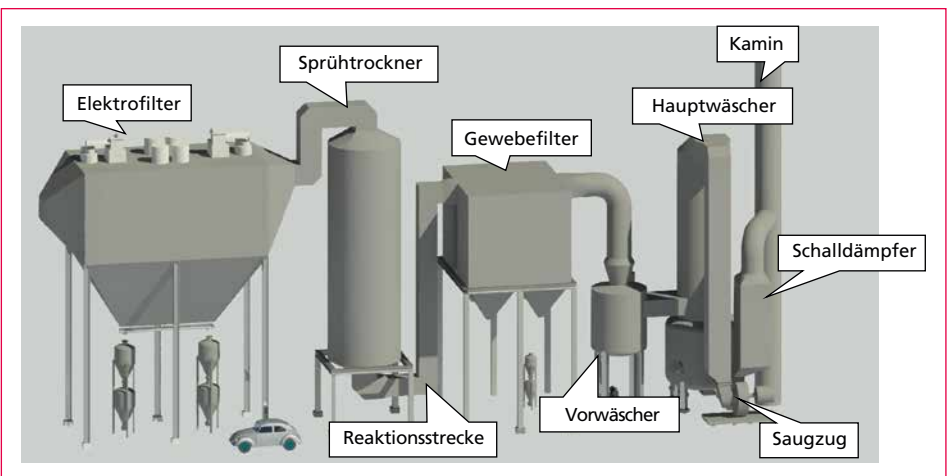


Bild 3: Schematische Darstellung des Abgasreinigungsverfahrens

Quelle: Tiedemann, J.: Schematische Darstellung der Abgasreinigung, Projektvorstellung Ortsamt West Planungsgemeinschaft TWPF, Tiede- & Niemann Ingenieurgesellschaft mbH, Hamburg 2019

Dieses Verfahren entspricht – sowie die gesamte Anlage - dem aktuellen Stand der Technik. Eine sichere Einhaltung aller genehmigungsrechtlichen Auflagen kann somit erfüllt werden. Darüber hinaus können durch das gewählte Konzept heute schon die erwarteten verschärften Anforderungen der *Best Available Techniques Reference* (BREF) eingehalten werden.

2. Partnersuche

Um langfristige Entsorgungssicherheit zu wirtschaftlichen Konditionen gewährleisten zu können und die aktuell hohen Transportleistungen zu minimieren, wurden unterschiedliche Optionen geprüft. Da alle Unternehmen nur über eine Klärschlammmenge verfügen, die für einen alleinigen wirtschaftlichen Betrieb einer Verbrennungsanlage zu gering ist, ist das Finden von Partnern wesentlich. Für eine Klärschlammverbrennungsanlage mit wirtschaftlicher Größe von mindestens 35.000 t TM konnte eine regionale Lösung nur als Kooperation zwischen privaten Unternehmen und einem öffentlich-rechtlichen Partner entstehen.

2.1. Kommunale Partner

Kommunale Partner können Städte, Gemeinden, oder Verbände, die Körperschaften des öffentlichen Rechts sind, sein. In einem Verband schließen sich dabei mehrere kommunale Institutionen zusammen, um eine festgelegte öffentliche Aufgabe gemeinsam zu erfüllen. Im Falle des OOWV haben sich dazu Landkreise, Städte und Gemeinden zusammengeschlossen und einen Verband gegründet, der in der Region von wesentlicher Bedeutung ist.

Mit dem Beitritt zu einem Verband gibt eine Kommune die Abwasserbeseitigungspflicht an den entsprechenden Verband ab. Grundlage ist dabei das Zweckverbandsgesetz. Auf den Verband können sowohl die gesamte Abwasserbeseitigungspflicht als auch nur Teile davon übertragen werden. [4]

Durch den Beitritt in den Verband übernimmt Dieser sämtliche Verantwortung über Investitionsentscheidungen und Instandhaltungsmaßnahmen. Die zu tätigenen Maßnahmen werden dann fortlaufend durchgeführt und unter Kostendeckungsaspekten auf die Kommune verrechnet. Da in einem Verband per Definition keine Gewinnerzielungsabsicht vorherrscht, keine Gesellschafterdividenden gezahlt und keine Umsatzsteuer abgeführt werden muss, kann eine relativ kostengünstige Arbeitsweise etabliert werden. Verbände übernehmen im Rahmen ihrer Tätigkeiten auch die Gebührenkalkulation und können somit auch Aufgaben übernehmen, die sonst der Kommunalverwaltung vorbehalten sind. Die Gebührenkalkulation ist dabei im Rahmen des öffentlichen Preisrechts offen zu legen, sodass für die Mitglieder absolute Transparenz über die Kosten und Erlöse gegeben ist.

