STADT
HERZOGENAURACH

Kläranlage Herzogenaurach – Sachstandsbericht Oktober 2021

Inhalt

1. Allgemeine Grundlagen zu Ausbaugröße und Betrieb

2. Ausblick auf zukünftige Anforderungen

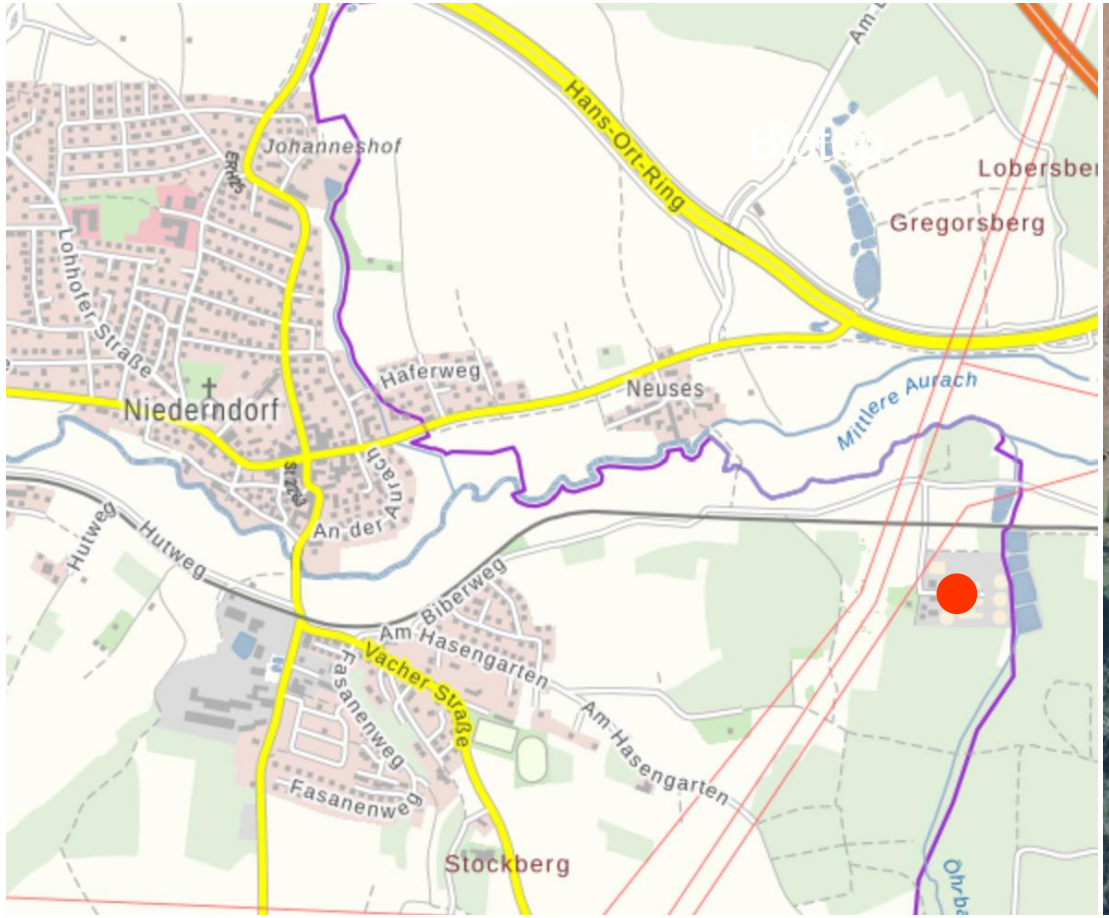
3. Sachstand der energetischen Optimierung

4. Vorstellung der erforderlichen Maßnahmen
   a.) Unterhalt
   b.) Optimierung und Sicherstellung des Betriebes
   c.) Klärschlammtrocknung

5. Empfohlene weitere Schritte

Allgemeine Grundlagen zu Ausbaugröße und Betrieb

Lage


Hans-Ort-Ring
Johanneshof
Lobersber
Gregorsberg
Lohhofer Straße
Niederndorf
Haferweg
Neuses
Mittlere Aurach
An der Aurach
Hutweg
Hutweg
Biberweg
Am Hasengarten
Vacher Straße
Fasanenweg
Am Hasengarten
Fasanenweg
Stockberg

Kennwerte

- Kläranlage ist aktuell ausgelegt für eine Fracht
  von 65.000 EW_{60} bzw. 3.900 kg BSB5-Fracht je Tag.
  Achtung: EW-Wert Kläranlage weicht von tatsächlich angeschlossenen Einwohnern ab!
- Kläranlage der Größenklasse 4 nach Abwasserverordnung.
- Wasserrechtsbescheid gültig bis zum 31.10.2028.
- Aktueller Auslastungsgrad rund 71% (mittlere Belastung).
- Aktueller Auslastungsgrad rund 85% (Groche-Wert).
- Fremdwasseranteil aktuell bei rund 24,3% (kleiner 25%).
- Zulaufmenge im Trockenwetterfall 180 Liter/Sekunde (gemäß Bescheid).
- Zulaufmenge im Regenwetterfall 400 Liter/Sekunde (gemäß Bescheid).
- Störfallbecken im Zulauf dient als Speicherbecken (ohne Einleitung ins Gewässer).
- Stromverbrauch 2020: 1.367.061 kWh.
- Gasanfall Faulgas 2020: 327.376 m^3.
- Erzeugter Strom 2020: 450.952 kWh (Strom).
- Alle angeführten Kennwerte aus Wasserrechtsbescheid bzw. Jahresbericht 2020.
- Installierte Photovoltaikleistung: 9,8 kWp; Ausbau um weitere ca. 30 kWp geplant,
  Nutzung aller geeigneten Dachflächen. Freiflächenanlagen befinden sich noch in Prüfung.

