

23.03.10

Abwasserentsorgung

ARA Furt

Variantenstudie Kapazitätssteigerung/Ausbau Biologie

Genehmigung Kreditfreigabe Pilotversuche

Ausgangslage

Die ARA Furt wird aktuell biologisch mit rund 43 000 Einwohnerwerte (EW) belastet. Dies entspricht 97 % der Auslegung auf 44 500 EW. Bei dem zu erwartenden Wachstum der Einwohnerzahlen (Entwicklungskonzept Raum Bülach vom 31. Mai 2019 und Bevölkerungsprognose 2040, Stadt Bülach, vom 20. Juni 2022) ist die Kapazitätsgrenze in den nächsten Jahren erreicht.

Es ist daher erforderlich, ein Projekt zur Kapazitätserhöhung der Biologie aufzugleisen und einen Ausbau im Zeitraum von 2026 bis 2028 ins Auge zu fassen. Der technische Bericht vom 19. Januar 2017 zur ARA-Strategie 2030 weist auf einen nötigen Ausbau hin. Die entsprechenden finanziellen Mittel wurden darauf basierend in die Investitionsplanung für die Jahre 2026 bis 2028 aufgenommen. Das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Sektion Gewässerschutz, hat mit Schreiben vom 8. Dezember 2023 festgehalten, dass die ARA Furt die gewässerschutzrechtlichen Auflagen vollständig erfüllt und gemäss den gesetzlichen Vorlagen weiter betrieben werden kann. Das AWEL hat deshalb die bestehende Einleitungsbewilligung bis zum 31. Dezember 2026 verlängert. Dem AWEL ist bis spätestens zu diesem Zeitpunkt, ein Bauprojekt für den Ausbau der ARA Furt zur Bewilligung einzureichen. Aufgrund dieser Ausgangslage ist die Hunziker Betatech AG, Bülach, beauftragt worden, eine Variantenstudie zu erstellen, um zu klären, auf welche Ausbaugrössen und mit welchem Verfahren die Biologie erweitert werden soll.

Gemäss dem nun vorliegenden technischen Bericht «Variantenstudie Ausbau Biologie» der Hunziker Betatech AG vom 21. Dezember 2023 zeigt die Prognose für den Ausbauhorizont eine Belastung von 58 000 EW für das Jahr 2045. Dieser Umstand hat, zusammen mit den zukünftigen kantonalen Anforderungen an die Reinigungsleistung, die Rahmenbedingungen für das auszuwählende Verfahren gegeben. Erschwerend für die Planung sind die noch unklaren gesetzlichen Anforderungen, die zum Zeitpunkt der Baueingabe gelten werden. Im Fokus sind dabei insbesondere zwei Anpassungen:

- Kriterien für die Erstellung einer Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen
- Numerische Anforderungen an die Stickstoffelimination



Es wurden drei verschiedene Varianten untersucht und mit zuvor bestimmten Kriterien, wie zum Beispiel die Abwassermengen und -frachten, der Gewässerraum -und die Gewässerschutzzonen, der Hochwasserschutz und die Baugrundverhältnisse, bewertet und beurteilt:

- Belebtschlammverfahren im A/I-Betrieb (alternierender/intermittierender Betrieb, heutiges Verfahren, teuer in der Erstellung, günstig im Betrieb, erfordert Platz)
- Membranbioreaktor im A/I-Betrieb
(teuer in der Erstellung und Betrieb, kann aber in bestehender Infrastruktur realisiert werden)
- Verfahren mit granuliertem Schlamm/granulierter Biomasse
(günstig in der Funktionssicherheit, erfordert eine Pilotphase zur Feststellung der Eignung in Bülach)

Zielvorgabe seitens der Stadt Bülach und den Anschlussgemeinden ist, die Erweiterung der biologischen Stufe möglichst in der bestehenden Infrastruktur und mit minimaler Beanspruchung an Fläche zu realisieren. Die grösste Herausforderung stellt die Vorgabe dar, dass zukünftig auch bei Ausserbetriebnahmen/Umbauten in der biologischen Stufe jederzeit mindestens $\frac{3}{4}$ der maximalen Abwassermenge behandelt werden muss. Dabei stellen die beiden bestehenden Nachklärbecken das hydraulische Nadelöhr dar. Bei Ausserbetriebnahme eines Nachklärbeckens stehen nur noch 50 % der gesamten hydraulischen Kapazität zur Verfügung. Zu den vorgenannten Eignungskriterien ist zudem der betriebswirtschaftliche Aspekt miteinzubeziehen.