Von Vorteil aus kommunaler Sicht ist, dass wegen der fehlenden Bindung an gesellschaftsrechtliche Bestimmungen die Gemeinde die Entscheidungsprozesse dieser Organisationsform nach eigenen Vorstellungen steuern und kontrollieren kann [4]. Sie sind in Aufsichtsgremien, wie der Verbandsversammlung vertreten.

2.2. Privatwirtschaftliche Partner

Unter privaten Partnern werden Wirtschaftsunternehmen mit privatrechtlichen Gesellschaftsformen verstanden. Sie arbeiten grundsätzlich gewinnorientiert, um Renditen für ihre Gesellschafter zu erwirtschaften. Sie sind dabei in ihren wirtschaftlichen Entscheidungen deutlich freier als öffentliche Träger und können somit flexiblere Lösungen anbieten und schneller auf sich ändernde Randbedingungen reagieren. Sie zeichnen sich zumeist durch eine höhere Risikobereitschaft aus und können in der Regel Investitionsprojekte schneller und effizienter als kommunale Träger umsetzen.

Aus dem Effizienzsteigerungsbestreben privater Unternehmen ergeben sich auch Vorteile für die kommunalen Kunden. So kann beispielsweise vereinbart werden, dass Kunden an Einsparungen grundsätzlich partizipieren. Im Vergleich zu Kommunen können private Unternehmen Ressourcen besser bündeln und zentral Spezialisten beschäftigen, die dann bedarfsgerecht auf unterschiedlichen Abwasserreinigungsanlagen eingesetzt werden können. Dieses spezielle Know-how können kleinere Kommunen oftmals nicht selbstständig aufbringen.

Grundsätzlich sind Vertragsbeziehungen mit privaten Betreibern von den Kommunen frei verhandelbar, so dass sehr individuelle vertragliche Regelungen möglich sind. Dabei haben Kommunen oftmals ein deutlich weitreichenderes Mitspracherecht bezüglich Investitionen auf Abwasserreinigungsanlagen und im Schmutzwassernetz, da sie sich diese Rechte im Rahmen von Ausschreibungen sichern können. Viele Verträge zwischen privaten Betreibern und Kommunen sind so gestaltet, dass Investitionen nur in bestimmter Höhe und / oder mit Zustimmung der Kommune möglich sind. Dadurch sind Steuerung, Glättung und Deckelung von Betreiberentgelten möglich. Ein Model mit Umlagefähigkeit von Kosten, wie im Verband, existiert hier zumeist nicht.

Durch die Gewinnerzielungsabsicht ergeben sich auch spezifische Nachteile für die Kommune. Der abgeführte Gewinn an die Gesellschafter steht prinzipiell nicht für die Aufgaben der Abwasserreinigung in der Gemeinde zur Verfügung. Ebenso wird Umsatzsteuer auf die Entgelte fällig, die aufgrund fehlender Vorsteuerabzugsberechtigung der Kommune auf die Abwassergebühr gewälzt werden muss. Je nach Marktlage kann die Kapitalbeschaffung für den privaten Dritten teurer als ein Kommunalkredit sein. Diese Mehrkosten werden dann ebenfalls im Rahmen der Angebotskalkulation auf die Kommune gewälzt.

Im Bereich des Vergaberechts können private Partner deutlich freier agieren als öffentliche Träger. Oftmals sind die limitierenden Faktoren dabei die internen Regelungen der Gesellschaft und nicht rechtliche Vorgaben. So kann ein privater Partner frei zwischen freihändiger Vergabe oder einer Ausschreibung wählen. Ausschreibungen unterliegen damit im Allgemeinen nicht dem Vergaberecht und können frei ausgestaltet werden.

2.3. Findungsprozess

Bereits 2006 beschäftigten sich die Partner EWE WASSER und hanseWasser mit der *zukünftigen Vorbehandlung und thermischen Verwertung der Klärschlämme* – wie die erste Studie lautete.

