

Konzeptbeschluss

Klärwerk Karlsruhe, Neubau einer Faulungsanlage konzeptionelle Darstellung



Abb. 1 von rechts nach links: MÜSE-Gebäude (maschinelle Überschussschlamm Eindickung), dahinter Energiezentrale mit Blockheizkraftwerken, links davon zentrales Technikgebäude mit vier Faultürmen, zwei runde Gasspeicher und neue 20kV-Übergabestation

Inhaltsverzeichnis

Strategischer Kontext „Klimafreundliches Klärwerk 2035+“	3
Handlungsfeld Energieverbrauch und -erzeugung	4
Handlungsfeld Abwasserreinigung	5
Handlungsfeld Klärschlammbehandlung.....	6
Kurzbeschreibung Faulungsverfahren.....	7
Konzeptionelle Darstellung der baulichen Anlagen.....	8
Standort.....	8
Medienkanal	10
MÜSE – Gebäude (Maschinelle Überschussschlammeindickung)	11
Technikgebäude mit Faultürmen	12

Strategischer Kontext „Klimafreundliches Klärwerk 2035+“

Der Neubau einer Faulungsanlage auf dem Klärwerk Karlsruhe ist der zentrale Baustein der Umsetzungsstrategie „Klimafreundliches Klärwerk 2035+“. Das langfristige Ausbaukonzept wurde durch eine wissenschaftliche Beratung begleitet und berücksichtigt die Umsetzung der spätestens ab 2027 in nationales Recht übergehenden EU-Richtlinie, der Kommunalabwasserrichtlinie (KARL). Unter anderem werden darin Vorgaben bei der Nährstoffelimination (Stickstoff/Phosphor) verschärft und Pflichten für Betreiber von Kläranlagen zur Selbsterzeugung von erneuerbaren Energien eingeführt.

So müssen Betreiber von Kläranlagen bis 2030 mindestens 20 % ihres jährlichen Gesamtenergieverbrauchs der Kläranlage durch selbst erzeugte erneuerbare Energien decken. Dieser Grenzwert steigt bis 2035 auf 40 % und erreicht bis 2045 schließlich 100% des jährlichen Gesamtenergieverbrauchs der Kläranlage. Ein Zukauf von erneuerbaren Energien ist nur im Ausnahmefall zulässig und höchstens auf 35% begrenzt.

Das Ausbaukonzept „Klimafreundliches Klärwerk 2035+“ gliedert sich in drei Handlungsfelder:

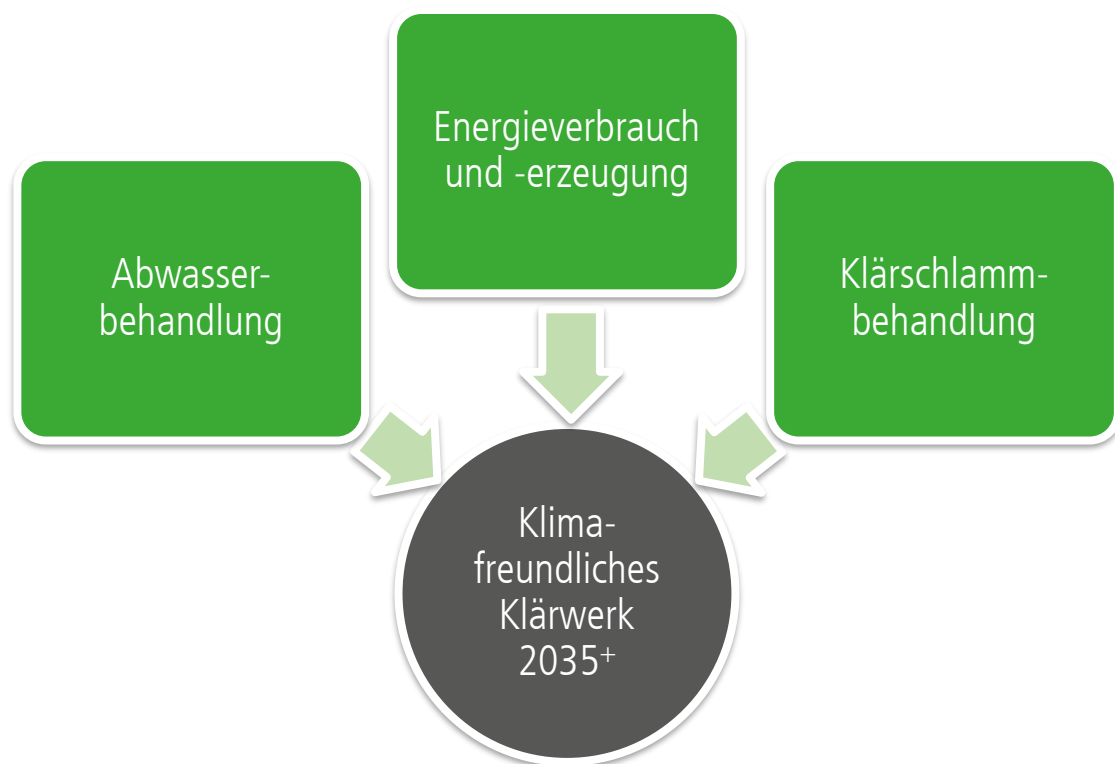


Abb. 2 Ausbaukonzept Klimafreundliches Klärwerk 2035+

Der Neubau einer Faulungsanlage leistet einen unverzichtbaren Anteil im Handlungsfeld Energieverbrauch und -erzeugung sowie zusätzlich auch wesentliche Vorteile in den restlichen beiden Handlungsfeldern.

Handlungsfeld Energieverbrauch und -erzeugung

Der Neubau einer Faulungsanlage wird im Wesentlichen aufgrund der gestaffelten Vorgaben zur Eigenenergieerzeugung für Betreiber von Kläranlagen gemäß der europarechtlichen Kommunalabwasserrichtlinie notwendig.

In der Kommunalabwasserrichtlinie wird unter anderem gefordert, dass alle vier Jahre sogenannte Energieaudits von in Betrieb befindlichen kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen und Kanalisationen durchgeführt werden. Diese Audits umfassen eine Ermittlung des Potenzials für kosteneffiziente Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs und zur Erhöhung der Nutzung und Erzeugung erneuerbarer Energie mit besonderem Schwerpunkt auf der Ermittlung und Nutzung des Potentials für die Biogaserzeugung.

Erst nach Durchführung aller Energieeffizienzmaßnahmen und aller Maßnahmen, die zur Erhöhung der Erzeugung erneuerbarer Energie erforderlich sind, ist im Ausnahmefall der Zukauf von Energie aus nichtfossilen Brennstoffen zulässig. Dieser Zukauf ist höchstens auf einen Anteil von 35% des jährlichen Gesamtenergieverbrauchs der Kläranlage begrenzt.

Der Neubau einer Faulungsanlage leistet einen wesentlichen Anteil zur Erfüllung der zukünftigen europarechtlichen Anforderungen. Der in den Faultürmen ausgefaulte Schlamm produziert energiereiches Klärgas, welches mithilfe von Blockheizkraftwerken zu Strom und Wärme umgewandelt wird. Je nach Betriebsweise ist eine klimafreundliche Stromerzeugung von bis zu 9.800.000 kWh möglich. Dadurch könnte fast die Hälfte des aktuellen jährlichen Gesamtenergiebedarfs des Klärwerks umweltfreundlich selbsterzeugt werden.

Um die gemäß der Kommunalabwasserrichtlinie geforderten enormen Energiemengen stabil und grundlastfähig bereitzustellen, ist die Kombination aus der Biogaserzeugung mittels Faulungsanlage und Verwertung in Blockheizkraftwerken, ergänzt durch Photovoltaikanlagen, der wirkungsvollste Weg.

Nur so lässt sich eine stabile, nachhaltige und ausreichend dimensionierte Energieerzeugung sichern, um die europarechtlichen Anforderungen zu erfüllen, welche spätestens 2027 in nationales Recht umgesetzt werden müssen.