Die biologische Kapazität wird vereinfacht abgeschätzt. Die heutige Gesamtstickstoffelimination der ARA Furt beträgt im Schnitt über 80 %. Massgebend dafür verantwortlich ist einerseits das A/I-Verfahren und andererseits die separate Faulwasserbehandlung. Wie genau der Leistungsanteil der beiden Verfahren zur Gesamtstickstoffelimination beiträgt ist nicht bekannt. Für die Auslegung wird davon ausgegangen, dass eine Steigerung der Belastung mit der gleichen Steigerung der biologischen Kapazität zu vergleichbaren Ergebnissen führt. Einer Steigerung der Belastung um 25 % muss daher mit einer Erhöhung der Kapazität der biologischen Stufe um 25 % entgegengewirkt werden. Da die untersuchten Varianten alle auf der Basis des Belebtschlammverfahrens im A/I-Betrieb beruhen, bedeutet dies, entweder eine Erhöhung der Belebtschlammkonzentration, oder eine Vergrösserung der Belebtschlammbecken im Umfang der erweiterten Belastung.

Verfahren

Belebtschlammverfahren im A/I-Betrieb (alternierend/intermittierend)



Beim A/I-Verfahren handelt es sich um das aktuell auf der ARA Furt betriebene Verfahren. Die biologische Reinigung findet in den Belebungsbecken statt, wo das Abwasser von Bakterien gereinigt wird. Je nach Stoff, der abgebaut werden soll, erfolgt dies in belüfteten oder in unbelüfteten und gerührten Betriebsphasen. Die beiden Betriebsphasen werden wechselseitig in den beiden bestehenden Doppelstrassen betrieben. Nach der Reinigung gelangt das Abwasser-Schlamm-Gemisch in die Nachklärbecken, wo der Schlamm abgesetzt und wieder an den Anfang der Belebungsbecken gepumpt wird. Das dekantierte, gereinigte Abwasser gelangt zur letzten Reinigungsstufe, der Filtration.

Zur Erreichung der zukünftigen Anforderungen unter den prognostizierten Belastungen sind 25 % mehr Beckenvolumen (rund 1 500 m³) notwendig. Die Anforderung nach der hydraulischen Redundanz kann nur erreicht werden, wenn ein zusätzliches Nachklärbecken erstellt wird. Somit müsste für diese Varianten je ein baugleiches Belebungsbecken (Doppelbecken) und Nachklärbecken erstellt werden. Die Vergrößerung der Nachklärkapazität könnte das zusätzliche Biologievolumen gemäss Hunziker Betatech AG nicht kompensieren, weil das Nachklärbecken nicht tief genug ist. Zwar könnte das fehlende Biologievolumen beispielsweise auch durch eine Aufstockung der bestehenden Becken von heute rund 5.4 auf 6.8 m Wassertiefe erfolgen. Ein Betrieb mit zwei Biologiestrassen und drei Nachklärbecken wäre aber alles andere als komfortabel. Bereits heute ist der gleichmässige Betrieb beider Strassen nicht möglich.

Membranbioreaktor im A/I-Betrieb

Das Membranverfahren unterscheidet sich vom A/I-Verfahren und dem konventionellen Belebtschlammverfahren darin, dass auf die Nachklärbecken verzichtet werden kann. Jedoch ist es sehr energieintensiv. Die Trennung des Schlammes vom gereinigten Abwasser erfolgt mit feinporigen Membranen. Das Volumen der Nachklärbecken reduziert sich auf den Platzbedarf der Membranmodule. Eine weitere Volumenreduktion erfolgt durch die Möglichkeit, den Belebtschlamm in den Belebungsbecken viel konzentrierter zu fahren als im A/I-Verfahren. Die Konzentration ist nicht mehr durch die Absetzung im Nachklärbecken limitiert, sondern durch die Effizienz der Belüftung. Dadurch reichen kleinere Belebungsbecken zur vollständigen biologischen Abwasserreinigung aus. Die bestehenden Belebungsbecken mit dem konzentrierten Belebtschlamm der ARA Furt würden für die biologische Abwasserreinigung ausreichen. Die Anpassungen der Becken müssten mit einer dichteren Belüfterbelegung und allenfalls mit Betoninstandstellungen erfolgen. Die Membranmodule, die zugehörigen Membranpumpen und Gebläse, welche in einem der beiden Nachklärbecken Platz finden würden, müssten entsprechend umgebaut werden.

