

I176.003 Ertüchtigung der Schwachlastbelebungsanlage

Erneuerung Verdichterstation SLB/BB 1-4

B50 Betriebsgebäude

Objektplan

Erläuterungsbericht

1. Sachverhalt und geplantes Vorhaben

Die zweite biologische Reinigungsstufe (Schwachlastbelebung) im Klärwerk 1 der Stadt Nürnberg ist ein wesentlicher Bestandteil der Abwasserreinigung und dient zur Elimination von Ammonium.

Für die Erzeugung der Druckluft in die Schwachlastbelebungsbecken 1 bis 4 (SLB) werden im Klärwerk 1 der Stadt Nürnberg 10 Linde Verdichter (jeweils 5 Linde Verdichter für Becken 1 und 2 sowie für Becken 3 und 4) und 2 AERZEN Drehkolbengebläse (jeweils 1 Verdichter für Becken 1 und 2 sowie für Becken 3 und 4) eingesetzt.

Die 10 Linde-Verdichter stammen aus dem Jahr 1973

Die Verdichter entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik. Sie besitzen eine sehr aufwändige und komplizierte Ölversorgung. Auch erfolgt die Mengenregelung mit einem mechanisch verstellbaren Leitrad das keinen zuverlässigen Betrieb gewährleistet. Ersatzteile sind inzwischen sehr teuer geworden, da diese nicht mehr produziert werden und es sich fast immer um Einzelanfertigungen handelt. Damit ist eine Ersatzteilversorgung nicht mehr gesichert. Ebenfalls ist der Instandhaltungsaufwand sehr groß, so dass meistens 2 Verdichter wegen Reparatur außer Betrieb sind.

Im Hinblick auf eine energetische Optimierung der Schwachlastbelebung ist es angedacht, dass für die Belebungsbecken 1 bis 4 die Verdichter zum Teil ausgetauscht werden.

Hierzu wurden bereits die Leistungsphasen 1 bis 3 durch ein Ingenieurbüro abgearbeitet und festgestellt, dass der Austausch von 6 Linde Verdichter am wirtschaftlichsten ist (Punkt 3. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung). Auch haben die Linde Verdichter bereits ein sehr hohes Alter (Baujahr 1973), was zu hohen Energiekosten und Instandhaltungs-Reparatur-Kosten führt.

Der Austausch der Verdichter kann nur nacheinander erfolgen, da die neuen Verdichter am Standort der alten Verdichter inkl. Rohrleitungen (Druck-/Zuluftanschluss) wieder aufgestellt werden müssen. Somit ist nur ein direkter Austausch mit hohem Koordinationsaufwand möglich. Aufgrund dessen soll für die weiteren Leistungsphasen 5 bis 9 ein neues Ingenieurbüro ausgeschrieben werden. Die bereits vorhandenen Unterlagen der Leistungsphase 1 bis 3 werden als Grundlage der weiteren Planung zugrundegelegt.

Seitens der Projektleitung SUN/S-2/M müssen folgende Arbeiten auf Basis der bereits vorhandenen Leistungsphasen 1 bis 3 vom neuen Ingenieurbüro (erst nach Genehmigung Objektplan und neuer Ausschreibung möglich) geplant und ausgeführt werden:

- Ausschreibung und Beschaffung neue Verdichter
- Rückbau und Demontage der alten Verdichter im laufenden Betrieb der SLB
- Rückbau und Demontage der Ölversorgung
- Anpassung des Fundaments (inkl. Fliesenarbeiten)
- Betriebsfertige Montage (inkl. Inbetriebnahme)
- Anpassung der vorhandenen Druckluftleitungen an die neuen Verdichter
- Schnittstellenbetrachtung zu Prozessleit- und Elektrotechnik

Da auch die Schalt- und Steueranlage bereits seit 1973 im Betrieb ist, müsste diese auch dringend erneuert werden. Dies würde jedoch bei der Anschaffung von neuen Verdichtern mit integrierter Steuerung entfallen. Der Rückbau bzw. Umbau der Stromversorgung wird im Rahmen des elektrischen Umbaus der kompletten Schwachlastbelebungsanlage (Becken 1 bis 6, sowie weitere Aggregate wie Pumpen, etc.) separat von SUN/S-2/E betrachtet.