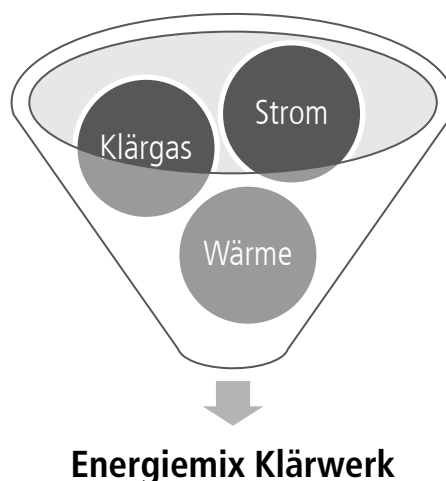


Abb. 3 Energiemix Klärwerk

Handlungsfeld Abwasserreinigung

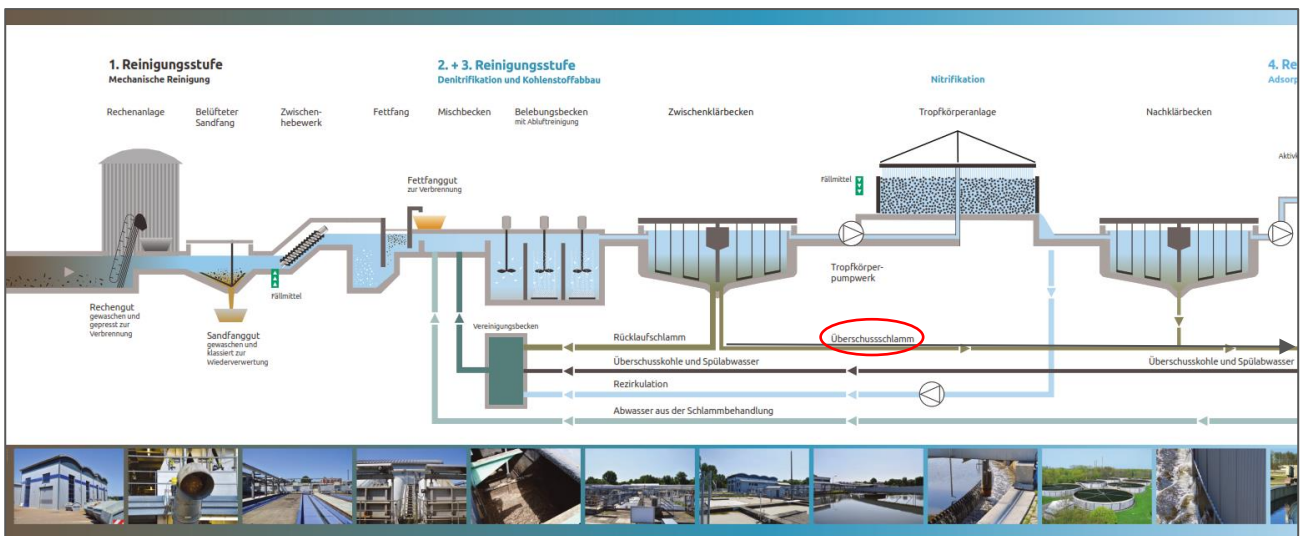


Abb. 4 Auszug Schaubild Abwasserreinigung (vierte Reinigungsstufe ist zur besseren Darstellung rechts abgeschnitten)

Das Abwasser durchläuft nacheinander mehrere Reinigungsstufen, bei denen jeweils unterschiedliche mechanische oder biologische Reinigungsprozesse stattfinden. Hierbei setzen sich in verschiedenen Becken die im Wasser enthaltenen Feststoffe am Boden ab. Diese abgesetzte Menge ist der sogenannte Klärschlamm. Ein Teil dieses Schlammes wird im Kreislauf gehalten, da die darin enthaltenen Bakterien ein wichtiger Bestandteil der biologischen Reinigungsstufe sind. Der überschüssige Teil (Überschussschlamm in Abb. 4 rot markiert) muss jedoch kontinuierlich aus dem System entnommen werden.

Bislang wird der Klärschlamm aus den verschiedenen Becken der Abwasserreinigung abgezogen und ohne Zwischenspeichermöglichkeit direkt zur weiteren Behandlung in die Schlammmentwässerung geschickt. Nach der Entwässerung erfolgt unmittelbar die thermische Verwertung. Abwasserreinigung und Klärschlammbehandlung arbeiten somit im Gleichtakt und sind starr miteinander gekoppelt. Störungen in einem Bereich wirken sich kurzfristig auch auf den anderen Bereich aus.

Die Faulungsanlage wäre verfahrenstechnisch zwischen diesen beiden Hauptprozessen der Kläranlage verortet. Der Überschussschlamm durchläuft künftig zuerst die Faulung, bevor dieser entwässert und verbrannt wird. Da der Klärschlamm über mehrere Wochen in den Faultürmen gespeichert werden kann, entsteht ein erhebliches Zwischenspeicherpotenzial, welches die Abwasserreinigung verfahrenstechnisch von der Schlammbehandlung entkoppelt.

Da der Schlammabzug aus der Abwasserreinigung somit vollkommen kontinuierlich bleibt, könnte das Klärwerk auch in extremen Belastungssituationen, wie beispielsweise bei Starkregenereignissen, deutlich stabiler, sicherer und flexibler betrieben werden.

