

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 127 (2001)
Heft: 35: Abwassersanierung Zürich Nord

Artikel: Anpassungen im Klärwerk Werdhölzli
Autor: Benz, Alex / Bühler, Dieter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-80199>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.06.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Anpassungen im Klärwerk Werdhölzli

Die Übernahme des durch den Anschluss-Stollen aus Zürich Nord künftig zufließenden Abwassers erforderte im Klärwerk Werdhölzli bauliche und steuerungstechnische Anpassungen. Betroffen waren insbesondere die biologische Reinigungsstufe, die Schlammwärmerung und die Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regeltechnik.

1

Luftaufnahme des Klärwerks Werdhölzli. Die Anpassungen betrafen die beiden im Bild bezeichneten Bereiche (oben: Vorlaufräume mit Schlammwärmerung, unten: Belüftungsbecken)

Im Rahmen des Vorlageprojekts «Sanierung der Abwasserhältnisse Zürich Nord» wurden 1993 anhand eines Vorprojekts die Auswirkungen der Überleitung der Abwässer aus Zürich Nord auf das Klärwerk Werdhölzli abgeklärt. Das Projekt empfahl, auf dem Klärwerk Werdhölzli die Teilstufe zu aktivieren, um eine Leistungssteigerung zu erzielen. Am 20. Juli 1994 wurde entschieden, das Projekt zurückzustellen, weil eine Analyse der Zulaufverhältnisse vor dem Klärwerk Werdhölzli ergeben hatte, dass die Mehrbelastung durch das Abwasser aus dem Einzugsgebiet Zürich Nord mit einer Reduktion der Zuflussmenge zum Klärwerk Werdhölzli und einer entsprechenden Speicherung im Regenbecken Werdinsel möglicherweise aufgefangen werden könne (Bild 1).



Der Regierungsrat des Kantons Zürich formulierte in seinem Beschluss Nr. 3192 vom 26. Oktober 1994 mehrere Rahmenbedingungen für das Gesamtvorhaben. Für den Betrieb des Klärwerks Werdhölzli ist insbesondere die Einhaltung der Bedingung, «... dass die Misch- und Regenwasserbehandlung gegenüber heute zu keiner Zeit schlechtere Ergebnisse erzielt...», massgebend. Dieser Forderung muss beim Klärwerkbetrieb mit entsprechenden Massnahmen entsprochen werden.

Um die notwendige Kapazität zur Aufnahme des Abwassers aus Zürich Nord rechtzeitig bereitstellen zu können, prüfte der Klärwerkbetrieb im Frühjahr 1999 in Zusammenarbeit mit der Eawag die Sachlage erneut. Dabei zeigte sich, dass in der Verfahrenskette zur Mitbehandlung des Abwassers aus Zürich Nord zwei Engpässe bestanden: Die Belüftungskapazität in der biologischen Stufe und die Kapazität der Schlammwärmung für den Faulprozess waren zu gering.

Anpassung der biologischen Stufe

Auf Grund der sehr engen Terminvorgaben beschränken sich die Massnahmen auf die Sicherstellung der notwendigen Kapazität; auf weitergehende Untersuchungen zusätzlicher Optimierungsmassnahmen, wie z.B. interne Rezirkulationen, Sauerstoffeintragsregulierung usw., wurde verzichtet. Die vorgesehenen Arbeiten mussten für mindestens zehn der zwölf Becken bis vor