Objektplan

2. Kosten

Die Gesamtkosten für die geplante Maßnahme umfassen für die Hauptgewerke folgende Kosten:

1.	Maschinentechnische Ausrüstung	2.400.000,00 Euro
	Elektrotechnische Ausrüstung	220.000,00 Euro
	Bautechnische Anpassung	180.000,00 Euro
	Prozessleittechnik	30.000,00 Euro
	Baukosten – brutto (SUMME)	2.830.000,00 Euro
2.	Baunebenkosten (z. B. Objektplanung, Nebenkosten, etc.)	520.000,00 Euro
	Brutto Gesamtkosten (SUMME)	3.350.000,00 Euro
3.	Eigenleistung (750 Std. x 120 Euro/Std.)	90.000,00 Euro
	Gesamtsumme	3.440.000,00 Euro

3. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Um die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme darzustellen, wurden seitens SUN folgende Rahmenbedingungen zur Betrachtung herangezogen. Diese berufen sich auf aktuelle Werte und Kostenschätzung der verschiedenen Abteilungen:

Zinssatz	4,5 %
Abschreibung	15 a
Stromkosten	0,40 EUR / kWh
Preissteigerung Instandhaltung	3 %
Preissteigerung Strom	4 %
Annuität	0,093

Investition Verdichter	3.440.000 EUR
Einsparung <i>E-Technik</i> *	800.000 EUR
Anlagenkosten effektiv	2.640.000 EUR

Instandhaltung alte Verdichter	30.000 EUR / a
Instandhaltung neue Verdichter	10.000 EUR / a

**Die Schaltanlage der alten Verdichter müsste erneuert werden. Dies würde für die reine E-seitige Erneuerung ca. 800.000,00 Euro kosten. Mit dem Neubau der Verdichter entfällt auch die Erneuerung der Schaltanlage, da die neuen Verdichter mit integrierter Steuerung geliefert werden. Damit ergibt sich bei Neubeschaffung der Verdichter eine Kostenersparnis von ca. 800.000,00 Euro, die für die Wirtschaftlichkeitsberechnung von den Investitionskosten (3.440.000,00 Euro) abgezogen werden.*

In der nachfolgenden Tabellen ist die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zwischen Alt-Verdichter und Neu-Verdichter dargelegt. Daraus wird ersichtlich das die Neuanschaffung wirtschaftlicher ist als den Alt-Bestand zu behalten:

I176.003 Ertüchtigung der Schwachlastbeleuchtungsanlage
Erneuerung Verdichterstation SLB/BB 1-4
B50 Betriebsgebäude

Objektplan

neue Verdichter							alte Verdichter	
Jahre	Zinsbasis	Zinsen	Tilgung	Instand- haltung	Anlagenkosten + Instandhaltung	Stromkosten	Instand- haltung	Stromkosten
1	2.640.000	118.800	176.000	10.000	304.800	1.765.146	30.000	1.938.716
2	2.464.000	110.880	176.000	10.000	296.880	1.835.752	30.900	2.016.264
3	2.288.000	102.960	176.000	10.000	288.960	1.909.182	31.827	2.096.915
4	2.112.000	95.040	176.000	10.000	281.040	1.985.549	32.782	2.180.791
5	1.936.000	87.120	176.000	10.300	273.420	2.064.971	33.765	2.268.023
6	1.760.000	79.200	176.000	10.609	265.809	2.147.570	34.778	2.358.744
7	1.584.000	71.280	176.000	10.927	258.207	2.233.473	35.822	2.453.094
8	1.408.000	63.360	176.000	11.255	250.615	2.322.812	36.896	2.551.218
9	1.232.000	55.440	176.000	11.593	243.033	2.415.724	38.003	2.653.266
10	1.056.000	47.520	176.000	11.941	235.461	2.512.353	39.143	2.759.397
11	880.000	39.600	176.000	12.299	227.899	2.612.847	40.317	2.869.773
12	704.000	31.680	176.000	12.668	220.348	2.717.361	41.527	2.984.564
13	528.000	23.760	176.000	13.048	212.808	2.826.056	42.773	3.103.946
14	352.000	15.840	176.000	13.439	205.279	2.939.098	44.056	3.228.104
15	176.000	7.920	176.000	13.842	197.762	3.056.662	45.378	3.357.228
		950.400	2.640.000	171.920	3.762.320	35.344.558	557.967	38.820.044

I176.003 Ertüchtigung der Schwachlastbelebungsanlage

Erneuerung Verdichterstation SLB/BB 1-4

B50 Betriebsgebäude

Objektplan

Nach der obigen Auswertung sind in den nachfolgenden Tabellen folgende 2 positive Einsparungen zu sehen.

a. Einsparung Energiekosten pro Jahr

Bei einer Annahme vom 0,40 EUR/kWh (aktueller Strompreis) würde man zwischen den alten Verdichtern und den neuen Verdichtern im Jahr eine Stromeinsparung von 173.570,00 Euro erzielen.

