

# Entwurfsplanungsbeschluss nach DA Bau

Geschäftszeichen:  
EBE

Verantwortliche/r:  
EBE

Vorlagennummer:  
EBE-1/028/2022

**Klärwerk Erlangen - Betriebsumstellung Denitrifikation  
Weitere Optimierung der biologischen Reinigung bezüglich Energieeffizienz sowie  
Stickstoff- und Phosphorabbau  
Betr.: Zustimmung zum Entwurf gemäß Nr. 5.5.3 DA Bau**

Beratungsfolge	Termin	Ö/N	Vorlagenart	Abstimmung
Bauausschuss / Werkausschuss für den Entwässerungsbetrieb	11.10.2022	Ö	Beschluss	

## Beteiligte Dienststellen

Amt 14

### I. Antrag

Im Vollzug der DA Bau wird

1. dem aufgezeigten Entwurf zur Betriebsumstellung Denitrifikation für das Klärwerk Erlangen gemäß Nr. 5.5.3 DA Bau zugestimmt  
und
2. der Entwässerungsbetrieb beauftragt, das Vorhaben mit der Genehmigungs- und Ausführungsplanung sowie der Ausschreibung fortzusetzen.

### II. Begründung

Umsetzung des Grundsatzbeschlusses des BWA vom 30.11.2021 (Vorlagennummer: EBE-2/018/2021) zur Betriebsumstellung der Denitrifikation.

#### 2. Programme / Produkte / Leistungen / Auflagen

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

Weitere Optimierung der biologischen Reinigungsstufe bezüglich Energieeffizienz sowie Stickstoff- und Phosphorabbau.

#### 3. Prozesse und Strukturen

(Wie sollen die Programme / Leistungsangebote erbracht werden?)

In vorgenannter BWA-Sitzung wurde beschlossen den Betrieb der Denitrifikation umzustellen und Belüftungseinrichtungen nachzurüsten, die einen intermittierenden Belüftungsbetrieb ermöglichen. Damit kann eine Leistungssteigerung der betrieblichen Reserven bei der Stickstoffelimination und somit der gesamten Anlagenverfügbarkeit im Bereich der biologischen Reinigungsstufe erreicht werden.

Aktuell erfolgt die biologische Abwasserreinigung im Klärwerk Erlangen nach den Verfahren der vorgeschalteten Denitrifikation. Dies bedeutet, dass für Nitrifikation und Denitrifikation fest definierte Volumina zur Verfügung stehen. Stickstoffoxidation und Stickstoffreduktion erfolgen in baulich getrennten Becken. Auf Belastungsspitzen kann bei diesem Verfahren über Anpassung der Fördermengen für Rezirkulation und Rücklaufschlamm reagiert werden.

Die Förderbereiche der zugehörigen pumpentechnischen Einrichtungen stellen in diesem Zusammenhang die Grenzen der verfahrenstechnischen Flexibilität dar. In den zurückliegenden Jahren wurden immer wieder Belastungsspitzen festgestellt, die deutlich über der bestehenden Ausbaugröße liegen und mit der vorhandenen Verfahrenstechnik unter Ausnutzung aller Reserven behandelt wurden.

Zur Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit ist nach bereits erfolgter, erfolgreicher Umstellung der Betriebsweise in den jeweils ersten Kaskaden des Nitrifikationsbeckens auf intermittierende Denitrifikation, nunmehr die Betriebsumstellung auch der Kaskaden 2 und 3 des Denitrifikationsbeckens auf intermittierende Denitrifikation vorgesehen. Die Belüftung erfolgt im intermittierenden Betrieb, so dass über die Zeitachse durch die Sauerstoffzehrung abwechselnd anaerobe, anoxische und aerobe Milieubedingungen geschaffen werden.

Beim Verfahren der intermittierenden Denitrifikation erfolgen die Oxidation des Ammoniumstickstoffs ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) zu Nitratstickstoff ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) und die Reduktion des Nitratstickstoffs ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) zu atomarem Stickstoff ( $\text{N}_2$ ) zeitversetzt nacheinander im gleichen Becken. Während der unbelüfteten Zeiten kann der Belebtschlamm über Impulsbelüftung oder mit den bereits bestehenden Rührwerken in Schwebelage gehalten werden (Suspendierkriterium).

Die Sauerstoffversorgung erfolgt dabei direkt über der Beckensohle angeordnete Flächenbelüftung zur feinblasigen Druckbelüftung. Die Luftverteilung erfolgt über eine Erweiterung des bestehenden Druckluftrohrleitungssystems, die erforderliche Luftmenge kann mit den bereits vorhandenen Aggregaten (Turbo-Verdichtern) abgedeckt werden.