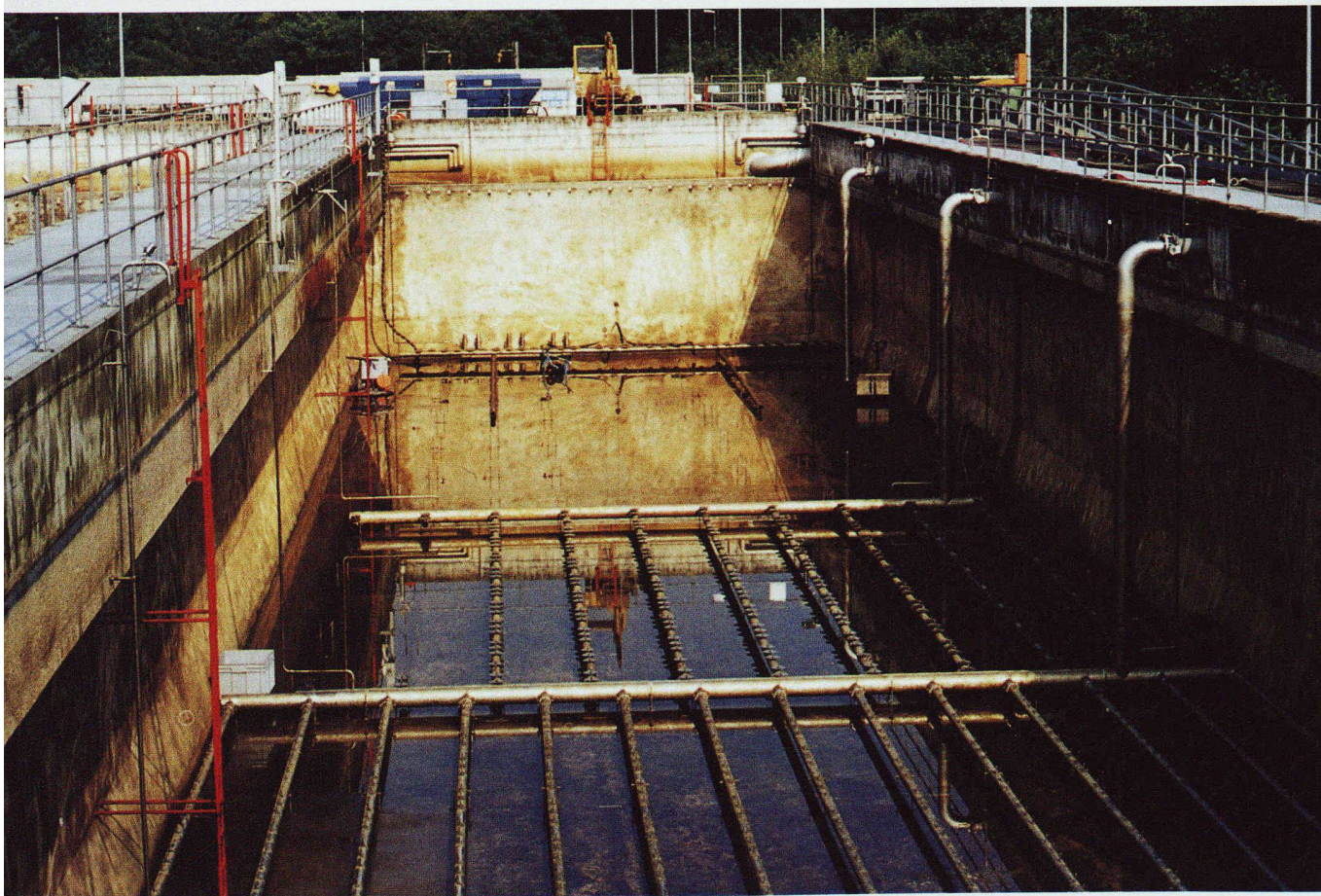
dem Start des Probebetriebs der Gesamtanlage (Überleitung durch Anschluss-Stollen) abgeschlossen sein.

Die Einleitbedingungen des gereinigten Abwassers in die Limmat stützen sich hauptsächlich auf die neue Gewässerschutzverordnung aus dem Jahre 1998. Verschärfende Werte gelten schon heute für die Menge der ungelösten Stoffe und die organische Belastung. Die Grenzwerte werden zwar eingehalten, es muss dies aber auch mit der zusätzlichen Abwasserfracht aus Zürich Nord unverändert gelten. Daher wurde ein sechsmonatiger Probebetrieb vor dem definitiven Anschluss des Abwassers aus Zürich Nord vereinbart. Gemäss heutigen Erhebungen werden nach der Aufhebung des Klärwerks Glatt neu rund 520 000 Einwohnerwerte (inkl. gewichtete Arbeitsplätze) am Klärwerk Werdhölzli angeschlossen sein.

Basierend auf den Erkenntnissen aus der Massenbilanz und den Belastungszuständen konnte aufgezeigt werden, dass für die Nitrifikationskapazität im Winter bei einer Abwassertemperatur von 10 °C ein aerobes Schlammalter von 7,0 Tagen und ein totales Schlammalter von 9,7 Tagen aufrecht erhalten werden muss. Daraus abgeleitet errechnete sich mit dem vorgegebenen Beckenvolumen ein Schlammgehalt von maximal 4,5 kgTS/m³ in den Belebungsbecken, was wiederum eine Erhöhung des Sauerstoffeintrags in die Becken bedingt. Je Becken wurde der Einbau von zusätzlich

2

Umbau der Belüftungseinrichtung



300 Belüfterdomen empfohlen. Gleichzeitig zu den Nachrüstungsmassnahmen wurden sämtliche bestehenden 18 000 Belüfterdome durch neue ersetzt (Bild 2). Mit einer einheitlichen Bestückung können unterschiedliche Druckverluste vermieden und der Energieverbrauch positiv beeinflusst werden. Neben den Keramikdomen wurden aus korrosionstechnischen Gründen die bestehenden Belüfterteller durch abwasserbeständige Chromstahlteller ersetzt.

