Entwurfsplanungsbeschluss nach DA Bau

Geschäftszeichen:	Verantwortliche/r:	Vorlagennummer:
EBE	Entwässerungsbetrieb	**EBE-1/048/2024**

Klärwerk Erlangen – Neubau 4. Reinigungsstufe (Spurenstoffelimination)
Neubau Ozonung und Umbau Abwasserfilter, Errichtung PV-Anlagen
Betr.: Zustimmung zum Entwurf gem. Nr. 5.5.3 DA Bau

Beratungsfolge	Termin	Ö/N	Vorlagenart	Abstimmung
Bauausschuss / Werkausschuss für den Entwässerungsbetrieb	09.04.2024	Ö	Beschluss	

Beteiligte Dienststellen
Amt 14

I. Antrag

Im Vollzug der DA Bau wird

1. dem aufgezeigten **Entwurf** für den „Neubau Ozonung und Umbau Abwasserfilter sowie Errichtung PV-Anlagen“ im Rahmen des Projekts Klärwerk Erlangen - Neubau 4. Reinigungsstufe gem. Nr. 5.5.3 DA Bau zugestimmt und

2. der Entwässerungsbetrieb beauftragt, das Vorhaben mit der Genehmigungs- und Ausführungsplanung fortzusetzen.

II. Begründung

1. Ergebnis/Wirkungen

(Welche Ergebnisse bzw. Wirkungen sollen erzielt werden?)

- Fortsetzung des Beschlusses des Bau- und Werkausschusses vom 29.01.2013 mit der Zustimmung zum Vorentwurf der aufgezeigten Projektstruktur zur energiewirtschaftlichen und wasserrechtlichen Ausbaukonzeption bis 2030 für das Klärwerk Erlangen.
- Fortsetzung des Beschlusses des Bau- und Werkausschusses vom 18.09.2018 mit der Beauftragung des EBE zur Umsetzung des zweiten Teilprojektes Optimierung der Klärschlammbehandlung einschließlich Phosphorrückgewinnung unter Berücksichtigung des Protokollvermerkes mit Erweiterung um die Spurenstoffelimination (4. Reinigungsstufe) aus vorgenannter Ausbaukonzeption 2030.
- Fortsetzung des Beschlusses des Bau- und Werkausschusses vom 11.02.2020 mit der Zustimmung zum Vorentwurf zur Optimierung der Klärschlammbehandlung einschl. Phosphorrückgewinnung und Spurenstoffelimination (4. Reinigungsstufe) für das Klärwerk Erlangen gemäß Nr. 5.4 DA Bau.
- Fortsetzung des Beschlusses des Bau- und Werkausschusses vom 18.04.2023 mit der Zustimmung zur Machbarkeitsstudie in der Qualität Vorplanung zur Errichtung einer 4. Reinigungsstufe im Klärwerk Erlangen.
- Umsetzung des Förderbescheids im Rahmen des Sonderförderprogramms AWVIER vom 26.07.2023 für das Vorhaben Bau einer vierten Reinigungsstufe und energetische Optimierung auf der Kläranlage Erlangen.

2. Programme / Produkte / Leistungen / Auflagen

(Was soll getan werden, um die Ergebnisse bzw. Wirkungen zu erzielen?)

- Erweiterung der Verfahrenstechnik im Klärwerk Erlangen um eine 4. Reinigungsstufe zur Beseitigung von anthropogenen Spurenstoffen, wie Arzneimittelrückstände und hormonwirksamer Stoffe, Korrosionsschutzmittel, Stoffe aus Industrie und Gewerbe, sowie Haushaltschemikalien und Wirkstoffe aus der Körperpflegeindustrie, etc.
- Der Betrieb der 4. Reinigungsstufe soll energieneutral durch die Errichtung weiterer PV-Anlagen erfolgen und den Status des energieneutralen Klärwerks Erlangen über das Jahresmittel herstellen und weiterhin beibehalten.
- Hier: Neubau einer Ozonierung mit Ozonerzeugung und Kontaktreaktor, Umbau und Ertüchtigung des bestehenden Abwasserfilters zur Nutzung mit Granulierter Aktivkohle und Anthrazit (Sand), Zubau von PV-Anlagen über der Biologischen Reinigung, dem Abwasserfilter und von nicht mehr für die Klärwerkserweiterung benötigt Freiflächen zur Herstellung der Energieneutralität.