Betriebszustand

- Zur Sicherstellung des Zulaufes (400 l/s) sind eine Zulaufmessung sowie ein Störfallpumpwerk nachzurüsten.
- Die Entwässerung der Oberflächen auf der Anlage muss teilweise optimiert werden.
- Das bestehende Blockheizkraftwerk (BHKW) läuft altersbedingt an der Verschleißgrenze.
- Auflagen des DGUV (Ergänzung von Absturzsicherungen) wurden bereits umgesetzt.
- Die Forderung der Feuerwehr, einen Löschwasserbehälter zu ergänzen, befindet sich aktuell in der Umsetzung.
- Zur Energetischen Optimierung wird derzeit eine Potentialstudie durchgeführt.
- Die Planungen zur Errichtung einer Klärschlammtrocknung sind nahezu abgeschlossen.

Ausblick auf zukünftige Anforderungen

Phosphorrückgewinnung

- Mit Inkrafttreten der Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung (AbfKlärV) am 3. Oktober 2017 hat das Gebot zur Phosphorrückgewinnung Rechtsverbindlichkeit erhalten. Bis zum Jahr 2029 müssen Betreiber von Kläranlagen mit über 100.000 Einwohnergleichwerten (EW) (und die Betreiber von Klärschlammverbrennungsanlagen) die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm, beziehungsweise der Klärschlammasche sicherstellen. Ab dem Jahr 2032 gilt dies auch für Kläranlagen (wie Herzogenaurach) mit über 50.000 EW.

- Aktuell ist keine serienreife Technik vorhanden, welche die P-Rückgewinnung aus der Klärschlammasche gewährleisten kann. Die AbfKlärV enthält aus vorgenannten Gründen auch Möglichkeiten zur Deponierung von Klärschlammasche bis zum Vorliegen einer geeigneten technischen Lösung.

- In der Forschung gibt es aktuell auch Ansätze (im Anfangsstadium) über eine Rückgewinnung des Phosphors aus dem Nassschlamm.

- Die Phosphorrückgewinnung aus der Klärschlammasche muss bei zukünftigen Entsorgungswegen zwingend beachtet werden.

- Der Platzbedarf für die Nachrüstung einer Pyrolyse-Anlage zur Verbrennung des getrockneten Klärschlamms wurde bei den Planungen berücksichtigt.

Vierte Reinigungsstufe - Allgemein

- Das gereinigte Abwasser konventioneller kommunaler Kläranlagen enthält eine Restbelastung organischer Verbindungen künstlichen Ursprungs. Solche „anthropogenen Spurenstoffe“ können dann in sehr geringen Konzentrationen in Gewässern nachgewiesen werden. Sie stammen zum Beispiel aus dem Gebrauch von Haushalts- und Industriechemikalien, Wasch- und Reinigungsmitteln oder der Anwendung von Arznei- und Pflanzenschutzmitteln. Wegen ihrer Stabilität werden sie in Kläranlagen nur teilweise abgebaut. Manche dieser Stoffe können Auswirkungen auf Gewässerorganismen oder die Trinkwassergewinnung haben.

- Studien haben aufgezeigt, dass bei Kläranlagen „nach Stand der Technik“ sowohl die anthropogenen Spurenstoffe als auch Mikroplastik zu ca. 95% abgebaut werden. In Herzogenaurach dürfte dieser Abbaugrad bedingt durch den vorhandenen Sandfilter noch etwas höher ausfallen.

- In Bayern wird seitens des STMUV aktuell ein Stufenplan mit Ermittlung der Gewässerbelastungen und Festlegung von Kriterien für die Auswahl ausbaurelevanter Kläranlagen festgelegt.

- <u>Eine rechtliche Verpflichtung zur Umsetzung der vierten Reinigungsstufe existiert aktuell nicht und ist nach Aussagen der Wasserwirtschaftsbehörden auf absehbare Zeit auch nicht geplant.</u>

Vierte Reinigungsstufe - Herzogenaurach

- Im erstellten Stufenplan des STMUV wird die Kläranlage Herzogenaurach als ausbaurelevant für die vierte Reinigungsstufe eingeordnet. Hierbei geht das Ministerium von geschätzten Investitionskosten in Höhe von 7,2 Millionen Euro aus. Aussagen hinsichtlich Betrieb und Unterhalt liegen bisher nicht vor.

- Nach Abschluss des Stufenplans sind Gespräche zwischen den Wasserwirtschaftsbehörden und den betroffenen Kläranlagenbetreibern geplant. Nach aktuellem Stand werden diese Termine im Laufe des Jahres 2022 stattfinden.

- Seitens des Staatsministeriums gibt es erste Überlegungen die Nachrüstungen bei relevanten Anlagen über ein Sonderförderprogramm der RZWas (Richtlinien für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben) zu finanzieren.

- Die bisher auf Pilotanlagen eingesetzten Technologien sind sehr kostenintensiv hinsichtlich Anschaffung und Betrieb. Der energetische Aspekt muss in diesem Zusammenhang ebenfalls beachtet werden. Mehrere Studien der letzten Jahre gehen von einer durchschnittlichen Erhöhung des Abwasserpreises zwischen 17% und 25% bei Einführung der vierten Reinigungsstufe aus.

