

STADT GÜGLINGEN

Tagesordnungspunkt Nr. 3
Vorlage Nr. 190/2023-Ö
Sitzung des Gemeinderates
am 05. Dezember 2023

-öffentlich-

AZ 022.31

Einbau einer Enthärtungsanlage

Beschlussantrag

Die Verwaltung stellt den Antrag die Lieferung und den Einbau einer Enthärtungsanlage im SB Kaiserberg durch das Ing. Joachim Plack aus Kornwestheim auszuschreiben.

Die entsprechenden finanziellen Mittel in Höhe 500.000 € netto werden im Haushalt 2024 eingestellt.

Ke 23.11.2023

ABSTIMMUNGSERGEBNIS		
	Anzahl	
Ja-Stimmen		
Nein-Stimmen		
Enthaltungen		

In der letzten Gemeinderatssitzung am 17.10.2023 wurde der Einbau einer Enthärtungsanlage im SB Kaiserberg vorgestellt und besprochen.

Als Anlage wird die aktualisierte Kostenberechnung für die Enthärtungsanlage angehängt.

Ein Hinweis noch die vorgestellte rechnerische Wasserpreiserhöhung für die Investition der Enthärtungsanlage in der Sitzung am 17.10.2023 wurde schon ohne Berücksichtigung der Fördermittel kalkuliert.



Verbesserung der Eigenwasser- qualität und Erhöhung der Eigen- wassermenge der Stadt Güglingen

Nachrüstung einer Enthärtungsanlage

September 2022 / Aktualisierung 2023

Auftragsnummer: 120 - 3

Stadt Güglingen

Kreis Heilbronn

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung und Zielsetzung	2
2. Derzeitige und künftige Versorgung	3
3. Anlagenbeschreibung	4
3.1 Aufbereitungsschritte.....	4
3.2 Erweiterung der Ultrafiltration	4
3.3 Teilstromenthärtung mit Entsäuerung.....	5
3.4 Entwässerung in den Riedfurtbach.....	6
3.5 Unterbringung im PW Kaiserbach	6
4. Kostenberechnung	7
5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	9
6. Terminplan	12
7. Zusammenfassung	12

Anlagen:

- Zeichnung Nr. 120 - 3 - 3/BW01 Aufstellungsplan SB Kaiserberg
- Zeichnung Nr. 120 - 3 - 3/VT01 Verfahrensschema
- Zeichnung Nr. 120 - 3 - 3/VT02 Verfahrenstechnische Ausrüstung
(wird nachgereicht)

1. Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die Stadt Göglingen deckt ihren Wasserbedarf zum einen mit Fremdwasser des Zweckverbandes Bodensee-Wasserversorgung (BWV) und zum anderen mit Eigenwasser aus mehreren Tiefbrunnen und einer Quelle.

Seit Ende 2019 befindet sich die Ultrafiltrationsanlage im Sammelbehälter Kaiserberg in Betrieb, und es wird Mischwasser mit 13 °dH (Härtebereich 2; bis 14 °dH) an die Verbraucher abgegeben.

Obwohl seit Inbetriebnahme der Aufbereitungsanlage das Eigenwasserkontingent erhöht werden konnte kam es in den Sommermonaten 2020 zu erheblichen Überziehungen des BWV-Bezugsrechtes und somit zu ca. 18.000 Euro Mehrkosten durch den sehr hohen Bezugspreis (2,35 €/m³ bei Überziehung, verglichen mit 54 ct/m³ im Normalfall).

Im Hinblick auf eine weitere Verbrauchserhöhung durch das geplante neue Gewerbegebiet Langwiesen IV in Frauenzimmern wird der monatliche Verbrauch um ca. 100 - 150 m³/Monat weiter steigen.

Eine Bezugsrechtserhöhung beim Zweckverband Bodenseewasserversorgung ist mittelfristig nicht möglich, da deren Kapazitäten derzeit ausgeschöpft sind.

Durch den Bau einer Teilenthärtungsanlage (Nanofiltration) kann eine weitere Erhöhung der Eigenwassernutzung der Stadt Göglingen und somit die Erhöhung der Versorgungssicherheit in Spitzenmonaten realisiert werden. Die Aufstellung einer solchen Anlage im bestehenden Sammelbehälter Kaiserberg ist Gegenstand des vorliegenden Entwurfs.

2. Derzeitige und künftige Versorgung

Im Januar 2021 wurde das Bezugsrecht bei der BWV um 2 l/s von 8 auf 10 l/s erhöht. Seitdem laufen dem HB Hummelberg 14,5 l/s (10 l/s BWV und 4,5 l/s Eigenwasser) zu. Damit Trinkwasser im Härtebereich 2 (bis 14 °dH) abgegeben werden kann, ist das Mischungsverhältnis auf die Zielhärte von 13 °dH eingestellt.