3. Prozesse und Strukturen

(Wie sollen die Programme / Leistungsangebote erbracht werden?)

In Fortsetzung der Beschlüsse zum Vorentwurf und der Machbarkeitsstudie in der Qualität Vorplanung zur Errichtung einer 4. Reinigungsstufe im Klärwerk Erlangen des Bau- und Werkausschusses vom 11.02.2020 (EBE-1/102/2020) sowie vom 18.04.2023 (EBE-2/031/2023) hat der Entwässerungsbetrieb der Stadt Erlangen zunächst die Entwurfsplanung einer Ozonierung mit Ozonerzeugung und Kontaktreaktor und den Umbau und die Ertüchtigung des bestehenden Abwasserfilters zur Nachfolgenutzung mit Granulierter Aktivkohle im Rahmen des Projekts Klärwerk Erlangen, Neubau 4. Reinigungsstufe, von dem mit der Objekt- und Fachplanung beauftragten Ingenieurbüro Miller, Nürnberg, erarbeiten lassen.

Mit Beschluss des Bau- und Werkausschusses vom 05.12.2023 (EBE-1/043/2023) wurde bereits der DA Bau-Entwurfsplanung zum Neubau von zwei Niederdruckgasbehältern 3+4 zugestimmt. Die damals vorgezogene Beschlussfassung, nur der Niederdruckgasbehälter 3+4, war der gestaffelten Förderquote von 70 % im Jahr 2024, 60 % in 2025 und 50 % ab 2026 geschuldet. Zur betriebswirtschaftlichen Optimierung und Maximierung der Förderung zugunsten der Erlanger Gebührenzahler/innen, wurden seitens EBE schneller umsetzbare Maßnahmen wie der Neubau der beiden Niederdruckgasbehälter genehmigungs-, ausschreibungs- und vergabetechnisch vorgezogen, sodass noch kassenwirksame Mittelabflüsse, auch unter der Gewährung von Vorauszahlungen bis zu 50 % der Auftragssummen, abgesichert durch Bankbürgschaften, im Jahr 2024 mit 70 % Förderung erfolgen können.

Mit der nunmehr vorliegenden Entwurfsplanung zum Neubau einer Ozonierung und zum Umbau und Ertüchtigung des bestehenden Abwasserfilters zur Nachfolgenutzung mit Granulierter Aktivkohle (GAK) soll die Abwasserreinigung um die Verfahrenstechnik einer 4. Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination erweitert werden. Mit der 4. Reinigungsstufe muss für sechs ausgewählte Indikatorspurenstoffe aus dem Sonderförderprogramm AWVIER durch eine Kombination aus Oxidation mit Ozon und Adsorption an die Aktivkohle eine mittlere Eliminationsrate von ≥ 80 % an Trockenwettertagen erreicht werden.

Das Ozonungsverfahren besteht aus den vier Komponenten Ozonproduktion, Ozoneintrag und -reaktor, Ozonvernichter und Nachbehandlung.

Nördlich des bestehenden Abwasserfilters werden die Ozongeneratoren zur Ozonproduktion in einem neu zu errichtendem Maschinenhaus im EG angeordnet. Der Raum wird mit einer technischen Lüftungsanlage ausgestattet. Im Kellergeschoss sind die Pumpwerke für die Beschickung des Ozonreaktors sowie die Rückführung aus dem Ablauf des Sandfilters in den Zulauf des BAK-Filters installiert. Für die Ozonerzeugung wird dauerhaft Sauerstoff benötigt, der mit anzuliefernden Flüssigsauerstoff bereitgestellt wird. Im Klärwerk wird im Bereich zwischen Ablaufmessstation und Ozonung ein vertikaler Lagertank für Flüssigsauerstoff angeordnet. Teile der während der Ozonung im Bereich der Ozongeneratoren anfallenden

Abwärme können über Wärmetauscher zurückgewonnen werden und somit anderen Prozessen im Klärwerk, wie z.B. der Klärschlammtrocknung weiter zur Verfügung gestellt werden.