Sachstand der energetischen Optimierung

Potentialanalyse

- Im Zuge der aktuell in Bearbeitung befindlichen Potentialanalyse wird eine Simulation der Kläranlage mit den bestehenden Betriebszuständen erstellt. Anhand des Simulationsmodells können dann energetische und betriebliche Einsparmöglichkeiten geprüft und erarbeitet werden. Die Arbeiten zur Erstellung der Potentialanalyse werden über die Kommunalrichtlinie gefördert.

- Die Datengrundlage der letzten drei Jahre wurde bereits ausgewertet. Mit einem kompletten Abschluss der Analyse wird im ersten Halbjahr 2022 gerechnet.

			2018	2019	2020
Einwohnerwert bezogen auf 120gCSB/(EW*d) [Zulauf KA]	EW_{CSB}	EW	52.216	51.138	45.805
Stromverbrauch gesamt	E_{ges}	kWh/a	1.477.377	1.437.978	1.367.264
Spezifische Gesamtstromverbrauch	e_{ges}	kWh/(E*a)	28,3	28,1	29,8
Stromverbrauch Belüftung Belebungsbecken	E_{Bel}	kWh/a	393.499	401.404	386.433
spez. Stromverbrauch d. Belüftung	e_{Bel}	kWh/(E*a)	7,5	7,8	8,4
Jahresmittelwert d. Faulgasproduktion (normiert auf 0°C und 1013mbar)	Q_{FG}	m^3_N/a	265.307	307.696	327.376
spez. Faulgasproduktion	$e_{FG,1}$	$l_N/(E*d)$	13,9	16,5	19,6
Jahresverbrauch des Faulgases für die KWK-Anlage*	$Q_{FG,KWK}$	m^3_N/a	153.051	132.143	167.052
elektrische Wirkungsgrad KWK	$\eta_{el,KWK}$*	%	43,6	43,5	42,2
Jahresproduktion Strom aus KWK-Anlagen bzw. Direktantrieb von Aggregaten	E_{KWK}	kWh_{el}/a	427.509	367.898	451.155
Eigenversorgungsgrad Elektrizität	V_E	%	28,9	25,6	33,0

Zwischenergebnisse energetische Optimierung

- Die aktuell installierten Gebläse als einer der größten Stromverbraucher sind zu groß dimensioniert. Die genauen Optimierungen sind nach Abschluss der Potentialstudie festzulegen.

- Alle geeigneten Dachflächen werden im Zuge der Optimierungsarbeiten mit PV-Anlagen nachgerüstet. Die Installation von Freiflächenanlagen wird ebenfalls geprüft.

- Das bestehende Blockheizkraftwerk muss unter Berücksichtigung des anfallenden Faulgases ertüchtigt werden. Die finale Auslegung sowie die Abwägung zwischen Blockheizkraftwerk oder Microgasturbine kann erst nach Abschluss der Potentialstudie mit Prognose des zukünftigen Faulgasanfalls erfolgen. Die optimale CO_2-Bilanz ergibt sich bei passender Abwägung zwischen Gasanfall, Wärmebedarf und möglicher Stromerzeugung.

- Die erforderliche Wärme der neuen Trocknungsanlage sollte über eine Microgasturbine erzeugt werden. Die Wärmeerzeugung kann hierdurch unter Berücksichtigung der CO_2-Bilanz als auch der sich ergebenden Betriebszustände energetisch effektiver ausgeführt werden.

- Mittelfristig ist nach den aktuellen Ergebnissen von Pilotanlagen zur Reduzierung des Gaszukaufes die Verbrennung des Klärschlamms vor Ort mittels Pyrolyse anzustreben. Hierdurch kann der Energieverbrauch der Trocknungsanlage um bis zu 90% reduziert werden.

Geplante zukünftige Wärmeerzeugung

- Die anfallende Abwärme der Trocknungsanlage an die Umgebungsluft soll nach den aktuellen Planungen mittels einer Wärmepumpe zur Beheizung des Betriebsgebäudes sowie zur Warmwasserherstellung genutzt werden.

- Die Wärmeerzeugung für die neue Trocknungsanlage erfolgt über eine neu zu installierende Gasturbine mit wesentlich wirtschaftlicherem Betrieb (Wartung, Laufzeiten etc.) als auch besserer CO_2-Bilanz.

- Die zukünftige Beheizung des Faulturms ist von den Ergebnissen der Potentialstudie mit Analyse des zukünftigen Anfalls von Faulgas abhängig. Hierbei ist eine Entscheidung zwischen Gasturbine und Blockheizkraftwerk bei Berücksichtigung von Gasanfall, Wärmebedarf und möglicher Stromerzeugung zu treffen.

Vorstellung der erforderlichen Maßnahmen

Unterhaltsarbeiten - Übersicht

- Ertüchtigung Blockheizkraftwerk wie vor beschrieben
- Nachrüstung der Absturzsicherungen gemäß Forderung des DGUV (bereits umgesetzt)
- Wartung der Trafostation (Eigentum der Stadt Herzogenaurach)
- Erneuerung der Austragsschnecke der Zentrifuge
- Anpassung der Wärmeerzeugung für das Betriebsgebäude mit Auftrennung der bisherigen Verteilung und Erneuerung der Wärmeverteilung.
- Entflechtung der Entwässerung auf dem Kläranlagengelände zur Sicherstellung des Kläranlagendurchflusses von 400 Liter/Sekunde
- Vervollständigung und Anpassung von Betriebsanweisung, Brand- und Ex-Schutzdokumenten (bereits in Bearbeitung und Großteils abgeschlossen).