Verfahren mit granuliertem Schlamm/granulierter Biomasse



Das Verfahren mit granulierter Biomasse optimiert das Belebtschlammverfahren. Durch eine Selektion des Schlammes (Granuli) wird die Absetzbarkeit des Schlammes in der Nachklärung deutlich erhöht, was eine höhere Konzentration an Biomasse in den Reaktionsbecken und/oder kleineren Nachklärbecken ermöglicht. Dadurch wird auch die Leistung der biologischen Stufe erhöht. Die Selektion der granulierten Biomasse erfolgt mit Zyklonen, welche den schlechter absetzbaren Schlamm als Überschussschlamm ausschleusen und den besser absetzbaren Schlamm in der Biologie anreichern. Das Verfahren ist relativ neu. Ob, wie weit und wie schnell sich der Schlamm der bestehenden ARA granuliert, ist nicht gesichert. Um gesicherte Dimensionierungsgrundlagen zu sammeln, werden in der Regel mindestens einjährige Versuche mit einer Pilotanlage durchgeführt.

Grobkostenschätzung

	A/I Belebtschlamm ⁴	A/I MBR ⁵	A/I granuliert
Bau	3 BB /3 NKB /1 Hebe- werk / 1 RLS-Pump- werk = 9 Mio Franken	Umbau NKB 2 Mio. Franken	0.75 Mio. Franken
Ausrüstung	3.5 Mio. Franken	12 Mio. Franken	1.5 Mio. Franken
Baunebenkosten	2.5 Mio. Franken	3 Mio. Franken	0.75 Mio. Franken
Investitionen	15 Mio. Franken	17 Mio. Franken	3 Mio. Franken
Kapitalkosten ⁶	580 000 Franken	1 440 000 Franken	165 000 Franken
Betriebskosten ⁷	90 000 Franken	230 000 Franken	90 000 Franken
Jahreskosten	670 000 Franken	1 670 000 Franken	255 000 Franken

⁴ Eventueller Wegfall Rücklaufbehandlung nicht berücksichtigt.

⁵ Wegfall Filtration bei den Investitionskosten nicht berücksichtigt.

⁶ Investitionen Bau werden linear über 50 Jahre, Ausrüstung und Baunebenkosten werden linear über 15 Jahre abgeschrieben. Die Investitionen der Membranen (12 Mio. Franken) werden wegen der Garantieangaben auf Membranen auf 10 Jahre linear abgeschrieben.

⁷ Nur zusätzliche Betriebskosten für Energie (0.2 Fr./kWh) aufgrund Belastungszuwachs und Verfahrenswechsel.

Es wurden lediglich Massnahmen in der biologischen Stufe geschätzt. Die Kostenschätzung beruht auf Kennwerten, wie zum Beispiel Energie, Betriebsmittel und vergleichbaren Projekten. Die Kostengenauigkeit beträgt +/- 30 %, inkl. MwSt.



Variantenempfehlung

Die Auslegung für die Variantenstudie des Berichts der Hunziker Betatech AG erfolgt auf Erfahrungswerten anderer Kläranlagen, wie zum Beispiel ARA Glarnerland, ARA Blindei und ARA Gossau.

Die Hunziker Betatech AG empfiehlt das Verfahren «Membranbioreaktor im A/I-Betrieb» nicht weiterzuverfolgen. Das Verfahren brilliert durch die Leistung und den Platzbedarf und zudem kann damit komplett auf die Filtration verzichtet werden. Diese Vorteile stehen aber enormen Kosten und höchst aufwändigen Provisorien während der Bauzeit unter laufendem Betrieb gegenüber.

Die Erweiterung mit dem Belebtschlammssystem um 50 % mit einer dritten Strasse bedeutet Möglichkeiten in vielen Aspekten: Die Schaffung von Kapazitätsengpässen über den Betrachtungshorizont hinaus, allenfalls den Verzicht auf die Faulwasserbehandlung und die Beseitigung der Engpässe in der Funktionssicherheit (Nachklärbecken). Die Nachteile: Die Investitionskosten sind hoch, die Landreserven werden empfindlich geschmälert. Die Hunziker Betatech AG beurteilt diese Lösung aber als valabel und robust.