Handlungsfeld Klärschlammbehandlung

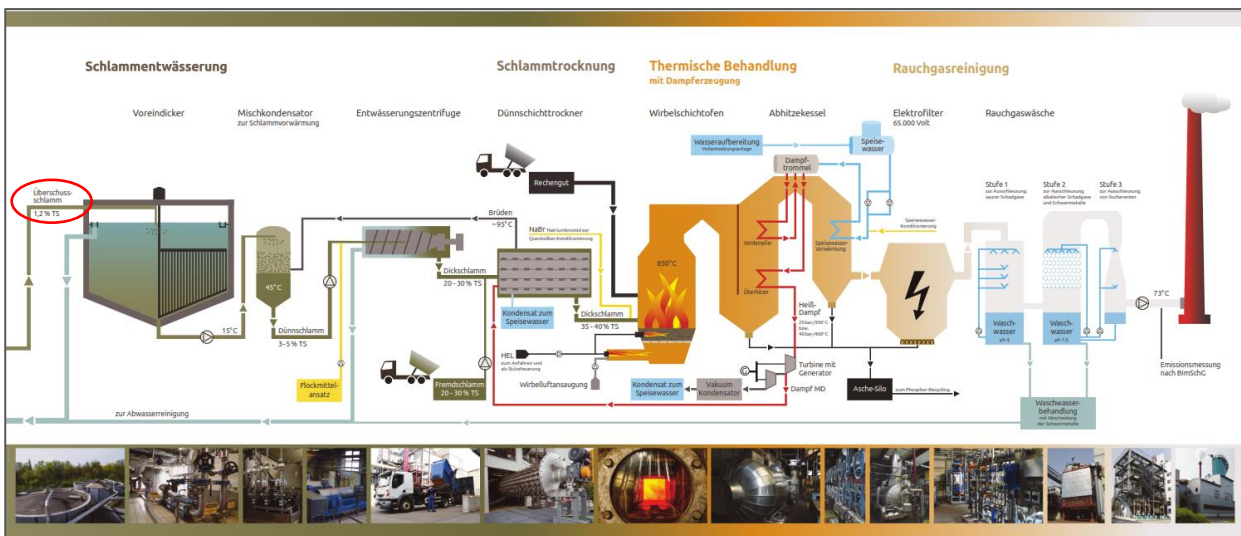


Abb. 5 Schaubild Klärschlammbehandlung

Die aktuelle Klärschlammbehandlung umfasst die Schlammmentwässerung, Schlamm Trocknung und anschließend eine thermische Verwertung über zwei Verbrennungslinien. Im Regelbetrieb läuft kontinuierlich eine Verbrennungslinie, während die zweite für Revisionsarbeiten bereitsteht oder gewartet wird.

Tritt eine unvorhergesehene Störung an einer Verbrennungslinie auf, während die zweite Linie wegen geplanter Wartungsarbeiten blockiert ist, muss derzeit unverzüglich eine externe spezialisierte Entsorgungsfirma beauftragt werden, da der Klärschlamm kontinuierlich aus der Abwasserreinigung entnommen werden muss und nicht zwischengespeichert werden kann. Die Entsorgungsfirma muss den Klärschlamm kostenintensiv mittels mobiler Anlagen vorentwässern und zur Verwertung in einer externen Verbrennungsanlage abtransportieren.

Diese Notfalleinsätze verursachen hohe Kosten und gehen mit einem hohen umweltrechtlichen Risiko einher, da nur wenig Zeit bleibt eine mobile Entwässerung einzurichten.

Die zukünftige Speicherkapazität der neuen Faultürme würde diese kritische Abhängigkeit auflösen. Der Schlamm könnte bei Störungen wochenlang im System gespeichert und nach der erfolgreichen Instandsetzung der Verbrennungsanlagen zeitversetzt verwertet werden. Dies garantiert maximale Flexibilität im Krisenfall.

Auch bei der Planung von Wartungen und Revisionen ermöglicht das Zwischenspeicherungspotential eine deutlich flexiblere Planung, da nicht permanent das Notfallszenario eines Ausfalls der anderen Verbrennungslinie berücksichtigt werden muss.

Kurzbeschreibung Faulungsverfahren

Maschinelle Überschussschlammeindickung (MÜSE)

Der Überschussschlamm aus der Abwasserreinigung besitzt zunächst einen sehr hohen Wasseranteil. Um diesen zu reduzieren, durchläuft der Rohschlamm zuerst den Verfahrensschritt der maschinellen Überschussschlammeindickung (MÜSE).

Dem Überschussschlamm wird zunächst über eine Dosierstation ein Flockungshilfsmittel (organische Polymere) beigemischt. Dadurch lagern sich die Schlammpartikel zusammen, sodass das ungebundene Wasser mechanisch durch Zentrifugen abgetrennt werden kann. Anschließend wird der Schlamm zerkleinert und gesiebt, damit im weiteren Prozess Verstopfungen vermieden werden.

Anaerobe Abbau in den Faultürmen

Der eingedickte Schlamm wird kontinuierlich in die vier neuen Faultürme gefördert. Hier findet der eigentliche biologische Stabilisierungsprozess unter vollständigem Ausschluss von Sauerstoff (anaerob) statt.