Unterhaltsarbeiten - Kosten

• Ertüchtigung Blockheizkraftwerk	-	300.000,- € brutto	(Kostenschätzung)
• Nachrüstung der Absturzsicherungen	-	204.000,- € brutto	(Kostenfeststellung)
• Wartung der Trafostation	-	90.000,- € brutto	(Kostenschätzung)
• Erneuerung der Austragsschnecke	-	60.000,- € brutto	(Kostenschätzung)
• Anpassung der Wärmeerzeugung	-	120.000,- € brutto	(Kostenschätzung)
• Entflechtung der Entwässerung	-	765.600,- € brutto	(Kostenberechnung)
• Vervollständigung Berechnungen	-	50.000,- € brutto	(Kostenschätzung)
• **Gesamtsumme Unterhalt inklusive Nebenkosten**		**1.589.600 € brutto**	

Optimierung und Sicherstellung des Betriebes - Übersicht

- Errichtung Löschwasserbehälter im Zufahrtsbereich
- Optimierung des Zulaufes mittels Wartungspumpwerk
- Nachrüstung einer Zulaufmessung
- Erstellung von Lager und Abstellflächen im Zuge Neubau Trocknungsanlage
- PV-Anlage
- Ertüchtigung Gebläse

Sicherstellung Betrieb - Kosten

• Ertüchtigung Löschwasserbehälter	-	546.000,- € brutto	(Kostenanschlag)
• Wartungspumpwerk	-	497.640,- € brutto	(Kostenberechnung)
• Zulaufmessung	-	419.640,- € brutto	(Kostenberechnung)
• Erstellung Lager- und Abstellflächen	-	235.500,- € brutto	(Kostenberechnung)
• PV-Anlage	-	100.000,- € brutto	(Kostenschätzung)
• Ertüchtigung Gebläse	-	175.000,- € brutto	(Kostenschätzung)

- **Gesamtsumme Betrieb inklusive Nebenkosten 1.973.780 € brutto**

Trocknungsanlage - Übersicht

- Tiefbauarbeiten mit Zuleitung Gas, Media und Wasser
- Technische Ausrüstung mit Gasturbine und Trocknungsofen
- Hallenneubau anteilig
- Anpassung und Anbindung der Wärmeerzeugung
- Umlegung der bestehenden Mittelspannungsleitung

Trocknungsanlage - Kosten

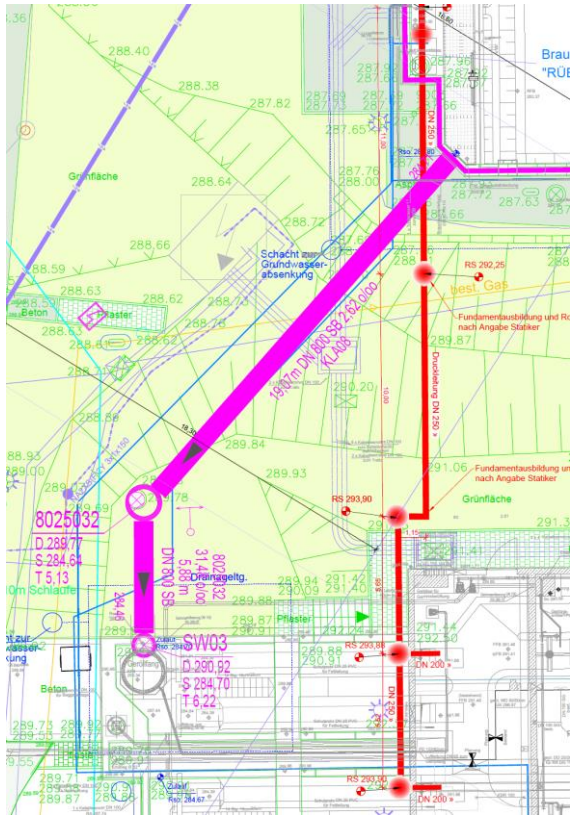
• Tiefbauarbeiten Zuleitungen	-	559.800,- € brutto	(Kostenberechnung)
• Technische Ausrüstung	-	1.368.000,- € brutto	(Kostenberechnung)
• Hallenneubau anteilig	-	235.500,- € brutto	(Kostenberechnung)
• Anpassung und Anbindung der Wärmeerzeugung	-	120.000,- € brutto	(Kostenschätzung)
• Umlegung Mittelspannung	-	60.000,- € brutto	(Kostenschätzung)
• **Gesamtsumme Trocknung inklusive Nebenkosten**		**2.343.300 € brutto**	