	Energieverbrauch pro Jahr in kWh	Einsparung pro Jahr in kWh	Einsparung pro Jahr in EUR (0,40 EUR / kWh)
Neue Verdichter	4.412.865		
Alte Verdichter	4.846.789	433.924	173.570

b. Gesamteinsparung Projekt

Mit der kompletten Berücksichtigung der Stromkosten, Instandhaltungskosten und der Investitionskosten würde man in 15 Jahren eine Gesamteinsparung von 271.132,00 Euro erreichen. Da davon auszugehen ist, dass die Stromkosten in Zukunft eher noch steigen, würde sich die Gesamteinsparung in Zukunft noch vergrößern.

	Gesamtinvestition inkl. Zinsen in EUR	Stromkosten in EUR 15 Jahre	Instandhaltungs- kosten in EUR 15 Jahre	Gesamtkosten in EUR	Ergebnis in EUR
Neue Verdichter	3.590.400	35.344.558	171.920	39.106.879	
Alte Verdichter	0	38.820.044	557.967	39.378.011	271.132

Basis der Berechnung

Für die alten Verdichter wurden die Daten für die spezifische Leistungsaufnahme (Wh/Nm³) aus dem Prüfprotokoll bei Abnahme der Verdichter von 1973 herangezogen.

Aufgrund von Verschleiß kann davon ausgegangen werden dass die Verdichter inzwischen wesentlich schlechtere Daten aufweisen und somit noch schlechtere Ergebnisse erzielen würden als in der Berechnung zu Grunde gelegt.

Für die neuen Verdichter wurde das Datenblatt vom Fabrikat SULZER HST 30 verwendet. Diese Verdichter (SULZER HST 30) sind bereits seit 2022 für die Belebungsbecken 5 und 6 installiert und somit bekannt.

**I176.003 Ertüchtigung der Schwachlastbeleuchtungsanlage
Erneuerung Verdichterstation SLB/BB 1-4
B50 Betriebsgebäude**

Objektplan

4. Daten der Maßnahme:

Projektnummer:	I176.003
Planungszeitraum:	Juli 2023 bis März 2025
Geplante Bauzeit:	April 2024 bis März 2025
Kostenanschlagssumme:	3.440.000,00 Euro
Geplante Finanzierung:	(siehe nachfolgende Tabelle)

Jahr	Erwarteter Mittelbedarf
Vorjahre	0,00 Euro
2023	555.000,00 Euro
2024	1.368.000,00 Euro
2025	1.517.000,00 Euro
Gesamt	3.440.000,00 Euro

Personal- und Sachkosten 3.440.000,00 €

Abschreibungsdauer 15 Jahre

Abschreibung pro Jahr: 229.333,33 €/a

kalkulatorische Zinsen
auf 50 % der Gesamtkosten 4,50% x 1.720.000,00 € = 77.400,00 €/a

Gesamt : 306.733,33 €/a

Gerundet : 306.800,00 €/a

*Für die neuen Verdichter wird mit einer Laufzeit von ca. 15 Jahren gerechnet. Daher beträgt die Abschreibungsdauer ebenfalls 15 Jahre.

Die künftig anfallenden Folgekosten – ohne Instandhaltung – betragen ca. 306.800,00 Euro/Jahr und werden im Rahmen des kostendeckenden Wirtschaftsplans der Stadtentwässerung und Umweltanalytik ausgeglichen.