Die Ozonung erfolgt in baulich getrennten Ozonreaktoren, die als geschlossene Konstruktion ausgebildet sind. Die westlich des neuen Maschinenhauses angeordneten Kontaktbecken der Ozonreaktoren werden mit jeweils 2 Ozon-Begasungszonen sowie jeweils 2 Abklingzonen geplant. Für das Klärwerk Erlangen wurde für den gewählten Bemessungsabfluss zur Spurenstoffelimination in Höhe von 850 l/s sowie einer Kontaktzeit von rund 20 Minuten ein Gesamtvolumen der Ozonung in Höhe von 1.100 m³ ermittelt. Im Hinblick auf die Anlagenverfügbarkeit und die Möglichkeit unterschiedlicher Betriebsfahrweisen wird das Kontaktbecken 2-straßig (V = 2 x 550 m³) mit 7 m Wassertiefe geplant. Der Eintrag des ozonhaltigen Gasstroms in den Reaktoren erfolgt mittels keramischen Rohrdiffusoren. Eine ausreichende Reaktionszeit wird durch die hydraulische Verweilzeit im Reaktor gewährleistet. Über die Ozondosierung kann aktiv der Umfang der Spurenstoff- und Keimreduzierung eingestellt werden.

Zum Abbau der Transformations- und Oxidationsnebenprodukte und zur Elimination von gelöstem Restozon ist eine biologisch aktive Nachbehandlung (Festbettverfahren/Filtration) vorgesehen.

Der bestehende Abwasserfilter ist als vertikal durchströmter Sandfilter (Schwerkraftfilter) mit 14 Filterkammern ausgeführt und kann für eine Nachfolgenutzung zur Adsorption von Spurenstoffen mittels Granulierter Aktivkohle (GAK) umgebaut werden. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie in der Qualität Vorplanung wurde die Reihenschaltung von Sandfilter und BAK-Filter als Vorzugsvariante festgelegt. Die ursprünglich vorgesehene Filterkammeraufteilung mit 6 Kammern Sandfilter und 8 Kammern GAK in Reihenschaltung hintereinander wird durch eine „Längsteilung“ des Filters mit jeweils 7 Kammern Sand südlich und 7 Kammern GAK nördlich ersetzt. Der große Vorteil hierbei ist die einfachere bauliche mittige Trennung über neue Edelstahltrennwände des bestehenden Rohwasserkanals und des Filtratwassergerinnes. Der Ablauf aus den beiden Ozonreaktoren wird über eine neue, erdverlegte Rohrleitung (PE-HD) an den südlichen Teil (Sand) des Rohwasserkanals angeschlossen. Über ein neues Schieberbauwerk ist jedoch sowohl die einseitige Beschickung des geteilten Rohwasserkanals, als auch die beidseitige Beschickung möglich. Diese Ausführung ermöglicht die verfahrenstechnische Betriebsweise sowohl als Reihenschaltung, als auch Parallelschaltung von Sand- und BAK-Filter.