Die Regelung der Zyklusdauer für Belüftung und Rühren erfolgt dynamisch in Abhängigkeit der tatsächlich vorliegenden Schmutzfracht über einen PID-Regler (Sollwertregler). Als Eingangsgröße wird für die Regelung neben dem Sauerstoffgehalt auch der Nitratgehalt sowie der Ammoniumgehalt direkt im Belebungsbecken gemessen.

Durch den Gesetzgeber sind Nährstoffgehalte für Phosphor im Klärschlamm definiert, ab denen künftig eine Mitverbrennung des Klärschlammes in Kraft- und Zementwerken nicht mehr zulässig sein wird. Eine im Rahmen der Ausbaukonzeption 2030 für das Klärwerk Erlangen geplante MAP-Gewinnung (P-Rückgewinnung) befindet sich aktuell in der baulichen Umsetzung.

Für die Umsetzung einer ganzheitlichen Phosphorstrategie für das Klärwerk Erlangen ist es sinnvoll, die biologische Phosphorspeicherung (Bio-P) im bestehenden Belebungsbecken zu fördern. Aktuell wird das Denitrifikationsbecken des Klärwerks Erlangen vollständig für die Stickstoffelimination genutzt. Die Kapazität für die Bio-P Speicherung steht daher nur begrenzt zur Verfügung. Durch die Umstellung der Betriebsweise des Nitrifikationsbeckens auf intermittierenden Betrieb in den ersten Kaskaden konnte die Bio-P-Speicherung bereits gesteigert werden und soll durch die intermittierende Betriebsweise der Kaskaden 2 und 3 der Denitrifikation weiter gesteigert werden.

Zur sinnvollen wirtschaftlichen Unterstützung des Phosphormanagements wird im Rahmen der Betriebsumstellung des Denitrifikationsbeckens die bisherige Einleitung der Rezirkulation aus den Nitrifikationsbecken in die jeweils ersten Kaskaden des Denitrifikationsbeckens auf die jeweils zweiten Kaskaden der Denitrifikationsbecken umgestellt. Höhere Bio-P-Speicherung bietet für das geplante MAP-Verfahren höheres P-Rückgewinnungspotenzial. Der notwendige Fällmittelbedarf des Klärwerks Erlangen verringert sich hierdurch entsprechend.

Mit der nunmehr vorliegenden Entwurfsplanung ist eine Nachrüstung von Belüftungseinrichtungen (Flächenbelüftung | Plattenbelüfter) in den Kaskaden 2-3 der Denitrifikationsbecken 1-4 vorgesehen, die einen intermittierenden Belüftungsbetrieb ermöglichen. Ein Versuchsaufbau hat diese Betriebsumstellung bereits 2019 abgebildet und hierbei sehr positive Betriebsergebnisse geliefert. Auf die separate Beschlussfassung der Vorentwurfsplanung mit Variantenabwägung konnte daher verzichtet werden.

Die bestehende Turboverdichterstation wird unverändert beibehalten und versorgt künftig sowohl alle Kaskaden des Nitrifikationsbeckens sowie des Denitrifikationsbeckens mit annähernd gleichem Betriebsüberdruck.

Zur Druckbelüftung wird die Umrüstung des Denitrifikationsbeckens über abschaltbare Plattenbelüfter mit Membranen aus Polyurethan (PUR) vorgesehen. Plattenbelüfter haben größere Oberflächen als Rohrbelüfter und haben sich in den vergangenen Jahren aufgrund der einfacheren Luftleitungsinstallation in der Abwassertechnik etabliert.

Für die Flächenbelegung der Plattenbelüfter wurde ein Belegungsfaktor von rund 20% gewählt. Die Volumina der einzelnen Denitrifikationsbeckenstraßen unterscheiden sich geringfügig. Unter Berücksichtigung der aktuell betriebenen Gleichverteilung des Abwasserabflusses aus der Vorklärung (Aufteilung DNB = Aufteilung NIB) ist von gleichen Frachten für jede Denitrifikationsbeckenstraße auszugehen. Die Anzahl der zu installierenden Plattenbelüfter wird für alle Kaskaden gleich gewählt. Der erforderliche Luftbedarf verhält sich proportional.

Die Schaltanlagen der bestehenden biologischen Reinigungsstufe sind in einem im Maschinenhaus Biologie integrierten E-Raum installiert. Der bestehende E-Raum bietet Platzreserven für die Schaltanlagen der geplanten Maßnahmen. Die Kabelverlegung zu den Aggregaten und Messstellen der einzelnen Anlagenteile erfolgt vorwiegend auf den bestehenden Kabelverlegesystemen im Installationsgang.