Streng genommen stellt das Verfahren mit granuliertem Schlamm/granulierter Biomasse keine valable Lösung dar, weil die Vorgaben bezüglich Funktionssicherheit nicht vollumfänglich erfüllt werden können. Der einstrassige Betrieb mit nur einer Nachklärung erfordert eine Reduktion der zu behandelnden Abwassermengen unter die festgelegten 75 % der maximalen Abwassermenge und/oder Abstriche bei der Reinigungsleistung (Stickstoffelimination). Erste Gespräche mit der kantonalen Bewilligungsbehörde zeigen jedoch «Verhandlungsbereitschaft». Falls im Normalbetrieb mit begleitenden Massnahmen die Leistung mit erhöhter Wassermenge erfüllt werden kann (integrale Netzbewirtschaftung) und die Einbussen bei Ausserbetriebnahmen gering ausfallen, weist das Verfahren mit granuliertem Schlamm ein unschlagbares Kosten-Nutzen-Verhältnis auf. Die überschaubaren Investitionen und Eingriffe rechtfertigen zudem, dass diese Variante nicht bis 2045 «rentieren» muss, sondern als Übergangslösung – insbesondere mit den heutigen Belastungen – für eine dritte Strasse dient. Die Zeit könnte beispielsweise dazu genutzt werden, das Netz und die ARA optimal für den Gewässerschutz anzupassen. Voraussetzung für diese Lösung sind erfolgreiche Pilotversuche, die vorgängig durchgeführt werden müssten. Sie sollten idealerweise im Zeitraum 2024 bis 2025 in enger Absprache mit dem AWEL erfolgen.



Die Hunziker Betatech AG empfiehlt, die Lösung mit dem granulierten Schlamm als Zwischenetappe für einen späteren Ausbau, zum Beispiel im Zeitraum 2035 bis 2040, weiterzuverfolgen. Grund dafür sind die folgenden Merkmale:

- Anlagenerweiterung hat keinen Einfluss auf den laufenden Betrieb
- Wenig Platzbedarf
- Einsparung von ca. 12 Millionen Franken an Investitionskosten aus der Differenz zwischen dem Vollausbau (Belebtschlammverfahren) und dem Verfahren mit granuliertem Schlamm
- Geringe Betriebs- und Unterhaltskosten

Kostenschätzung Pilotversuche mit granuliertem Schlamm

Die Hunziker Betatech AG wurde in der Folge damit beauftragt, ein Honorarangebot für die Pilotversuche mit granuliertem Schlamm zu erstellen. Im Vordergrund steht dabei das «InDense®-Verfahren», welches ohne die Zugabe von Trägermaterialien auskommt. Dabei soll eine der beiden Strassen mit diesem Verfahren ausgerüstet werden. Die Pilotierung könnte bei warmen Abwassertemperaturen im Herbst 2024 gestartet werden und würde ein Jahr dauern. Durch den Pilotversuch kann die Eignung des Verfahrens für die Verbesserung der Schlammeigenschaften bestätigt werden. Zudem können der Betriebsaufwand ermittelt, die Ablaufqualität in der Pilotstrasse (punktuelle Messungen) überprüft und Erfahrungen bezüglich möglicher Schwachstellen in der Prozess-Einbindung gemacht werden.

Wie bereits erwähnt, könnte das Verfahren nach einer erfolgreichen Pilotphase als Übergangslösung realisiert werden. Langfristig sollte aber auf den Ausbau mit einer dritten Strasse im Belebtschlammverfahren gesetzt werden. Dies ermöglicht, in der Zwischenzeit Massnahmen im Netz (integrale Netzbewirtschaftung) umzusetzen und den späteren Ausbau mit dem hohen Platzbedarf bedarfsgerecht und optimiert zu realisieren.

Die Kosten für die Pilotierung schätzt die Hunziker Betatech AG gemäss ihrer Offerte vom 21. Dezember 2023 auf ca. 250 000 Franken inkl. MwSt. Dabei entfallen rund 48 000 Franken auf die Begleitung des Pilotversuchs. Für solche Projekte können mit ca. 20 000 Franken an Fördermittel durch das AWEL gerechnet werden. Verläuft das Projekt «dynamische Prozessregelung» sowie der Pilotversuch erfolgreich und können Behandlungskapazitäten in der ARA insbesondere in der Biologie geschaffen werden, müsste die Biologie frühestens ab 2027 mit einer Investitionssumme von ca. drei Millionen Franken ausgebaut werden. Auf diese Weise wird Zeit geschaffen, damit das Einzugsgebiet optimiert werden kann und die gesetzlichen Grundlagen definitiv und planungssicher vorliegen. Voraussetzung dafür ist die positive Beurteilung des AWEL.