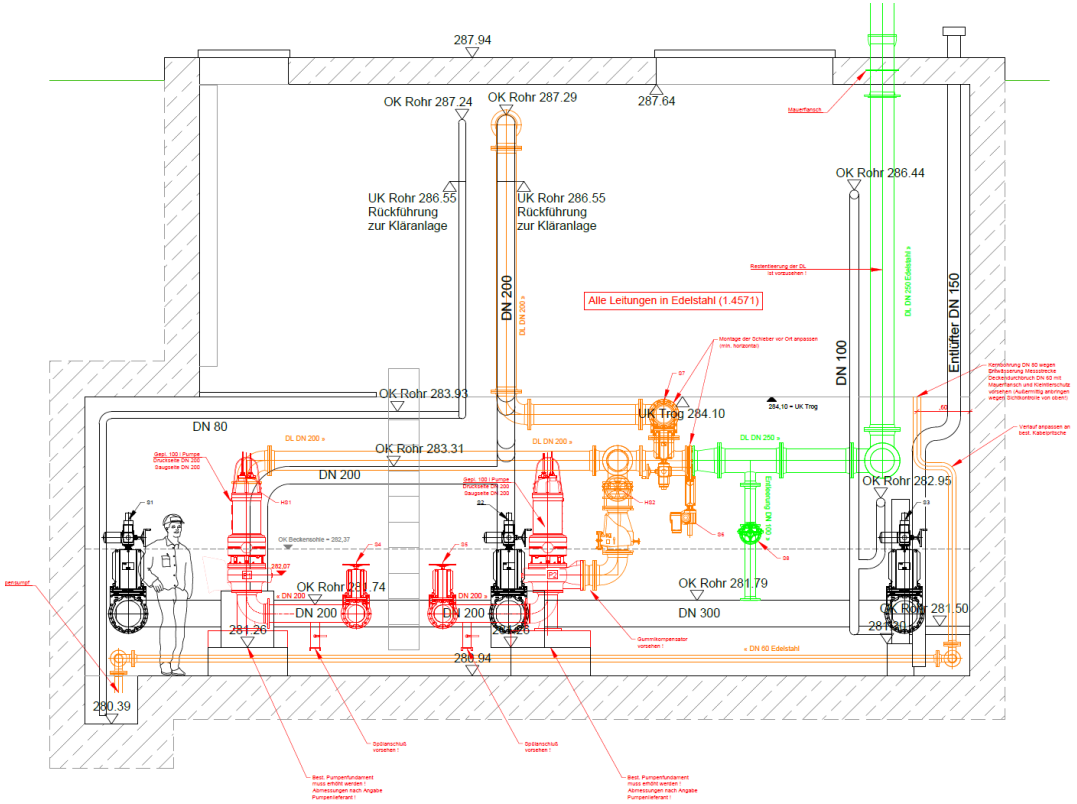
Aktueller Zeitplan - Bauarbeiten

- Trocknungsanlage mit Hochbauteil: Januar 2022 bis Dezember 2022
- Löschwasserbehälter: Oktober 2021 bis Februar 2022
- Zuführung Medien/Gas/Wasser: Januar 2022 bis Mai 2022
- Wartungs-Pumpwerk: Juni 2022 bis September 2022
- Zulaufmessung: August 2022 bis November 2022
- Anpassung Wärmeerzeugung: Mai 2022 bis November 2022
- Entflechtung Mischwasserkanal: Oktober 2021 bis Mai 2023 (3 Bauabschnitte)

Wartungspumpwerk

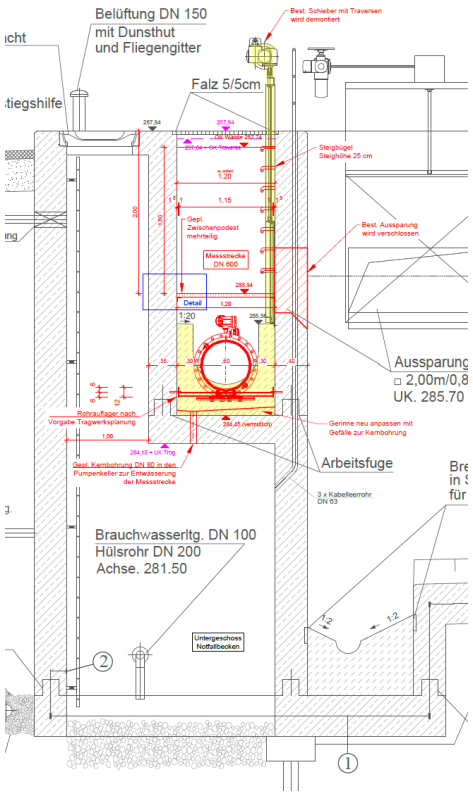
- Leistung 200 Liter/Sekunde.
- Sicherstellung des Trockenwetterzuflusses bei Wartung oder Ausfall der Schnecken.
- Regenerierung der Schnecken ist kurz- bis mittelfristig erforderlich.
- Nachrüstung der Pumpen in bestehendes Schachtbauwerk des Störfallbeckens.