Der Ablauf der 7 Sandfilterzellen wird über eine neue Rohrleitung an den neuen Vorlageschacht des Rückführungspumpwerks im Maschinenhaus verbunden und anschließend an den nördlichen Teil (GAK) des Rohwasserkanals angeschlossen und über die 7 Filterzellen mit Granulierter Aktivkohle geführt. Durch eine hinreichende Nutzungsdauer (Bettvolumina BV > 30.000) wird die granulierte Aktivkohle biologisch aktiviert (BAK) und leistet neben der Adsorption der Spurenstoffe auch den erforderlichen biologischen Abbau. Es ist davon auszugehen, dass die Gesamteliminationsleistung der Granulierten Aktivkohle kontinuierlich abnimmt und ab eine Nutzungsdauer von 60.000 bis 80.000 BV stark abnehmend ist. Eine GAK Regeneration zeitgleich für alle Filterzellen durchzuführen ist nicht empfehlenswert, da hierdurch auch die spezialisierte Biomasse (BAK) vollständig verloren ginge. Für einen verfahrenstechnisch und betriebswirtschaftlich optimierten Betrieb wird eine mittlere GAK-Altersstruktur berücksichtigt und eine Regeneration in Etappen (z.B. 25 % jährlich) angestrebt. Durch die Reihenschaltung von Sandfilterzellen mit Rückhaltung der Abfiltrierbaren Stoffe (AFS) und nachgeschalteten BAK-Filterzellen wird zudem die Standzeit der Granulierten Aktivkohle wesentlich erhöht und der Energiebedarf reduziert.

Insgesamt wird durch die Reihenschaltung von Sand- und BAK-Filter die maximale Eliminationsleistung bei den Spurenstoffen erzielt. Für die im Rahmen der Ozonung erzeugten Transformationsprodukte bietet die 2-stufige, biologisch aktive Nachbehandlung einen wesentlich besseren Schutz für das aquatische Leben im Gewässer.

Für die Umsetzung der Nutzungsänderung sowie der baulichen und energetischen Gebäudesanierung werden im Bereich des bestehenden Abwasserfilters Instandhaltungsmaßnahmen an der ca. 35 Jahre alten Bausubstanz notwendig. Die Erneuerung der GFK-Abdeckungen der 14 Filterkammern, die Erneuerung von Türen, Tore, Fassade und Fenstern, die Erneuerung der Spülluftgebläse, Spülwasserpumpen und Beckenreinigungseinrichtungen, die Erneuerung der Düsenböden der 14 Filterkammern und die Betonsanierung der Filterkammerwände, sowie die Erneuerung der Lagerbehälter FM-Station zur P-Fällung.

Weiterhin sind im Abwasserfilter und im neuen Maschinenhaus für die Ozonerzeugung die elektrischen Anlagen für die neue Verfahrenstechnik der 4. Reinigungsstufe zu erweitern.

Für das Klärwerk Erlangen ist für die geplante 4. Reinigungsstufe (Ozonung – Sandfilter – GAK-Filter) ein elektrischer Energiebedarf in Höhe von rund 1.030.000 KWh/a zu erwarten. Das energiewirtschaftliche Gesamtkonzept sieht vor, die für die 4. Reinigungsstufe erforderliche elektrische Energie bezogen auf die Jahresbilanz zu 100 % regenerativ zu erzeugen.

Hierzu werden Photovoltaikanlagen in Form von zwei Solardächern, die über den Nitrifikations- und Denitrifikationsbecken aufgeständert werden, einer Freiflächen-PV-Anlage östlich der Belebungsbecken sowie PV-Module auf den 14 Filterkammern des Abwasserfilters berücksichtigt. Die Installation der neu geplanten PV-Anlagen erfolgt in Ost-West-Ausrichtung. Durch die gewählte Ausrichtung sinkt zwar das Leistungsmaximum, gleichzeitig steigt jedoch die Dauer der täglichen Stromerzeugung und erhöht den Anteil des Eigenverbrauchs. Die neuen fest verbauten PV-Anlagen haben einen höheren elektrischen Wirkungsgrad, als die bisher vorgesehenen faltbaren PV-Anlagen und sind gleichzeitig wirtschaftlicher. Mit den nunmehr geplanten 4.640 PV-Modulen wird eine Eigenstromerzeugung von 2.030.000 kWh/a erwartet. Die Einbindung der neuen PV-Anlagen erfolgt über eine neue Trafostation, die zwischen Nitrifikations- und Denitrifikationsbecken östlich des Bedienweges angeordnet wird.