Die Variante mit granuliertem Schlamm würde im Vergleich zu einem klassischen Ausbau (dritte Biologiestrasse) rund zwölf Millionen Franken einsparen. Stadträtin Andrea Spycher, Ressort Umwelt und Infrastruktur und der Abteilungsleiter unterstützen das von Hunziker Betatech AG vorgeschlagene Vorgehen und empfehlen dem Gesamt-Stadtrat, die Pilotversuche mit granuliertem Schlamm für eine Kapazitätserhöhung der Biologie ARA Furt zu genehmigen.

Weiteres Vorgehen / Zeitplan

- Umsetzungsplanung: Februar bis August 2024
- Umsetzung: September 2024
- Pilotierung: September 2024 bis September 2025
- Abgabe und Projektende: Oktober 2025
- Bauprojekt 2026
- Realisierung und Inbetriebsetzung: 2027

Kredit / Budget

Im Investitionsprogramm 2024 bis 2028, Version 1, ist der Ausbau Biologie im Konto 7209.5030.00/INV01271 vorgesehen. Im Budget 2024 sind 300 000 Franken enthalten. Im Jahr 2023 wurden bereits 16 000 Franken aufgewendet. Somit sind die Kosten für den Pilotversuch in Höhe von 250 000 Franken gedeckt.

Mit Abschluss des Pilotversuchs wird das Bauprojekt definiert und dem AWEL zur Prüfung und Genehmigung eingereicht. Im Investitionsprogramm 2024 bis 2028 sind dafür in den Jahren 2026 114 000 Franken, im Jahr 2027 1 780 000 Franken, im Jahr 2028 1 700 000 Franken und im Jahr 2029 550 000 Franken eingestellt. Die zur Weiterführung des Projekts notwendigen Mittel sind somit budgetiert. Der danach für die Umsetzung des Biologieausbaus nötige Baukredit fällt aufgrund der Höhe der Kostenschätzung voraussichtlich in die Kompetenz des Stadtparlaments und wird diesem zur Genehmigung unterbreitet.

Kostenverrechnung

Jeweils im September werden die an die ARA Furt angeschlossenen Vertragsgemeinden über den Stand der für den gewässerschutzkonformen Betrieb und die für den Werterhalt notwendigen Massnahmen und aufzuwendenden Mittel informiert. Die Kosten werden von der Stadt Bülach vorfinanziert und über die Bilanz abgeschrieben. Allfällige Subventionsbeiträge werden darin berücksichtigt. Die Verrechnung der verzinsten Abschreibung an die Anschlussgemeinden erfolgt anteilig über die Einwohnerwerte via Betriebsrechnung.



Auf Antrag des Ausschusses Bau und Infrastruktur **beschliesst** der Stadtrat:

1. Den Pilotversuchen mit granuliertem Schlamm für die Umsetzung der Kapazitätserhöhung/Ausbau der Biologie ARA Furt wird zugestimmt. Der damit verbundene Verpflichtungskredit von 250 000 Franken inkl. 8.1 % MwSt., gemäss Offerte der Hunziker Betatech AG, Bülach, vom 21. Dezember 2023, wird zulasten der Investitionsrechnung, Konto 7209.5030.00/INV01271, bewilligt.
2. Die Hunziker Betatech AG, Bülach, wird beauftragt, die Pilotversuche gemäss Variantenstudie (technischer Bericht) vom 21. Dezember 2023, im Hinblick auf die im Zusammenhang stehende weitere Umsetzung und Realisierung bis ins Jahr 2027, durchzuführen.
3. Die Abteilung Umwelt und Infrastruktur wird beauftragt, die Durchführung der Pilotversuche zu begleiten und den Stadtrat über die Ergebnisse und den weiteren Verlauf zu informieren.
4. Mitteilung an:
 - a) Gemeinderat Bachenbülach
 - b) Gemeinderat Hochfelden
 - c) Gemeinderat Höri
 - d) Gemeinderat Winkel
 - e) Andrea Spycher, Stadträtin
 - f) Hunziker Betatech AG, Schaffhauserstrasse 108, 8180 Bülach
 - g) Peter Senn, Leiter Umwelt und Infrastruktur a. i.
 - h) Markus Wanner, Leiter Finanzen und Informatik
 - i) Christoph Brot, Leiter Infrastruktur
 - j) Erich Schmid, Leiter ARA Furt
 - k) Bettina Pfändler, Tiefbau

Protokoll Auszug



Behörde Stadtrat

Klassifizierung öffentlich

Beschluss-Nr. 214

Sitzung vom 3. Juli 2024

Stadtrat Bülach

Mark Eberli
Stadtpräsident

Christian Mühlethaler
Stadtschreiber