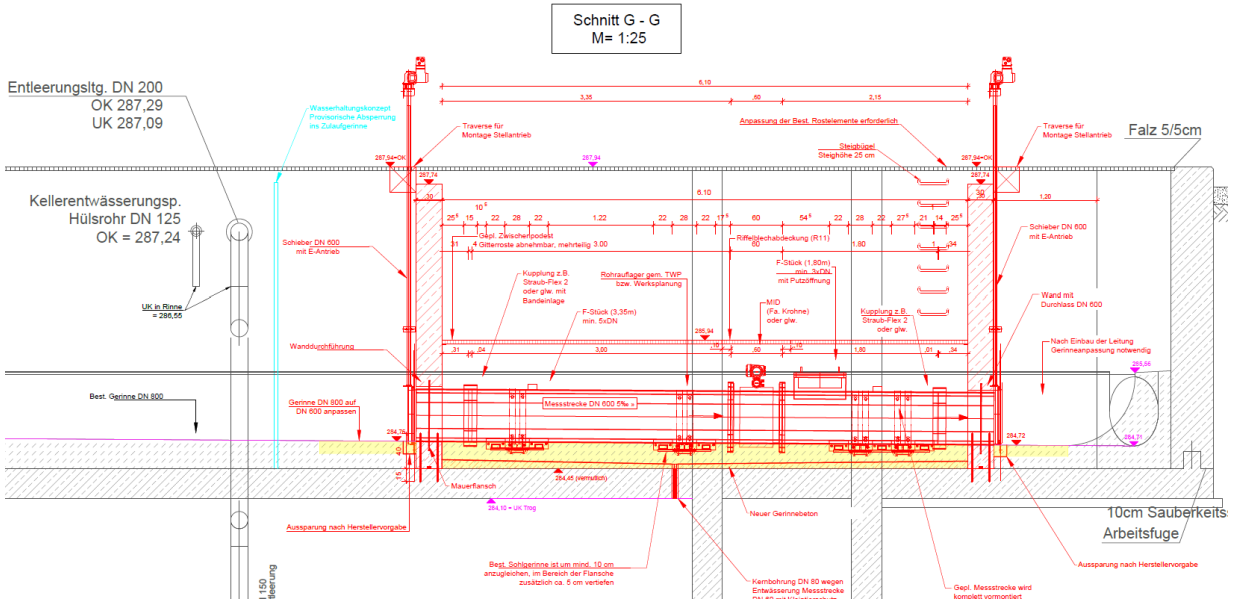




Zulaufmessung

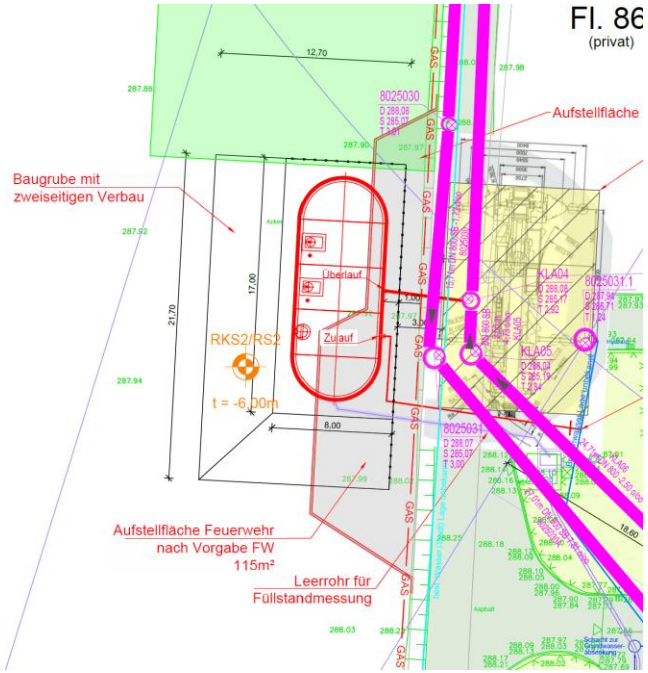
- Durch die neue Messung kann der Zulauf gemäß Bescheid sichergestellt werden.
- Vereinfachung des Betriebes durch geordnete Zulaufmenge
- Nachrüstung der Messung in bestehendes Zulaufgerinne des Störfallbeckens.

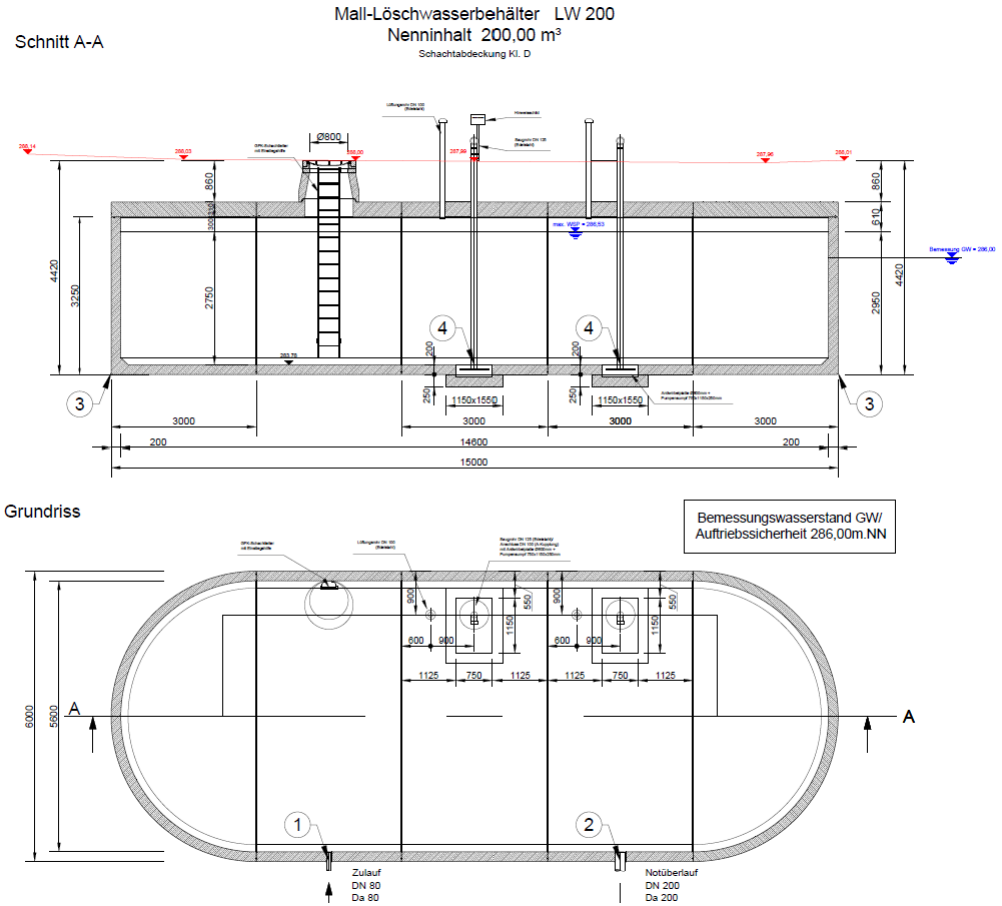




Löschwasserbehälter

- Alternative Lösungen der Verwaltung wurden von der Feuerwehr wiederholt abgelehnt.
- Diverse Hochspannungs-leitungen im Baufeld (110 kV und 380 kV)
- Durch die erforderlichen Oberflächenbefestigungen wird auch die Zufahrtsproblematik zur bestehenden Abwasserannahmestelle gelöst.
- Nenninhalt: 200 m³