Für die neu geplanten PV-Anlagen sind in der vorhandenen Infrastruktur des Klärwerks aktuell keine Dämpfungs- und Speichermöglichkeiten vorhanden. Der Ausgleich der betrieblichen Schwankungen zwischen PV-Stromerzeugung und Stromverbrauch der 4. Reinigungsstufe erfolgt durch die neuen Regelenergiespeicher 3+4.

Der primäre Energieträger im Klärwerk Erlangen ist das in der anaeroben Schlammfaulung erzeugte Klärgas. Dieses wird im Normalbetrieb (Nulllastregelung) in der bestehenden KWK-Anlage in Strom und Wärme umgewandelt. Bei ausreichend großen Klärgasspeichern kann das kontinuierlich anfallende Klärgas tagsüber zwischengespeichert und der Strombedarf der 4. Reinigungsstufe und der Kläranlage mit den neu geplanten PV-Anlagen gedeckt werden. Für die Energiespeicherung werden zwei neue Niederdruckgasspeicher mit jeweils 5.000 m³ Volumen gebaut Das Nutzvolumen der Niederdruckgasbehälter 3+4 entspricht einem Energieinhalt von rechnerisch 27.500 kWh_{el}. Mit Beschluss des Bau- und Werkausschuss vom 05.12.2023 (EBE-1/043/2023) wurde der DA Bau-Entwurfsplanung zum Neubau der zwei Niederdruckgasbehälter 3+4 bereits zugestimmt.

Für die geplanten Maßnahmen zur regenerativen Stromerzeugung für die 4. Reinigungsstufe im Klärwerk Erlangen wurden Emissionseinsparungen in Höhe von 920 tCO_2/a ermittelt.

<u>Vorgesehener weiterer Terminplan:</u>

- Genehmigungsplanung, -anträge und -bescheide — April - Sept. 2024
- Ausführungsplanung, LV-Erstellung — Mai - August 2024
- Ausschreibung, Submission und Wertung — Sept. - Dez. 2024
- BWA-Vergabe(n) und Beauftragung — Januar 2025
- Baubeginn und -ausführung — ab Februar 2025
- Fertigstellung und Inbetriebnahme — bis Dezember 2026

4. Klimaschutz:

Entscheidungsrelevante Auswirkungen auf den Klimaschutz:

☐ *ja, positiv**
☒ *ja, negativ**
☐ *nein*

Wenn ja, negativ:
Bestehen alternative Handlungsoptionen?

☐ *ja**
☒ *nein**

**Erläuterungen dazu sind in der Begründung aufzuführen.*

Bauaktivitäten haben per se negative Auswirkungen auf den Klimaschutz.
Das energiewirtschaftliche Gesamtkonzept sieht jedoch vor, die erforderliche elektrische Energie für den Betrieb der 4. Reinigungsstufe zu 100 % regenerativ zu erzeugen.
Zudem stellt die Maßnahme durch die Verringerung des Eintrages von anthropogenen Spurenstoffen eine wesentliche Verbesserung für das Gewässer und die aquatische Umwelt dar.

5. Ressourcen
(Welche Ressourcen sind zur Realisierung des Leistungsangebotes erforderlich?)

Die geschätzten Gesamtbaukosten für den Neubau der 4. Reinigungsstufe auf dem Klärwerk Erlangen aus der Machbarkeitsstudie in der Qualität Vorplanung betrugen 31.331.000,- € brutto inkl. 20 % Baunebenkosten.

Mit der nunmehr vorliegenden Kostenberechnung aus der Entwurfsplanung werden für den Neubau der Ozonierung und den Umbau des Abwasserfilters, sowie der PV-Anlagen anteilige Kosten in Höhe von 30.468.000,- € brutto inkl. Baunebenkosten ermittelt.