Objektplan

5. Kostenzusammenstellung

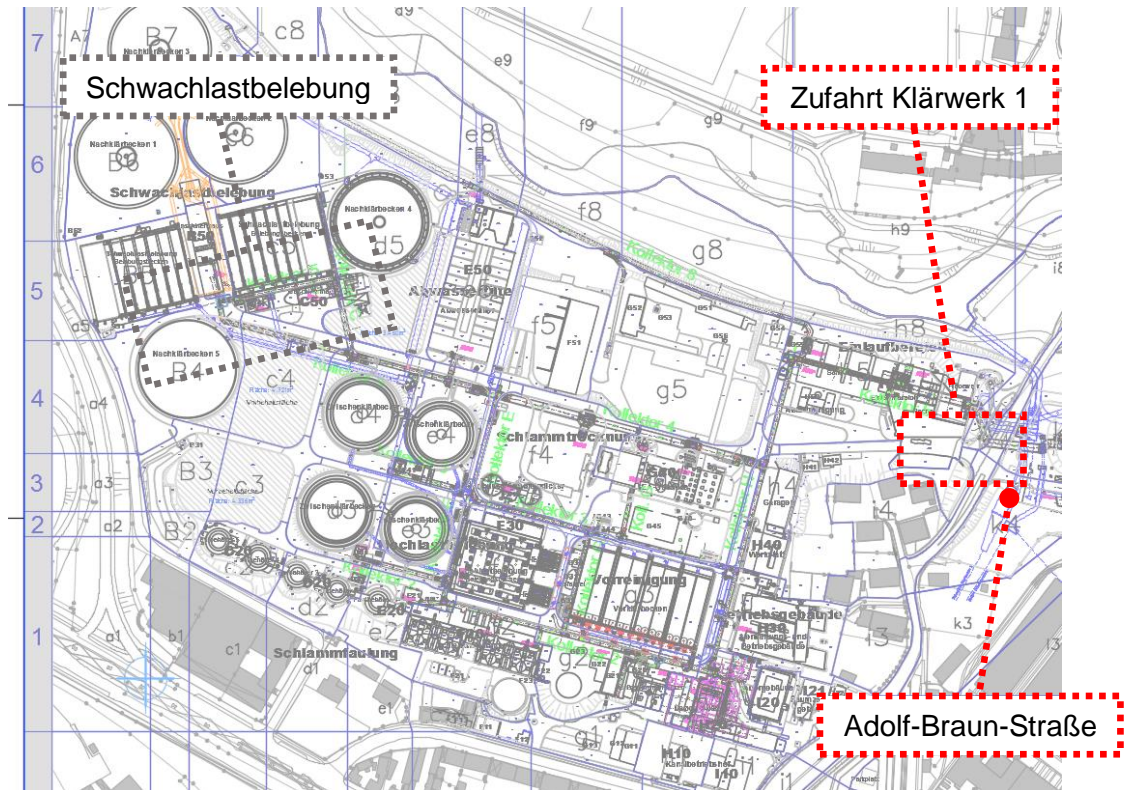
Die Kostenzusammenstellung ergibt sich wie folgt und wurde im Projektmodul angelegt:

Auftrags- nummer	Beschreibung	Menge	Einh. Preis [EUR]	Gesamtpreis [EUR]
ATI-005810	Eigenleistung	750	120,00	90.000,00
ATI-005811	Planung Technische Ausrüstung - Maschinentechnik	1	300.000,00	300.000,00
ATI-005811	Planung Technische Ausrüstung – Elektrotechnik	1	50.000,00	50.000,00
ATI-005811	Planung Verfahrens- und Prozessleittechnik	1	10.000,00	10.000,00
ATI-005811	Planung Tragwerk - Bautechnik	1	10.000,00	10.000,00
ATI-005812	Maschinentechnik - Verdichter- und Rohrleitungen	6	400.000,00	2.400.000,00
ATI-005813	Elektrotechnik - Elektroinstallation	1	220.000,00	220.000,00
ATI-005814	Prozessleittechnik - Prozessleitsystem	1	30.000,00	30.000,00
ATI-005815	Bautechnik – Beton- und Stahlbetonarbeiten	1	180.000,00	180.000,00
ATI-005816	Prüfung, Gutachten, Statik	1	50.000,00	50.000,00
ATI-005817	Nebenkosten	1	100.000,00	100.000,00
	Objektplansumme			3.440.000,00