Trocknungsanlage - Allgemeines

- Eine Mitverbrennung des Klärschlamms scheidet unter Berücksichtigung der Phosphorrückgewinnung mittelfristig aus. Eine Verbrennung des getrockneten Schlamms muss dann entweder vor Ort (Pyrolyse) oder in gesonderten Monoverbrennungsanlagen erfolgen.

- Bei der Trocknung des Schlamms gilt auch bei großen Trocknungsanlagen die strikte Trennung nach dem Ort der Entstehung. Eine Vermischung ist nach den gültigen Verordnungen nicht zulässig.

- Bei Trocknungsanlagen ohne Zertifizierung als Entsorger haftet der Betreiber der Kläranlage bis hin zur finalen Entsorgung des Klärschlamms.

- Die bisher entstandenen Trocknungsanlagen unterliegen hinsichtlich des Wärmebedarfs grundsätzlich den aktuell sehr stark gestiegenen Energiepreisen. Die Wärmeerzeugung mittels Blockheizkraftwerken zum Zwecke der Klärschlammtrocknung weißt zudem eine schlechtere CO_2-Bilanz als bei einer Wärmeerzeugung mittels Turbine auf.

- Aus vorgenannten Gründen wurde im Zuge der Planungen eine Trocknung des auf der KA Herzogenaurach anfallenden Klärschlamms vorerst ohne nachgeschaltete Pyrolyse berücksichtigt. Die Wärmeerzeugung erfolgt aus Gründen der Energieeffizienz sowie der CO_2-Bilanz mittels einer Gasturbine und nicht über einen Gasbrenner oder ein Blockheizkraftwerk.

Trocknungsanlage - Kennwerte

- Der Wärmedarf für die Trocknung von 1.800 to/a entwässertem Klärschlamm mit rd. 27% TS liegt bei rund 900.000 kWh (rd. 150kW*6.000h)

- Leistung der geplanten Microgasturbine: 150 KW. Verbrennung von Erd- und Faulgas möglich.

- Rund 200.000 m^3/Jahr Zukauf von Erdgas erforderlich. Stromproduktion hierdurch rd 390.000 kWh/Jahr.

- Abgasreinigung über Biofilter, flüchtiger Ammoniak wird über Zudosierung von Schwefelsäure gebunden. Abgasmenge rund 4.000 m^3/h.

- Getrockneter Schlamm wird pelletiert und in zwei Siloanlagen zur Weiterverwertung zwischengelagert.

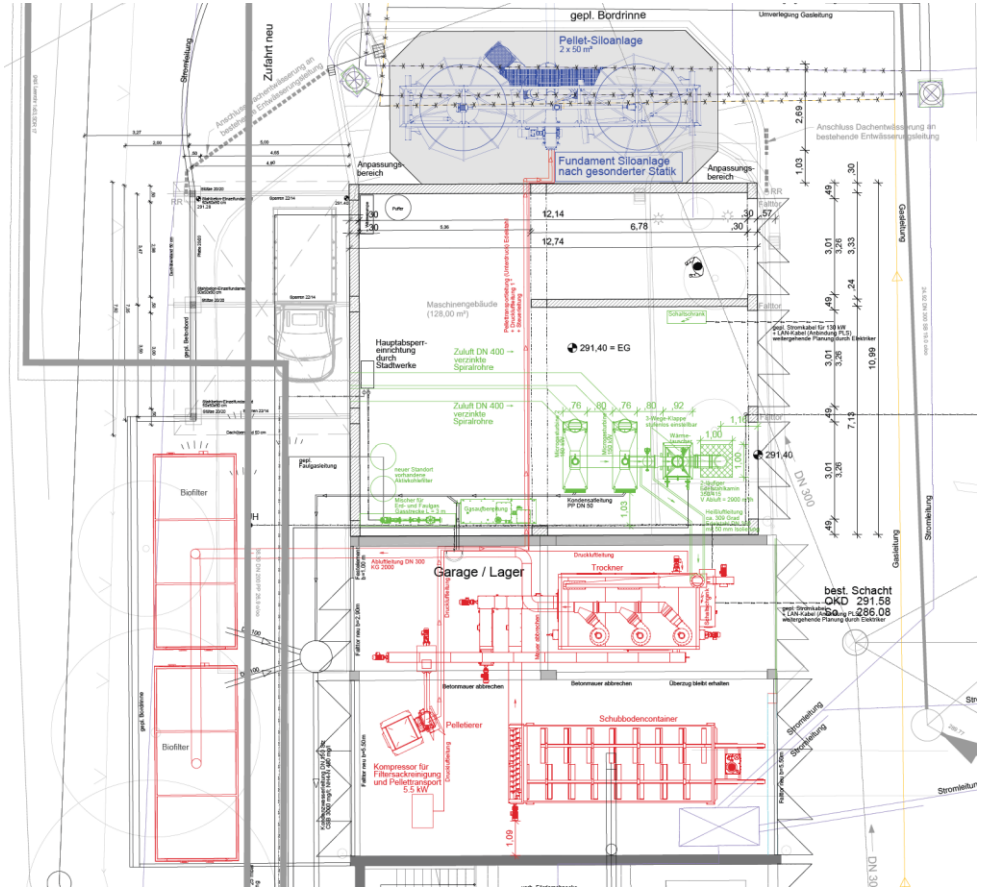
- Austragung der Pellets mittels Vakuumanlage, Zuführungen zur Trocknungsanlage mittels Schneckentransport. Austrag Trocknung rund 650 Tonnen/Jahr (Klärschlamm mit 90% TS).