Damals standen die Fragen im Vordergrund, ob der Aufbau eines eigenständigen Verwertungsweges in einer Monoverbrennung wirtschaftlich sinnvoll und zweckmäßig ist und welche Optimierungspotentiale sich durch eine Zusammenarbeit der beiden Partner ergeben würden. Jedoch war zu diesem Zeitpunkt die Monoverbrennung noch nicht wirtschaftlich gegenüber dem damaligen Entsorgungsmix aus stofflicher und thermischer Verwertung durch Dritte.

Im Jahr 2011 intensivierte sich die politische Debatte über die zukünftige Klärschlamm-entsorgung und so kam es zu den ersten Gesprächen zwischen Partnern in der Region. Darüber hinaus bestätigte eine weitere Studie über einen Variantenvergleich zwischen einer Anlage mit einem Jahresdurchsatz von 35.000 t TM und einer mit 55.000 t TM nochmals, dass nur eine Lösung mit Partnern aus der Region in Frage kommt. In den Folgejahren wurde die technische Machbarkeit vertieft, während parallel die Themen Optimierung der Logistik und mögliche Geschäftsmodelle untersucht wurden.

Im April 2016 veröffentlichten OOWV und SWO Vergabeunterlagen für die Gründung einer Klärschlamm-entsorgungsgesellschaft für die Planung und Finanzierung sowie den Bau und Betrieb einer Klärschlammmonoverbrennungsanlage (EU-Bekanntmachung: 2016/S 072-126702).

Voraussetzungen für die Teilnahme an der Ausschreibung waren, dass die Bieter eigene Klärschlämme, sowie ein geeignetes Grundstück in die Klärschlamm-entsorgungsgesellschaft einbringen. Wesentliche Zuschlagskriterien waren dabei die Genehmigungsfähigkeit des Standorts, die Verkehrsanbindung, mögliche Synergien mit bestehenden Anlagen sowie eine positive Transportbilanz für die Klärschlämme.

Auf die Ausschreibung folgte ein etwa einjähriges Verhandlungsverfahren, in dem sich die Bietergemeinschaft aus HVE, EWE WASSER und swb schließlich durchsetzen konnte und als Bestbieter Ende 2017 den Zuschlag erhielt.

Im Rahmen des Verhandlungsverfahrens wurde ferner auch die Wahl der Gesellschaftsform kontrovers diskutiert. Durch Teilnahme des OOWV, als Körperschaft des öffentlichen Rechts, entsteht eine Zusammenarbeit zwischen öffentlicher Hand und privatwirtschaftlichen Unternehmen. Somit handelt es sich per Definition um eine öffentlich-private Partnerschaft. Auf Grund von steuerlichen Aspekten fiel die Wahl der Gesellschaftsform letztendlich auf eine Personengesellschaft (GmbH & Co. KG).

3. Wesentliche Projektentscheidungen

Im Rahmen des Projektes sind neben den wesentlichen kaufmännischen Themen wie z.B. der Wahl der Gesellschaftsform inklusive aller steuerrechtlichen Aspekte, einige wesentliche technische Grundentscheidungen zu treffen. Dazu zählte neben der Auslegung der Abgasreinigung und der Brüdenbehandlung vor allem die Abwägung zwischen losweiser oder Generalunternehmer (GU)-Vergabe.

3.1. GU- versus losweise Vergabe

Mit Abschluss der Vorplanung musste entschieden werden, ob die Ausschreibung der Anlage losweise oder an einen GU erfolgen soll. Dazu wurden bereits im Vorfeld einige Annahmen bzw. Vorbereitungen getroffen, wie z.B. eine vertragliche Vereinbarung mit

dem Planer über einen entsprechenden Leistungsumfang und Vergütung für beide Vergabeverfahren. Darüber hinaus wurde rechtzeitig geprüft, ob aus dem Kreise der KENOW-Gesellschafter im Falle einer losweisen Vergabe ausreichend qualifiziertes Personal zur Verfügung gestellt werden kann.