Insgesamt werden aus den beiden Hochbehältern ca. 350.000 m³/a Trinkwasser (240.000 m³/a BWV und 110.000/a m³ Eigenwasser) abgegeben.

Die BWV-Bezugsmenge übers Jahr bedeutet bereits jetzt eine Auslastung der Bezugsquote von 76 %. Ziel wären ca. 60 % der Beteiligungsquote um Spitzenmonate und Tagesspitzenverbräuche abdecken zu können. Eine Erhöhung der Beteiligungsquote ist gemäß BWV in absehbarer Zeit (ca. 10 Jahre) jedoch nicht möglich.

Durch eine Aufbereitung des Eigenwassers mit 26°dH mittels Teilenthärtung auf ca. 10°dH kann dieses unbegrenzt im HB Hummelberg gemischt werden.

Berücksichtigt man den künftigen Wasserverbrauch von 400.000 m³/a ist von weiteren Überschreitungen des BWV-Kontingentes auszugehen.

Im Oktober 2021 wurden zwei Varianten zur Verbesserung der Versorgungssicherheit untersucht. Dabei konnte die Variante mit Erweiterung der bestehenden Ultrafiltrationsanlage (max. Eigenwassernutzung mit bestehender UF-Anlage) wirtschaftlich dargestellt werden.

Die Ultrafiltrationsanlage ist auf eine Aufbereitungsmenge von 6 l/s ausgelegt. Sie wird auf ihre maximale Kapazität von 8 l/s ausgebaut.

3. Anlagenbeschreibung

3.1 Aufbereitungsschritte

Die Anlage ist in folgende Aufbereitungsschritte gegliedert:

- Zulauf der einzelnen Eigenwässer in die Rohwasserkammer ($V = 200 \text{ m}^3$) mit separaten Verwurflungen im Falle von hohen Trübungseinbrüchen
- Trübstofffiltration mittels Ultrafiltrationsanlage.
- Zwischenbehälter ($V = 5 \text{ m}^3$) für die Teilstromenthärtung
- Teilstromenthärtung über eine Umkehrosroseanlage mit Bypass für eine Zielhärte von 10 °dH mit anschließendem Flachbettbelüfter zur Einstellung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts.
- Reinwasserkammer ($V = 200 \text{ m}^3$) mit anschließender Förderung über eine UV-Anlage in den HB Hummelberg und dortiger Mischung mit BWV-Wasser.

3.2 Erweiterung der Ultrafiltration

Die vorhandene Ultrafiltrationsanlage ist auf eine Aufbereitungsmenge von 6 l/s ausgelegt. Sie wird auf ihre maximale Kapazität von 8 l/s ausgebaut.

Hierfür werden die beiden freien Plätze auf der Kompaktanlage mit baugleichen Druckrohren wie im Bestand bestückt. Danach werden die Anlagenparameter wie Spülwassermenge, Grenzwerte, Störmeldungen an die neue Aufbereitungsmenge angepasst.

Das entstehende Reinwasser aus der UF-Anlage wird in einer Sammelleitung DN 100 dem Zwischenbehälter zugeführt.

3.3 Teilstromenthärtung mit Entsäuerung

Das Mischwasser hat, je nachdem wieviel Brunnenwasser gerade benötigt wird, eine Gesamthärte von ca. 26°dH.

Zur Einstellung der Zielhärte von 10°dH werden lediglich 5,4 l/s des harten Rohwassers über die Membrananlage geleitet. Der restliche Teil (2,6 l/s) wird in einem Bypass um die Anlage geführt und mit dem nahezu vollentsalztem Reinwasser (Permeat mit 0,5 °dH) aus der Membrananlage vermischt.

Aus dem Zwischenbehälter wird das harte Eigenwasser über die Umkehrosmoseanlage gepumpt. Bevor das so aufbereitete weiche Wasser in die Reinwasserkammer gelangt wird es zusammen mit dem „Bypasswasser“ über den Flachbettbelüfter geleitet. Dabei wird durch Zuführen von Luft im Gegenstrom das überschüssige Kohlendioxid ausgegast (abgestript) und das Mischwasser ins Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht (KKG) gebracht. Dies garantiert, dass das Wasser weder kalkabscheidend noch aggressiv wirkt.