Die Anlage muss in einem bestimmten Temperaturbereich bei ca. 35 °C betrieben werden. Die Einhaltung der Temperatur ist essenziell für die Aktivität der Bakterienstämme und beeinflusst somit direkt die Effizienz der Klärgasgewinnung. Die Beheizung erfolgt über die Abwärme der Blockheizkraftwerke. Je nach Betriebsweise verweilt der Klärschlamm zwischen 12 und 22 Tagen in den Faultürmen.

Zur Vermeidung von Ablagerungen und zur weiteren Effizienzsteigerung im Klärgasertrag, muss der Klärschlamm über ein Umwälzsystem regelmäßig durchmischt werden.

Faulschlammentgasung, Entwässerung und thermische Verwertung

Nach dem Erreichen des angestrebten Abbaugrades verlässt der stabilisierte Schlamm die Faultürme. Dieser durchläuft anschließend die Faulschlammentgasung. Dabei werden noch vorhandene Restbestandteile des Faulgases dem ausgefaulten Schlamm entzogen. Durch die Maßnahme können Treibhausgasemissionen durch Methangas verringert werden. Der ausgefaulte Schlamm wird anschließend zurück an den Bestand zur Schlammmentwässerung und thermischen Verwertung geschickt.

Gasaufbereitung, Speicherung und die Energiezentrale (BHKW)

Das in den Faultürmen aufgefangene Klärgas wird aufbereitet und anschließend in zwei redundanten Gasbehältern mit einem Fassungsvermögen von jeweils 3.000 m³ zwischengespeichert. Das Klärgas kann anschließend über Blockheizkraftwerke in Strom und Wärmeenergie umgewandelt werden.

Konzeptionelle Darstellung der baulichen Anlagen

Standort



Abb. 6 Lagebild SBZ_FAU: Schlammbehandlungszentrum Faulung

Im Zuge der Planung wurden fünf mögliche Standorte für den Neubau der Faulungsanlage auf der Kläranlage untersucht. Nach Abwägung der Vor- und Nachteile soll die Faulungsanlage in unmittelbarer Nähe zu den bestehenden Verbrennungslinien 1 und 2 errichtet werden, da dieser Standort die beste Anbindung an die bestehende Infrastruktur bietet und gleichzeitig kurze Wege zwischen den Anlagen ermöglicht.