Im Entscheidungsprozess wurden zunächst die Vor- und Nachteile beider Varianten anhand diverser Kriterien bewertet. Die GU-Vergabe hat z.B. die Vorteile, dass mit dem Zeitpunkt der Vergabe eine relativ hohe Kostensicherheit gegeben ist und die Anlage insgesamt *aus einem Guss* kommt. Der GU übernimmt die Abstimmung zwischen den Liefergrenzen und übernimmt die Gesamtgewährleistung, wohingegen bei einer losweisen Vergabe nur Einzelgewährleistungen gegeben werden und ein höherer Aufwand zur Schnittstellenabstimmung einzukalkulieren ist, entweder beim Bauherrn oder beim Planer. Dies wirkt sich in jedem Fall auf die Gesamtprojektkosten aus - entweder intern oder extern.

Vorteile der losweisen Vergabe sind ein größerer Wettbewerb und mehr Einflussnahme durch den Bauherrn. So können beispielsweise gezielt Unterauftragnehmer zugelassen oder ausgeschlossen werden. Weiterhin besteht bei einer losweisen Vergabe eine höhere Terminflexibilität, durch einen direkten Zugriff auf einzelne Lieferanten und Gewerke. Auf der anderen Seite kann über einen GU-Vertrag die Terminverantwortung auf den GU übertragen werden, wodurch das Terminrisiko minimiert werden kann [3].

Um anhand der Vor- und Nachteile eine möglichst transparente Entscheidung treffen zu können, wurde eine Entscheidungsmatrix in Anlehnung an eine Nutzwertanalyse erstellt. In dieser Matrix wurden sowohl monetäre als auch nicht-monetäre Faktoren aufgeführt und unter der Maßgabe der Vergabeart verglichen. Dabei wurden qualitative Eigenschaften weitestgehend monetarisiert und mit konkreten Kosten hinterlegt. Die getroffenen Annahmen wurden durch Gespräche mit Versicherungen, Banken und möglichen Lieferanten validiert.

Ein Schema der Entscheidungsmatrix ist in Bild 4 dargestellt.

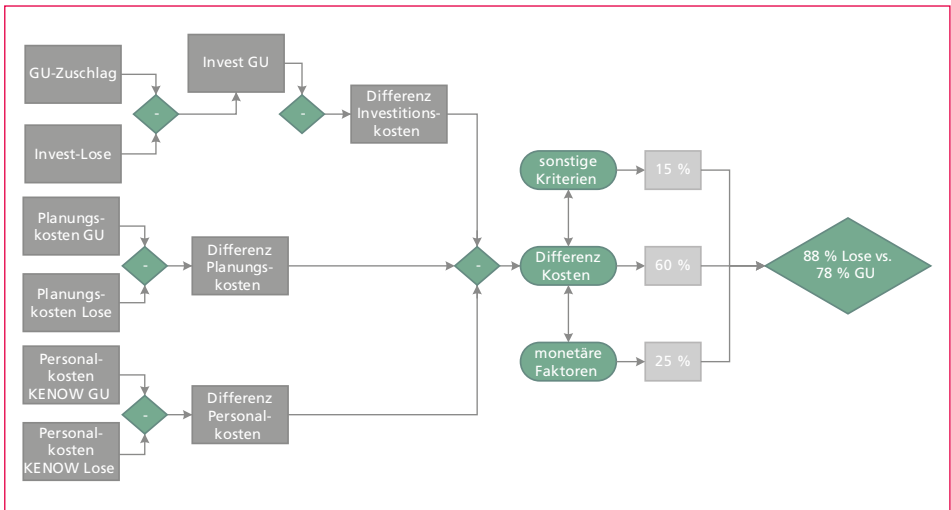


Bild 4: Entscheidungsmatrix über die Vergabeart

Die Entscheidung fiel am Ende auf eine Vergabe in sechs Losen. Hauptgründe für diese Entscheidung sind die größere Einflussnahme durch den Bauherrn in Bezug auf Qualität und Terminflexibilität, sowie der Abschätzung, dass durch einen größeren Wettbewerb geringere Investitionskosten zu erzielen sind.

3.2. Trockene versus nasse Abgasreinigung

Eine weitere wesentliche Projektentscheidung betraf die Art der Abgasreinigung. Speziell in Hinblick auf die sich anbahnenden verschärften BREF-Grenzwerte wurde zwischen verschiedenen Varianten einer trockenen oder nassen Abgasreinigung abgewogen. Als oberste Prämisse galt dabei, neben der Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben, die Einhaltung der Abwasserfreiheit in Hinblick auf die Genehmigungsfähigkeit.