Gemeinsam mit den Kosten für die beiden Niederdruckgasbehälter in Höhe von 5.563.000,- €, betragen die fortgeschriebenen Gesamtkosten nunmehr 36.031.000,- € und liegen somit rund 15 % über der Kostenschätzung aus der Machbarkeitsstudie in der Qualität Vorplanung.
Die Kostenfortschreibung begründet sich im Wesentlichen mit der unterschiedlichen Planungsstufe der Kostenschätzung aus der Machbarkeitsstudie / Vorplanung mit der Ermittlung auf Grundlage von Erfahrungswerten, zu der Kostenberechnung im Entwurf auf Grundlage von detaillierten Ausführungsmengen je Bauteil mit Einheitspreisen.

Die Nutzungsdauer des bestehenden Abwasserfilter beträgt rund 35 Jahre. Für die geplante Ozonung wird für den Stahlbetonneubau eine Abschreibung von 40 Jahren berücksichtigt.
Die tatsächliche Nutzungsdauer der Ozonung kann den Abschreibungszeitraum deutlich übersteigen. Um die bauliche Substanz des Abwasserfilters an die geplante Nutzungsdauer der Ozonung anzugleichen, werden umfangreiche Sanierungsmaßnahme im Bereich des Gebäudes und der Filterkammern des Abwasserfilters sowie der technischen Ausrüstung erforderlich.

Die Fortschreibung und Festsetzung des Ingenieurvertrags und -honorars mit der genehmigten Kostenberechnung aus der Entwurfsplanung der Gesamtmaßnahme Neubau der 4. Reinigungsstufe ist in der BWA-Sitzung im Juni 2024 zur Beschlussfassung vorgesehen.

Der Freistaat Bayern unterstützt den Bau der vierten Reinigungsstufe mit stufigen Zuwendungen gemäß dem Sonderförderprogramm AWVIER. Gemäß Förderbescheid vom 26.07.2023 werden für das Vorhaben „Bau einer vierten Reinigungsstufe und energetische Optimierung

auf der Kläranlage Erlangen“ staatliche Zuweisungen in Höhe von bis zu 15.000.000,- € in Aussicht gestellt. Die Zuwendungen können bis zu einer Höhe von 5 Mio. € im Jahr nach Baufortschritt abgerufen werden. Eine Schlussrate in Höhe von 750.000 € wird erst nach Vorlage des Verwendungsnachweises ausgezahlt.

Die erforderlichen Finanzmittel für Planung und Abwicklung der Maßnahme „Neubau 4. Reinigungsstufe“ wurden bereits im Wirtschaftsplan 2023 (Investitionsprogramm 2023-2027) berücksichtigt und werden sukzessive in die Wirtschaftspläne 2024 fortfolgende nach Baufortschritt eingestellt.

Haushaltsmittel

☐ werden nicht benötigt
☒ sind vorhanden auf IvP-Nr./Kst. 7001 04
bzw. im Budget auf Kst/KTr/Sk und werden sukzessive in die EBE-Wirtschaftspläne der Jahre 2024 bis 2027 eingestellt
☐ sind nicht vorhanden

Einsichtnahme durch das Revisionsamt

Das Revisionsamt hat die Unterlagen zur Entwurfsplanung gemäß Ziffer 5.5.3 DA Bau zur Einsichtnahme erhalten.

Anlagen: 2 Lagepläne

Der Umgriff der vorgenannten Maßnahmen zum Neubau der 4. Reinigungsstufe (Spurenstoffelimination) auf dem Klärwerk Erlangen sowie die technischen Zusammenhänge werden im Bau- und Werkausschuss für den Entwässerungsbetrieb im Rahmen eines ca. 20-minütigen Sachvortrages durch das Ing.-Büro Miller vorgestellt.

III. Abstimmung
siehe Anlage

IV. Beschlusskontrolle
V. Zur Aufnahme in die Sitzungsniederschrift
VI. Zum Vorgang