Die Membrananlage wird mit Niederdruckumkehrosmoseelementen (XLE-Membranen) bestückt. Sie erzeugt ein nahezu vollentsalztes Reinwasser (Permeat) mit einer Gesamthärte von ca. 0,5 °dH. Damit die Zielhärte von 10 °dH eingestellt werden kann wird die einstrassige Anlage für eine Aufbereitungsmenge (Rohwasser) von 5,4 l/s ausgelegt. Bei 80 % Anlagenausbeute wird ein Reinwasserstrom von 4,3 l/s erzeugt. Durch Mischung mit 2,6 l/s Rohwasser erreicht man dann die Zielhärte von 10 °dH.

Durch die starke Aufkonzentrierung der Ionen auf der Konzentratseite (ca. 5fach) besteht die Gefahr, dass Sulfate (Gips) und Karbonate (Kalkstein) ausfallen und die Membran mit der Zeit zusetzen können. Dieser Vorgang wird „Scaling“ genannt. Zur Vermeidung dieser Ausfällungen wird dem Rohwasser Natriumtripolyphosphat bzw. ein entsprechend zugelassenes Konditionierungsmittel (Anti-

scalant) zugegeben. Dieser Zusatz ist dann im Produktionswasser (Konzentrat) von 1,1 l/s, welches zum Riedfurtbach fließt, enthalten.

Bei einem Rückgang der Permeatleistung muss die Anlage gespült werden. Das geschieht durch Ansetzen von Säure, Lauge oder/und Natriumhypochloritlösung und ist erfahrungsgemäß 2mal jährlich erforderlich. Das Spülen erfolgt im sogenannten „Batch-Betrieb“ aus einem fest installierten Spülwasserbehälter (Reinigungseinheit). Die Entsorgung des Spülwassers erfolgt nach eventuell notwendiger pH-Wert-Neutralisation schadlos durch Abtransport zur Kläranlage. Die erwartete Menge beträgt ca. 2 m³/a.

Zusätzlich zur Enthärtung kann eine Umkehrosmoseanlage auch künftig mögliche Störstoffe wie Pestizide, Herbizide, etc. weitgehend entfernt werden (bis zu 70 % im Mischwasser).

3.4 Entwässerung in den Riedfurtbach

Die vorhandene Einleiterlaubnis für das Spülwasser der UF-Anlage muss für die Ableitung des Konzentratwassers (1,1 l/s; 28.000 m³/a) aus der Umkehrosmoseanlage erweitert werden.

Hier muss eine enge Abstimmung mit dem zuständigen Landratsamt und den weiteren Behörden erfolgen.

Inwieweit die Ableitung direkt oder durch Vermischung vorhandener ungenutzter Eigenwasservorkommen erfolgen kann ergibt die weitere Planung.

3.5 Unterbringung im PW Kaiserbach

Die Umkehrosmoseanlage mit ihren Komponenten (Rack mit Druckrohren, Flachbettbelüfter und der Zwischenbehälter) kann im EG des Sammelbehälters Kaiserberg untergebracht werden. Es bedarf keines weiteren Anbaus.

Hierfür wird in der fehlenden Decke zwischen Eingangsebene und Rohrkeller - es existiert eine Galerie - zur Hälfte eine Gitterrostebene eingezogen. Auf dieser können der Zwischenbehälter und der Flachbettbelüfter aufgestellt werden. Es wird darauf geachtet, dass das verbleibende Montageauge für die UF-Anlage und den Pufferbehälter im Rohrkeller ausreicht.

Die Umkehrosmoseanlage besteht aus drei Druckrohren à 6 m Länge. Die Druckrohre werden übereinander angeordnet und so nahe wie möglich an die linke Wand gerückt. Die Verrohrung für die Verbindungsleitungen erfolgt jeweils stirnseitig der Druckrohre. Gegenüberliegend der Zugangstüre kann die Reinigungseinheit mit Behälter und Zirkulationspumpe aufgestellt werden.

Zum Ein- und Ausbau der einzelnen Membranelemente (1 m Länge) muss stirnseitig der Druckrohre jeweils ca. 1,5 m Platz vorgehalten werden.

Die Antiscalantdosierung mit Ansatzbehälter, Dosierpumpen und Betriebsmittellagerung erfolgt im Nebenraum des PW Kaiserberg

4. Kostenberechnung

Die genannten Kosten in beiliegender Kostenberechnung beruhen auf aktuellen Ausschreibungsergebnissen. Es ergeben sich durchschnittliche Mehrkosten von ca. 10 % verglichen mit Preisen von Mitte 2022.