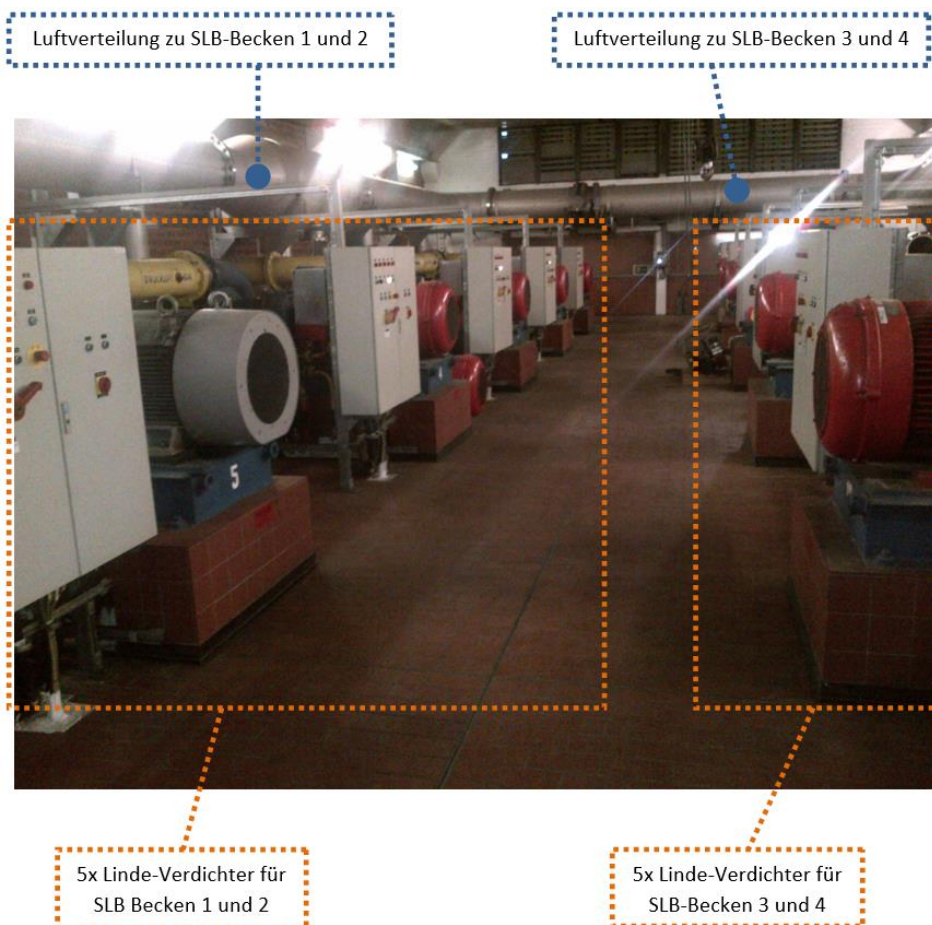
I176.003 Ertüchtigung der Schwachlastbelebungsanlage Erneuerung Verdichterstation SLB/BB 1-4 B50 Betriebsgebäude

Objektplan

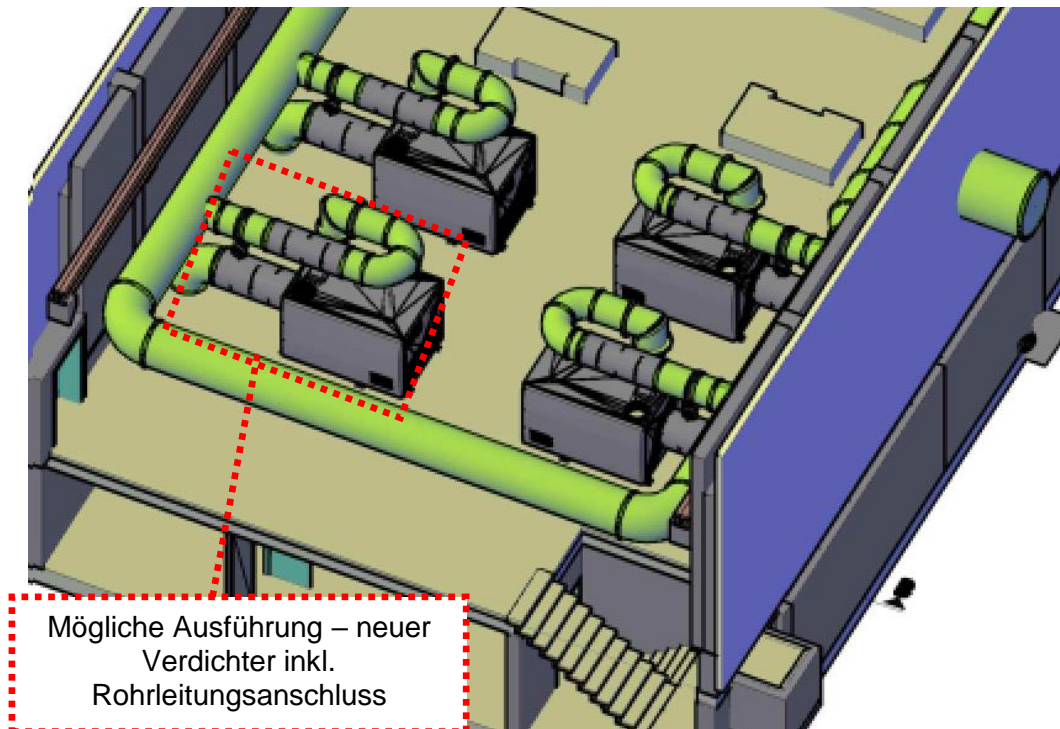
6. Lageplan



Objektplan



Objektplan



7. Genehmigung

Der Objektplan mit der Objektplansumme von **3.440.000,00 Euro** wird zur Genehmigung vorgelegt.

Nürnberg, 15.02.2023
Stadtentwässerung und
Umweltanalytik Nürnberg
Abwasserreinigung
Maschinentechnik
i. A.

Raum
(3614)