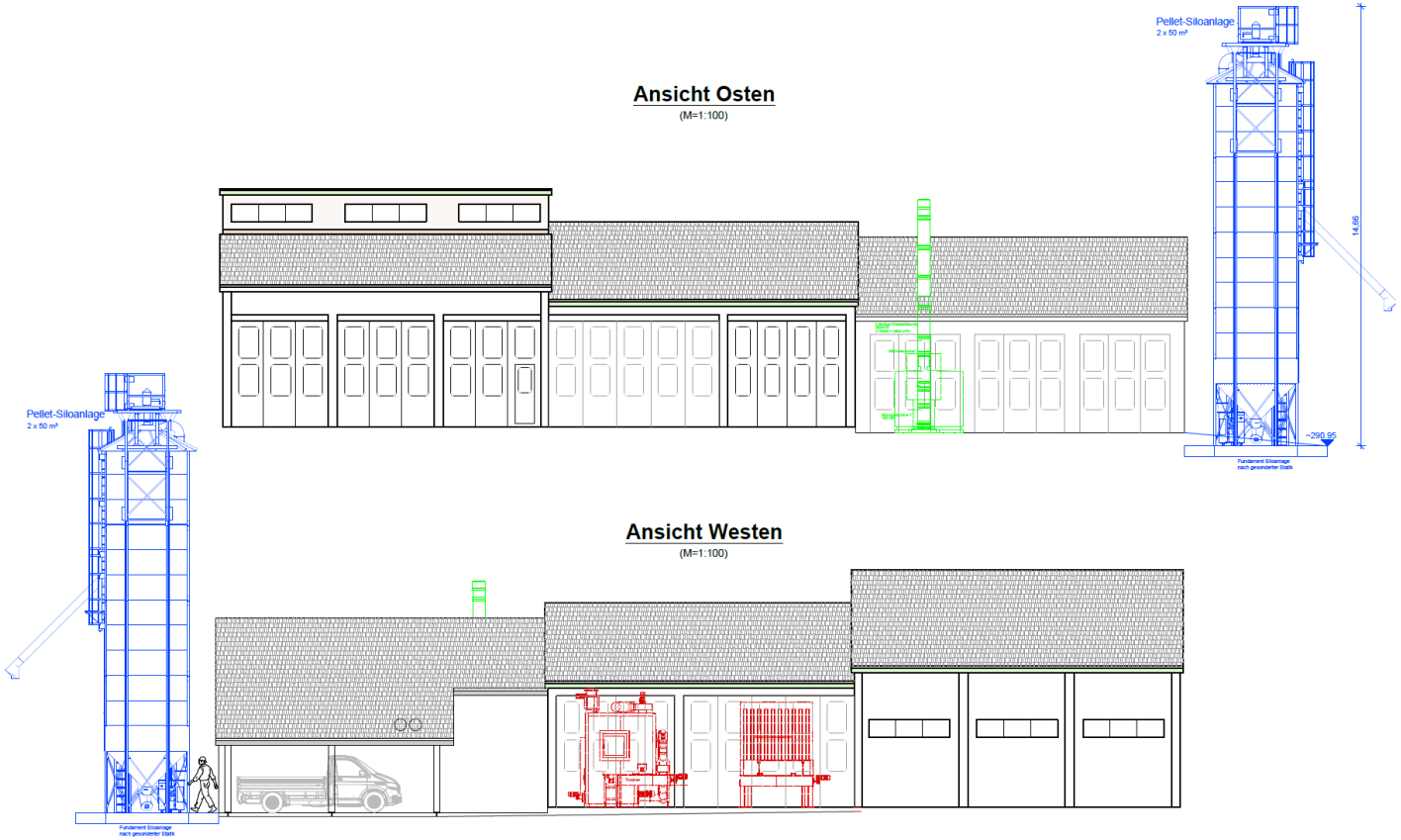
- Trocknerbeschickung über Vorlagebehälter mit Schubboden,
  Temperatur in der Trocknerkammer zwischen 330 und 350 Grad Celsius.

- Ein BImSchV-Verfahren ist nicht notwendig - Genehmigung über BayBO.

- Die erforderliche Sperrung des Zufahrtsweges wurde bereits mit der Stadt Erlangen abgestimmt.

Trocknungsanlage – Grundriss und Schnitte





Empfohlene weitere Schritte

Weitere Vorgehensweise

- Umsetzung der Maßnahmen für Unterhalt, Betriebsoptimierung und Klärschlammtrocknung.
- Abdeckung des Wärmebedarfes der Trocknung mittels neuer Gasturbine sowie Zukauf von Erdgas.
- Beobachtung der Entwicklungen im Bereich Pyrolyse.
- Abschluss der energetischen Anpassungen nach Fertigstellung der Potentialanalyse.