Kostenzusammenstellung

Maßnahme	Kosten
Verfahrenstechnische Ausrüstung	240.000,00 EUR
Umkehrosmoseanlage 5,4 l/s Feed	55.000,00 EUR
Zwischenbehälter 5 m ³	20.000,00 EUR
Dosiereinrichtung	15.000,00 EUR
Pumpen (Feed und Bypass)	12.000,00 EUR
Reinigungseinheit	13.000,00 EUR
Flachbettbelüfter 7 l/s mit Gebläse	33.000,00 EUR
Armaturen	16.000,00 EUR
Rohrleitungen etc.	45.000,00 EUR
Montage und Leistungsnachweise	11.000,00 EUR
Erweiterung UF-Anlage (2 Druckrohre)	20.000,00 EUR
Elektrotechnische Ausrüstung	80.000,00 EUR
Einbindung UO in vorh. Steuerung	18.000,00 Euro
Erweiterung PLS	13.000,00 EUR
Messtechnik (Drücke, LF, pH, MID`s, etc.)	34.000,00 EUR
Sonstiges (Kabeltrassen, Beleuchtung, ...)	15.000,00 EUR
Gitterrostebene	65.000,00 EUR
Summe ohne NK netto	385.000,00 EUR
Nebenkosten (Büro IJP und Statik)	95.000,00 EUR
Summe netto	480.000,00 EUR

Summe Baukosten netto	480.000,00 EUR
Mehrwertsteuer 19 % (gerundet)	90.000,00 EUR
Summe Baukosten brutto	570.000,00 EUR

5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens werden neben den Investitionskosten die Jahreskosten, resultierend aus den Kapitalkosten (Abschreibungen und Zinsen) und den Betriebskosten berechnet. Die Kapitalkosten werden mit einem Zinssatz von 2 % nach der Annuität ermittelt. Dabei wird von einer gleichbleibenden jährlichen Abzahlung ausgegangen, die sich aus Zins und Tilgung zusammensetzt.

Folgende Abschreibungszeiträume sind den Berechnungen zugrunde gelegt:

	Zeitraum	Annuität
Bauwerke und Leitungen	50 Jahre	3,20 %
Technische Ausrüstung	20 Jahre	6,11 %

Bei der Betriebskostenberechnung wurde von folgenden Annahmen ausgegangen:

Strompreis	0,30 EUR/kWh
Chemikalien	Materialkosten einschl. Lieferung
Stundensatz für Mitarbeiter zur Anlagenbetreuung	50,00 EUR/h

Weitere Eckdaten zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Wasserverbrauch	350.000 m ³ /a (künftig 400.000 m ³ /a)
Verkaufte Wassermenge (15 % Verlust)	300.000 m ³ /a (künftig 350.000 m ³ /a)
Derzeitiger BWV-Bezug	240.000 m ³ /a
Derzeitige Eigenwasserförderung	110.000 m ³ /a

Künftige Eigenwassermenge	
(20 h/d Aufbereitung)	182.000 m ³ /a
Künftiger BWV-Bezug	168.000 m ³ /a
Rohwasserbezug aus Brunnen/Quelle	210.000 m ³ /a
Feedmenge über UO-Anlage	142.000 m ³ /a
Bypassmenge	68.000 m ³ /a

Verbrauchsdaten (Grundlage Verbrauchsjahr 2020)

Bereitgestellte Wassermenge	350.000 m ³ /a
Verkaufte Wassermenge	310.000 m ³ /a
Monatlicher Verbrauch	29.200 m ³ /a
Spitzenmonat (Faktor 1,5)	43.800 m ³ /Monat
Tageshöchstmengen	1.500 m ³ /d (1.200 – 1.600 m ³ /d)
Überschreitungszahlungen	18.000 €/a (entspr. 7.700 m³/a)
(Das Bezugsrecht lag noch bei 8 l/s)	
Eingestellte Bezugsmenge	14,5 l/s (10 l/s BWV; 4,5 l/s Eigenwasser)
Tageshöchstmenge (24 h Zulaufzeit)	1.250 m ³ /d (2021)

Künftige Verbrauchsdaten:

Künftiger Jahresbedarf	400.000 m ³ /a (Mehrverbrauch ca. 140 m ³ /d)
Künftiger Spitzenmonat (140 m ³ /d Mehrverbrauch)	48.000 m ³ /Monat
Tageshöchstmengen	1.600 m³/d (1.400 - 1.700 m ³ /d)
Eingestellte Mischwassermenge	13,3 l/s (6,4 l/s BWV; 6,9 l/s Eigenwasser)
Durchschnittliche Förderzeit	20 h/d

Investitionskosten

	Investitionskosten inkl. Nebenkosten	Abschreibungs- dauer	Annuität	Jährliche Abschreibungskosten
Gitterrost, Stützen, Unterzüge	75.000 EUR	50 Jahre	3,20 %	2.400 EUR/a
Technische Ausrüstung	405.000 EUR	20 Jahre	6,11 %	24.700 EUR/a
Gesamtsumme	480.000 EUR			27.100 EUR/a