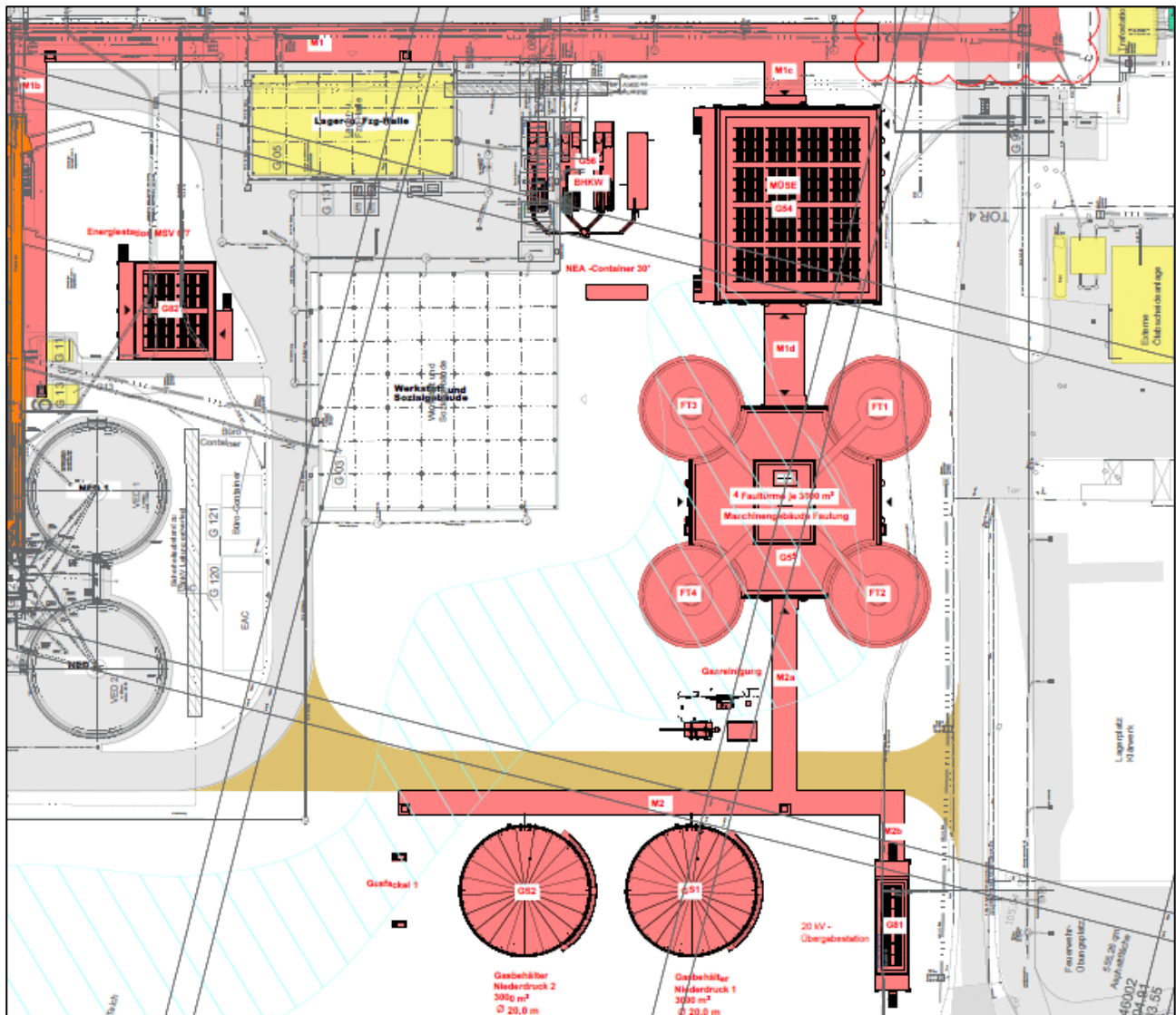


Abb. 7 konzeptionelle Anordnung Faulungsanlage

Das geplante Anlagenlayout stellt sich auf dem obigen Lageplan (Abb.7) wie folgt dar:

- Im oberen Bildrand verläuft horizontal der zentrale Medienkanal. Direkt darunter schließt sich das MÜSE-Gebäude (Maschinelle Überschussschlammeindickung) an.
- Mittig verortet ist das neue Technikgebäude, flankiert von vier Faultürmen
- Direkt links neben dem MÜSE-Gebäude befindet sich die neue „Energiezentrale“ mit modular aufgebauten Blockheizkraftwerken (BHKW). Am linken äußeren Rand sind die erneuerten Energiestationen MSV 6 und MSV 7 platziert.
- Im unteren Bildrand von links nach rechts sind hier die Sicherheits-Gasfackel, zwei runde Gasspeicher, sowie die neue 20kV-Übergabestation angeordnet.