Als Entscheidungsgrundlage wurde von der Planungsgemeinschaft ein Variantenvergleich durchgeführt. Näher betrachtet wurden

- Variante 1 – nasses Verfahren mit Kalksteinwäscher,
- Variante 2 – trockenes Verfahren mit Natriumhydrogencarbonat und
- Variante 3 – konditioniert-trockenes Verfahren mit Kalkhydrat.

Bei der Betrachtung wurden die Verfahrensvarianten hinsichtlich der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte, den Betriebsmittelverbräuchen und Reststoffmengen, den Investitionskosten sowie Betriebskosten untersucht. Bei der Beurteilung der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte wurden bei der vergleichenden Betrachtung, die im Dezember 2018 stattgefunden hat, bereits die oberen BREF-Grenzwerte berücksichtigt.

Aus technischer Sicht spricht vieles für das nasse Verfahren, da hiermit sehr niedrige Emissionswerte und eine gute Schwermetallabscheidung möglich sind. Die trockenen Verfahren sind zwar einfacher, allerdings besteht ein hohes Risiko der Grenzwertüberschreitung bei den BREF-Werten, es entstehen höhere Aschemengen und ggf. eine Verunreinigung dieser durch Reaktionsprodukte aus der Direktentschwefelung.

Hinsichtlich der Kosten liegen die geschätzten Investitionskosten für das nasse Verfahren um etwa 3 Mio. EUR höher als bei den trockenen Verfahren. Dafür ist bei dem nassen Verfahren mit geringeren jährlichen Betriebskosten zu rechnen, was insbesondere an den geringeren Betriebsmittelkosten für Kalkstein und den geringen Entsorgungskosten für Gips liegt. Somit liegen die jährlichen Gesamtkosten bei allen drei Varianten sehr dicht zusammen.

Die Ergebnisse des Vergleichs wurden abschließend in einer Nutzwertanalyse vergleichend betrachtet. Dabei wurden zusätzlich zu den oben genannten Kriterien noch die Betriebserfahrungen, die Machbarkeit der Aufstellung, der Arbeitsschutz sowie die Phosphorrückgewinnung betrachtet. Das Ergebnis der Nutzwertanalyse ist in Tabelle 1 dargestellt. Dabei stellt 5 die beste und 1 die schlechteste Bewertung dar.

Tabelle 1: Nutzwertanalyse zum Variantenvergleich zur Abgasreinigung

Kriterium	Gewichtungsfaktor	Variante 1	Variante 2	Variante 3
sichere Einhaltung Emissionswerte bei Rohgaspeaks oder abgesenkten Grenzwerten	35 %	5	2	2
Betriebserfahrung	10 %	4	3	3
Arbeitsschutz	10 %	4	5	4
Phosphorrückgewinnung	10 %	5	3	3
jährliche Gesamtkosten	35 %	4	2	3
Summe	100 %	4,45	2,5	2,75

Quelle: Niemann, K.; Panhoff, M.; Neubau einer Klärschlammverbrennungsanlage - Bericht Bauart Abgasreinigung, Planungsgemeinschaft TWPE, Tiede- & Niemann Ingenieurgesellschaft mbH, Hamburg 2018

Finanzierung / Betreibermodelle

Auf Basis dieses Variantenvergleich fiel die Entscheidung schließlich für die nasse Abgasreinigung, wodurch schon frühzeitig eine Einhaltung etwaiger BREF-Werte sichergestellt wurde.

3.3. Entsorgung der Brüdenkondensate

Bereits im Rahmen der Machbarkeitsstudie 2013 lag ein Schwerpunkt der Betrachtung auf dem Thema der Entsorgung der Brüdenkondensate. Da die Klärschlammverbrennungsanlage im Vergleich zu vielen anderen Anlagen nicht am Standort einer Kläranlage oder in unmittelbarer Nähe dazu steht, wurden verschiedene Alternativen betrachtet wie bspw. die Eindüsung in den Ofen der KENOW, oder in das benachbarte MKK, sowie die Überleitung und Mitbehandlung in der Kläranlage Seehausen, oder eine eigenständige Brüdenkondensatbehandlung am Standort.

Das Brüdenkondensat ist insbesondere mit Stickstoff und inertem CSB stark belastet, wobei die genaue Zusammensetzung vor Inbetriebnahme der Klärschlammverbrennungsanlage noch nicht bekannt ist.