Das Automatisierungssystem hat die Aufgabe die digitalen und analogen Daten zu erfassen sowie die Regelung und Steuerung der Aggregate vor Ort zu übernehmen. Die Automatisierungsstation wird immer der lokalen Verfahrensstufe zugewiesen und dort aufgebaut. Die Steuerung der biologischen Reinigungsstufe wird auf die neue Betriebsweise angepasst und durch den ergänzenden Einsatz von zusätzlichen Online-Messgeräten zur Erfassung der biologischen Reinigungsleistung (NO<sub>3</sub>-N) optimiert. Weiterhin werden in den Kaskaden 2 und 3 Sauerstoffmessungen installiert. Die komplette neue Messtechnik soll über 4-20 mA Signale an die bestehende SPS angeschlossen werden.

Die Sicherstellung der Reinigungsleistung des Klärwerkes Erlangen sowie die Auftriebssicherheit erfordern während der Bauzeit eine beckenweise Außerbetriebnahme. Die jeweils zugehörige Nitrifikationsstraße muss nicht außer Betrieb genommen werden. Während der Bauausführung ist aber die Rezirkulation aus dem jeweils nachgeschalteten Nitrifikationsbecken von der Außerbetriebnahme betroffen. Hier müssen die saug- und druckseitigen Armaturen abgesperrt und die jeweilige Rezirkulationspumpe gegen Einschalten gesichert werden.

Die gewählte Lösung „Flächenbelüftung – Plattenbelüfter“ erfüllt die gestellten verfahrenstechnischen Anforderungen an die intermittierende Betriebsweise am besten. Gleichzeitig wird eine Leistungssteigerung der betrieblichen Reserven bei der Stickstoffelimination und somit der gesamten Anlagenverfügbarkeit im Bereich der biologischen Reinigungsstufe erreicht.

Durch die Umstellung der Denitrifikationsbecken auf intermittierende Belüftung wird die vorhandene, externe Rezirkulation nur noch in geringerem Umfang erforderlich. Der elektrische Energiebedarf der Rezirkulationspumpen verringert sich entsprechend. Insgesamt wird durch die Maßnahme eine Steigerung der Energieeffizienz für die biologische Reinigung erzielt.

#### 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.

Falls es sich um negative Auswirkungen auf den Klimaschutz handelt und eine alternative Handlungsoption nicht vorhanden ist bzw. dem Stadtrat nicht zur Entscheidung vorgeschlagen werden soll, ist eine Begründung zu formulieren.

## 5. Ressourcen

(Welche Ressourcen sind zur Realisierung des Leistungsangebotes erforderlich?)

Die Kostenberechnung aus der Entwurfsplanung schließt mit 2.884.000 € brutto Gesamtinvestitionskosten einschließlich 25 % Baunebenkosten und liegt somit über der Kostenschätzung aus dem Grundsatzbeschluss mit 1.370.000 € brutto inklusive 20 % Nebenkosten.

Die Kostenfortschreibung ist im Wesentlichen durch nachfolgende Änderungen begründet:

- größere Planungstiefe und detailliertere Mengenermittlung im Rahmen des Entwurfs
- geopolitisch begründete Mehrkosten in den Bereichen Bau-, Material- bzw. Lieferpreise
- ausführungsbedingte Mehrkosten für die Abwicklung im laufenden Betrieb, da die Montage in den 4 Denitrifikationsbecken nun beckenweise und nacheinander möglich ist
- ausführungsbedingte Mehrkosten durch die Berücksichtigung der Zwänge und Vorgaben aus der bestehenden Konstruktion, Rohrleitungsführungen, Bau- und E/MSR-Technik
- notwendige temporäre Zwischenlösungen und deren Rückbau z.B. bei der Luftversorgung und Grundwasserabsenkung sowie der zwischenzeitlichen Prozesssteuerung der biologischen Reinigung

Die vorgeschlagenen Baumaßnahmen sollen für die Denitrifikationsbecken 1 und 2 im Jahr 2023 und für die Denitrifikationsbecken 3 und 4 im Jahr 2024 durchgeführt werden.

Der erforderliche Mittelbedarf wird sukzessive in den Anmeldungen der Wirtschaftspläne 2022 bis 2024 des EBE aufgenommen.

Durch die obengenannte Kostenfortschreibung ist auch das Ingenieurhonorar des beauftragten Fachplaners IB Miller mit der Kostenberechnung aus der Entwurfsplanung anzupassen und fortzuschreiben.

### Haushaltsmittel

- werden nicht benötigt  
 sind vorhanden auf IvP-Nr. / Kst. 7005 11  
bzw. im Budget auf Kst/KTr/Sk  
 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:**

III. Abstimmung  
*siehe Anlage*

IV. Beschlusskontrolle

V. Zur Aufnahme in die Sitzungsniederschrift

VI. Zum Vorgang