Medienkanal

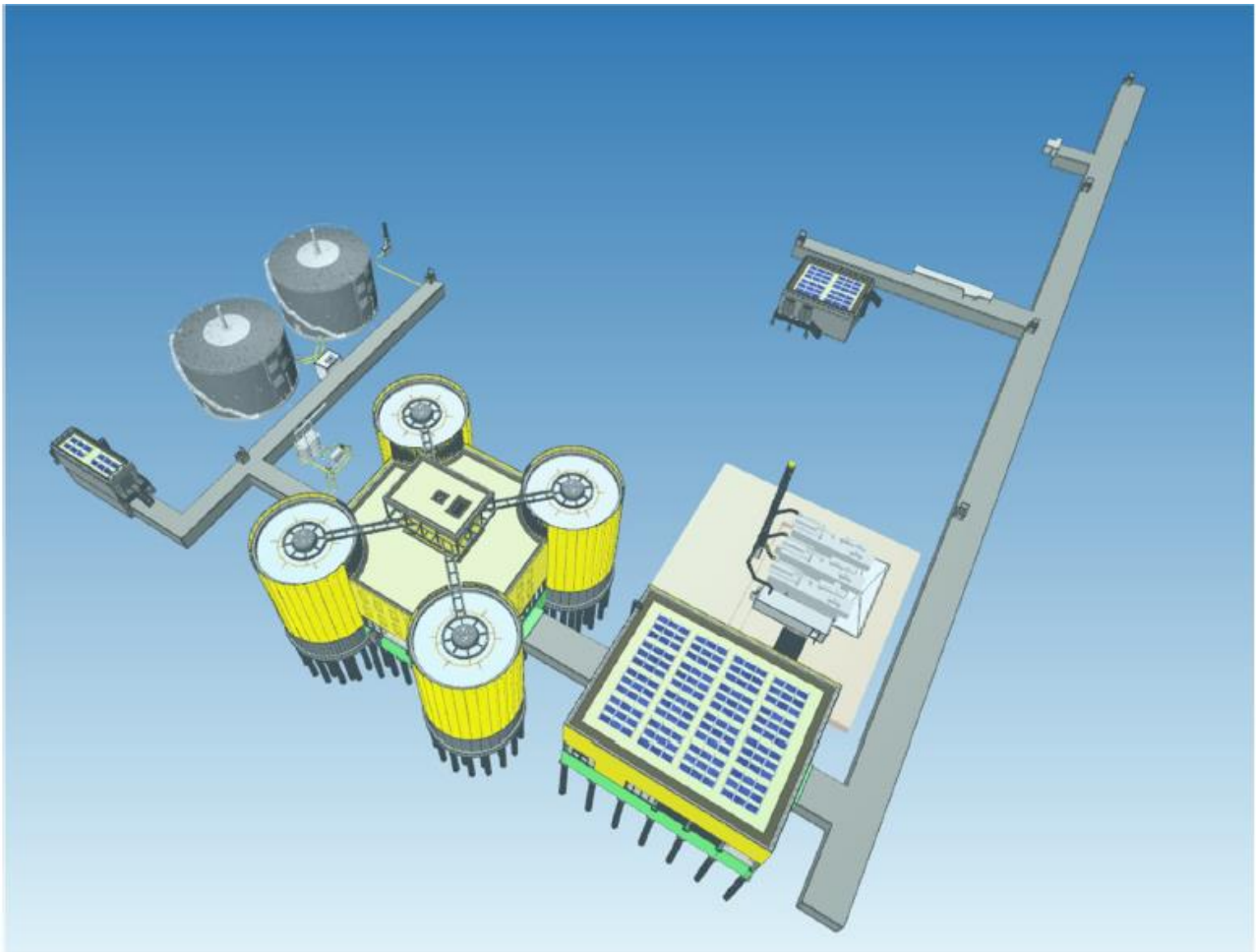


Abb. 8 Medienkanal, MÜSE, Technikgebäude u. Faultürme, Gasspeicher, 20kV-Übergabestation, Energiezentrale mit BHKW, MSV 6 u. 7

Auf der Abbildung sind die baulichen Anlagen der Faulungsanlage konzeptionell dargestellt. Der unterirdische Medienkanal (hier rechts in der Abbildung) fungiert als das zentrale logistische Bindeglied des gesamten Projekts. Seine Hauptaufgabe ist es, die neuen Komponenten der Faulungsanlage miteinander zu vernetzen und gleichzeitig die Schnittstelle zum bestehenden Klärwerk (Abwasserreinigung und Schlammbehandlung) herzustellen. Im Medienkanal werden voraussichtlich die folgenden Leitungen verlaufen.

- Schlammleitungen: Transport von Überschussschlamm und ausgefaultem Schlamm
- Gasleitungen: Transfer des Klärgases von den Faultürmen über die Gasreinigung und Speicher bis zur Energiezentrale (BHKW).
- Thermische Leitungen: Rohrleitungssysteme für das Heizwasser, um die Abwärme des BHKW zur Beheizung der Faultürme zu transportieren. Über eine Leitung wird auch Überschusswärme an das System der Verbrennung gebracht, sodass darüber auch bestehende Gebäude versorgt werden können, wenn die Verbrennungslinie keine Wärme liefert.
- Elektrische Infrastruktur: Starkstrom- und Steuerleitungen zur Anbindung an die neuen Energiestationen (MSV 6/7) und die 20-kV-Übergabestation.

MÜSE – Gebäude (Maschinelle Überschussschlammeindickung)



Abb. 9 MÜSE (Maschinelle Überschussschlammeindickung)

Der erste Verfahrensschritt in der Faulungsanlage umfasst die maschinelle Eindickung des aus der Abwasserreinigung entnommenen Überschussschlammes. Der Überschussschlamm hat anfangs noch einen sehr hohen Wasseranteil und muss bevor dieser in die Faultürme geleitet werden kann entsprechend vorbehandelt werden.

Das Gebäude beinhaltet hierfür folgende Technische Anlagen:

- Drei Dekanterzentrifugen zur Entwässerung des Überschussschlammes,
- dazugehörige Peripherie wie Förderpumpen und Vorlagebehälter für Überschussschlamm und Dickschlamm
- Polymerdosierung,
- Siebung und Zerkleinerung
- Trafostation und Schalträume

Das Bauwerk muss über ausreichend Platz verfügen, um Wartungen an den Dekanterzentrifugen zu ermöglichen.

Das Gebäude ist im Abstand von ca. 10 m östlich der Faulung platziert. Das Dach hat eine Fläche von 680 m² und könnte für Photovoltaik genutzt werden.