In der Machbarkeit von 2013 zeigte sich bereits, dass eine Eindüsung in den Ofen der KENOW nicht wirtschaftlich und energetisch sinnvoll ist, da die Energiebilanz erheblich verschlechtert würde. Die Variante der Eindüsung in das MKK ist ebenfalls nicht realisierbar, da das MKK eine quasi-trockene Abgasreinigung hat, die mit der zusätzlichen Feuchtigkeit nicht kompatibel wäre.

Somit stand fest, dass die Brüdenkondensate aus der Klärschlamm-trocknung entweder einer Mitbehandlung in Seehausen zuzuführen oder nach einer Vorbehandlung am Standort in das Bremer Kanalnetz einzuleiten sind. Vor der Einleitung in den öffentlichen Kanal ist der Anhang 27 der Abwasserverordnung, im speziellen der Teil D, zu beachten. Dieser schreibt neben einigen Grenzwerten u.a. vor, dass ein DOC-Eliminationsgrad von 75 % erreicht werden muss [6].

Die Kläranlage Seehausen ist durch zahlreiche Indirekteinleiter vorbelastet und weist schon heute einen hohen Anteil an inertem CSB auf. Somit stellt die besondere Situation der Kläranlage Seehausen die Projektpartner vor die Herausforderung sowohl die hohe Ammoniumfracht zu reduzieren als auch optional eine CSB-Elimination vorzusehen. Daher wurde zwischen verschiedenen Verfahren – chemisch, biologisch, physikalisch – zur Stickstoff- als auch zur CSB-Elimination abgewogen.

Chemische Verfahren wie bspw. eine MAP-Fällung sind ungeeignet, da nur eine Eliminationsrate kleiner 60 % erzielt werden kann. Die restliche Stickstofffracht würde die Kläranlage überlasten. Zudem wäre eine Fällung nicht zielführend, da gleichzeitig Phosphor ausgefällt wird, welcher für die Rückgewinnung aus der Asche enthalten bleiben sollte.

Biologische Verfahren wie eine Nitrifikation / Denitrifikation o.ä. sind sensibel gegenüber Schwankungen, da die Mikroorganismen nur langsam auf sich ändernde Frachten reagieren. So könnte es während der Revisionen oder auch bei ungeplanten Stillständen zu Schwierigkeiten kommen, sowie bei allgemein schwankender Brüdenzusammensetzung. Eine gesicherte Brüdenbehandlung könnte nicht gewährleistet werden.

Somit blieben zuletzt die physikalischen Verfahren, wie bspw. Dampf- oder Luftstrippung. Diese sind aus Synergiegründen am Standort begünstigt, da hier zum einen Dampf verfügbar ist und zum anderen mit dem benachbarten MKK ein Abnehmer für Ammoniakwasser existiert.

Das gewählte Verfahren bestehend aus einer Dampfstrippung zur Entfernung des Ammoniumstickstoffs und einer anschließenden Luftstrippung um weitere geruchsintensive Verbindungen im Brüdenkondensat zu eliminieren stellt damit die sicherste und vor allem eine unabhängige Lösung dar.

Eine Referenzanlage, in der dieses Verfahren in ähnlicher Form zum Einsatz kommt, steht im holländischen Moordijk bei der Slibverwerking Noord-Brabant.

4. Aktueller Projektstand

Die sechs Lose zur Errichtung der Anlage sind vergeben, die Lieferanten befinden sich derzeit im Basic-Engineering, während parallel noch das Genehmigungsverfahren läuft.

Insgesamt befindet sich das Projekt – Stand August 2020 – kurz vor dem Erreichen der zwei wichtigsten Meilensteine – dem Erhalt der BImSch-Genehmigung sowie der Sicherstellung der Finanzierung. Im öffentlichen Erörterungstermin am 15. / 16.07.2020 wurden die Schwerpunktthemen aus rund 40 Einwendungen diskutiert. Zu den adressierten Themen zählten u.a. Geruch und Lärm, Vorbelastungen am Standort, Rückfragen zur Prüfung alternativer Verfahren, und die baurechtliche Zulässigkeit. Der Erörterungstermin verlief insgesamt positiv, die Ergebnisse werden nun durch das Gewerbeaufsichtsamt schriftlich fixiert.