Betriebskosten

Membranersatz	Membranwechsel alle 7 Jahre UF-Anlage: 120 m ² x 1/7 à 40 EUR/m ² UO-Anlage: 600 m ² x 1/7 à 15 EUR/m ²		2.200 EUR/a
Chemikalien	Phosphatzugabe für 142.000 m ³ /a ca. 900 kg/a à 12,- EUR/kg		10.800 EUR/a
Stromverbrauch	UF-Anlage 1.500 kWh/a Feedpumpen: ca. 110 m, 142.000 m ³ /a inkl. Gebläse, Beleuchtung usw. 67.500 kWh/a Energiepreis: 0,30 EUR/kWh		20.200 EUR/a
Anlagenbetreuung im Dauerbetrieb	ca. 0,5 h pro Tag (260 Arbeitstage) Stundensatz: 50 EUR/h		6.500 EUR/a
Energiekosten für Mehrförderung in HB Hummelberg	Förderpumpen: ca. 60 m, 72.000 m ³ /a 18.700 kWh/a Energiepreis: 0,30 EUR/kWh		5.600 EUR/a
Wasserpfeffig	100.000 m ³ /a Mehrbezug Eigenwasser à 10 ct/m ³		10.000 EUR/a
Minderbezug BWV-Wasser	72.000 m ³ /a à 48 ct/m ³		-34.600 EUR/a
Überschreitung BWV	Keine Überschreitung des BWV- Kontingentes zu erwarten. (Ansatz: ca. 24.000 € in 3 Jahren)		-8.000 EUR/a
Gesamtsumme			12.700 EUR/a

Rechnerische Wasserpreiserhöhung (ohne bestehende Betriebskosten)

$$39.800 \text{ EUR/a} : 310.000 \text{ m}^3/\text{a} = \mathbf{0,13 \text{ EUR/m}^3}$$

6. Terminplan

Für die Umsetzung der Maßnahme wird von folgender Zeitschiene ausgegangen:

- Entwurfsplanung September 2022
- Zuschussantrag Ende September 2022
- Zuwendungsbescheid März/April 2023
- Einleiterlaubnis und Statik bis März 2023
- Ausführungsplanung bis Mai 2023
- Ausschreibung und Vergabe Juni/Juli 2023
- Baubeginn November 2023
- Inbetriebnahme / Bauende Juli 2024

7. Zusammenfassung

Die ermittelten Kosten für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind reine Mehrkosten zu den jetzt bestehenden Kosten für die Eigenwasseraufbereitung über die bestehende UF-Anlage und der Eigenwasserförderung!

Mit lediglich 13 ct/m³ Mehrkosten ist die Umsetzung der Maßnahme wirtschaftlich darstellbar.

Die genannten Ziele hinsichtlich Mischbarkeit, Qualitätssicherung und Optimierung der Eigenwassernutzung werden hinsichtlich der Eigenwassernutzung deutlich besser:

- Das Eigenwasser kann optimal genutzt werden. Die Auslastung des Bezugsrechtes von 10 l/s beträgt 53 %. Eine mittelfristige Erhöhung des Bezugsrechtes ist nicht erforderlich. Selbst bei künftigen Verbräuchen von 400.000 m³ liegt die Auslastung erst bei 70 %.
- Durch die Teilstromenthärtung können künftige Störstoffe wie Pestizide, Herbizide, etc. weitgehend entfernt werden (bis zu 70 % im Mischwasser).

Vor dem Hintergrund der hohen BWV-Bezugskosten bei Überschreitung der Beteiligungsquote und der Tatsache, dass eine Erhöhung der Bezugsquote in den nächsten 10 - 15 Jahren nicht möglich sein wird, ist die Umsetzung der geplanten Maßnahme in jedem Fall zu empfehlen.

Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahmen ist der Erhalt der notwendigen Einleiterlaubnis für das Konzentratwasser der Umkehrosmoseanlage in den Riedfurtbach. Diese muss in Abstimmung mit dem Landratsamt erfolgen. Alternativ ist eine Versickerung denkbar. Zudem kann dem Konzentratstrom überschüssiges Eigenwasser beigemischt werden (ca. 1 l/s). Eine Einleitung in den 400 m entfernten Kanal wäre ebenfalls denkbar, ist jedoch im Hinblick auf Vermeidung von „Fremdwasser“ im Kanalisationssystem nicht wünschenswert.

Aufgestellt:

Kornwestheim, 31.10.2023

Joachim Plack