Technikgebäude mit Faultürmen

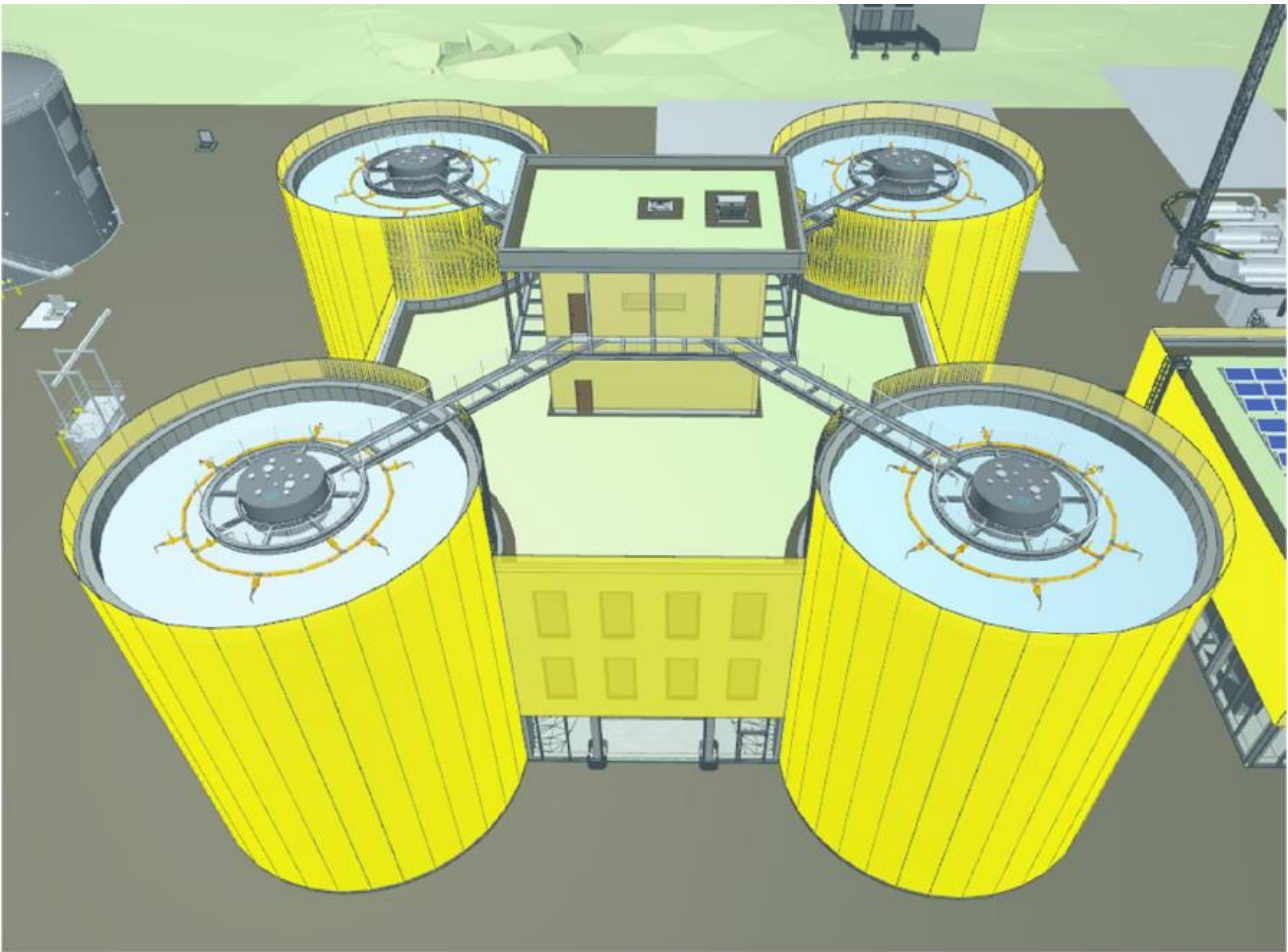


Abb. 10 Technikgebäude Faulung und Faultürme

Das bauliche und funktionale Zentrum des neuen Schlammbehandlungszentrums bildet das zentral angeordnete Technikgebäude, welches von vier zylinderförmigen Faultürmen flankiert wird. Jeder Faulturm besitzt ein Fassungsvermögen von 3.000 m³.

Das vierstöckige Technikgebäude fungiert als das physische und technologische Herzstück der Gesamtanlage. Es bündelt die komplette maschinen-, verfahrens- und elektrotechnische Infrastruktur, die für den Betrieb der anaeroben Faulungsanlage zwingend erforderlich ist.

Dies umfasst beispielsweise Pumpen, Gasverdichter, Wärmetauscher zur Temperierung des Faulschlammes, sowie Schaltschränke und Prozessleittechnik.

Die vertikale Erschließung der Stockwerke und der Faulturmdächer erfolgt über ein zentrales Treppenhaus mit Aufzug.