Mit Vorlage der Genehmigung und des Kreditvertrages startet nach dem Abschluss des Basic-Engineerings der Lose im September 2020 die Projektstufe 2 – das Detail-Engineering der Lieferanten und der Baubeginn mit den Tiefgründungsarbeiten. Nach aktuellem Zeitplan ist der Beginn des Probebetriebs im Juli 2022.

5. Zusammenfassung und Fazit

Um den Anforderungen der geänderten Gesetzeslage nachzukommen und zur Sicherung langfristiger Entsorgungskapazitäten in der Region Nordwestdeutschland wurde die KENOW GmbH & Co. KG gegründet. Durch die Bündelung von Klärschlamm-mengen entsteht ein länderübergreifendes langfristiges Entsorgungskonzept für die Metropolregion Bremen-Oldenburg zwischen öffentlichen und privaten Unternehmen.

Auf dem Weg in die Kooperation mussten die Partner vor allem zwei Dinge mitbringen – viel Zeit und Geduld. Von der ersten Idee in den Häusern der Partner sind allein bis zur Gesellschaftsgründung rund sechs Jahre vergangen. Bis zur Inbetriebnahme der Anlage werden voraussichtlich weitere Vier hinzukommen. Kommunale Unternehmen sollten diese Zeitspanne bei Planungen zur Beteiligung oder Kooperation in einem solchen Projekt berücksichtigen.

Zu den wesentlichen Herausforderungen zählen neben den hier geschilderten kaufmännischen und technischen Fragestellungen insbesondere die komplexen Entscheidungsprozesse die im Falle der KENOW unter anderem durch die unterschiedlichen Interessen, Ansichten und Anforderungen der Gesellschafter hervorgerufen werden. Die komplexe Gesellschafterstruktur bedarf zwar häufig ein hohes Maß an Abstimmungsprozessen verbunden mit einem aufwendigem Stakeholdermanagement, jedoch kann so gewährleistet werden, dass Entscheidungen immer dem *größten gemeinsamen Nenner* entsprechen und alle Interessen vertreten sind.

6. Quellen

- [1] Grenz, T.: Standortkarte, hanseWasser Bremen GmbH, Bremen 2019
- [2] Niemann, K.; Panhoff, M.: Neubau einer Klärschlammverbrennungsanlage – Bericht Bauart Abgasreinigung, Planungsgemeinschaft TWPF, Tiede- & Niemann Ingenieurgesellschaft mbH, Hamburg 2018
- [3] Racky, P.: Fachlosweise Vergabe oder Generalunternehmervergabe als Entscheidungsproblem des Bauherren. Gutachterliche Stellungnahme. Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. Berlin 2009
- [4] Sander, T.: Ökonomie der Abwasserbeseitigung. Wirtschaftlicher Betrieb von kommunalen Abwasseranlagen. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2003
- [5] Tiedemann, J.: Projektvorstellung Ortsamt West. Planungsgemeinschaft TWPF, Tiede- & Niemann Ingenieurgesellschaft mbH, Hamburg 2019
- [6] Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung – AbwV) Anhang 27 Behandlung von Abfällen durch chemische und physikalische Verfahren (CP-Anlagen) sowie Altölaufarbeitung

Ansprechpartner



Dipl.-Ing. Berend Beatt

hanseWasser Bremen GmbH / KENOW GmbH & Co. KG
Bereichsleiter / Geschäftsführer
Vertrieb und Materialwirtschaft
Birkenfelsstraße 5
28217 Bremen, Deutschland
+49 421 988-1212
beatt@hansewasser.de



Mareike Demel

KENOW GmbH & Co. KG
Projektingenieurin PMO und Los 6 KENOW
Birkenfelsstraße 5
28217 Bremen, Deutschland
+49 421 988-1213
demel@kenow-nordwest.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Olaf Holm, Elisabeth Thomé-Kozmiensky,
Peter Quicker, Stefan Kopp-Assenmacher (Hrsg.):

Verwertung von Klärschlamm 3

ISBN 978-3-944310-52-7 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Olaf Holm
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2020
Redaktion und Lektorat: Dr.-Ing. Olaf Holm
Erfassung und Layout: Martin Graß, Claudia Naumann-Deppe, Janin Burbott-Seidel

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.