Ausführung

Weil während der gesamten Umrüstungsarbeiten der Klärbetrieb ohne Leistungseinbusse weiterlaufen musste, konnten die Arbeiten nur gestaffelt je Beckenstrasse durchgeführt werden. Der Start zur ersten Beckenstrassen-Entleerung erfolgte im Juni 2000. Vor der eigentlichen Wiederinbetriebnahme der Becken folgten die Material- und Montagekontrollen. Interne wie externe Fachstellen prüften die eingesetzten Materialien und Schweissnähte. Abschliessend erfolgte die Sprudelprobe, um im Reinwasser das Funktionieren der Belüftereinheiten nachzuweisen. Dank einer hohen Qualitätssicherung bei allen Arbeitsabläufen ergaben sich bei keiner der Teilübergaben Beanstandungen. Der Terminplan wurde dank gut eingespielten Arbeitsabläufen und leistungsstarken Unternehmen um einige Wochen unterboten, so dass die Anlage vorzeitig bereit stand.

Elektro-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik

Im Gegensatz zur Schlammwärmerwärmung war die gesamte Steuerung, Bedienung und Regulierung von dieser Umrüstung nicht betroffen und konnte somit unverändert beibehalten werden. Nach der erfolgreichen Inbetriebsetzung wurde die Luftertragsregulierung auf Grund der neuen Erfahrungen durch den Betrieb weiter optimiert.

Anpassung der Schlammwärmerwärmung

Der Frischschlamm im Vorklärbecken setzt sich aus dem Primärschlamm (Feststoffe aus dem Rohabwasser, die im Vorklärbecken abgeschieden werden), Überschussschlamm (Biomasse aus Belüftungsbecken) und dem Fällschlamm (Phosphatfällung) zusammen. Die Berechnung des zukünftigen Frischschlammmanfalls für die Schlammbehandlung stützt sich auf die Dimensionierungsfracht (80-Prozent-Werte) für die biologische Stufe. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Verarbeitungskapazität in der Schlammstrasse müssen für die Dimensionierung dieser Anlagenteile die Spitzenlastfälle abgedeckt werden (Bild 3). Die Auswirkungen auf die gemeinsame Frischschlamm-Menge beider Klärwerke hängt im Wesentlichen von den zukünftigen Eindickereigenschaften und dem Abscheidegrad in der Vorklärung ab. Nach dem Zusammenschluss wird der mutmassliche Frischschlammmanfall mit einem Trocknungsfeststoff-Gehalt (TS) von rund drei Prozent im Bereich von 2 000 bis 2 500 m³ pro Tag liegen.

Mit dem neuen erhöhten Frischschlammmanfall ergeben sich bei der Schlammwärmerwärmung vor der Faulanlage Kapazitätsengpässe. Für eine problemlose Verarbeitung auch an Spitzenlasttagen (z.B. erhöhter Anfall nach



3

Kaltschlammumpen fördern den Schlamm zu den Wärmetauschern

Starkniederschlägen durch Abschwemmungen) und bei periodisch anfallenden Revisionsarbeiten bei den Schlamm-Wasser-Wärmetauschern ist der Einbau einer vierten Linie notwendig.

Um die Mitte der 80er Jahre wurde im Rahmen des Ausbaus des Klärwerks Werdhölzli als Vorstufe zum Faulprozess eine Schlamm-Pasteurierungsanlage eingebaut, um den anfallenden Klärschlamm vorschriftsgemäss landwirtschaftlich verwerten zu können. Für die vier Voreindicker wurden vorerst drei Pasteurierungsanlagen samt Rückkühleinheiten erstellt. Der erforderliche Platz für eine vierte Strasse wurde zur möglichen späteren Nachrüstung offen gelassen. Im Verlaufe der Betriebsjahre zeigte sich, dass die Menge des in der Landwirtschaft verwertbaren Klärschlammes immer kleiner wurde. Der Hauptanteil des Schlammes musste ausgefault über den weiten Entsorgungsweg via Trocknungs- und Verbrennungsanlage (Zementwerk) entsorgt werden. Angesichts dieser Tatsache wurde auf eine energie- und betriebsintensive Pasteurisierung verzichtet, die Schlammwärmerhitzer wurden nur noch reduziert betrieben und die Rückkühleinheiten ausser Betrieb gesetzt.

Im Sommer 1999 wurden verschiedene Varianten zur optimalen Nachrüstung der Schlammwärmerwärmung unter möglichst grosser Weiterverwendung bestehender Pasteurisierungsteile geprüft. Dies stellt sowohl verfahrenstechnisch als auch wirtschaftlich die langfristig optimale Lösung dar. Eine vierte Linie ergibt sich durch die Umwandlung einer stillgelegten Rückkühleinheit.

Die Massnahmen beschränkten sich auf die Schlammwärmerwärmung und Beschickung der Vorfaulräume einschliesslich der notwendigen Heisswassererwärmung. Der erwärmte Schlamm gelangt über ein ausgeklügeltes, alle Beschickungsvarianten ermöglichendes Verteilsystem in die Vorfaulräume. Diese werden alleine durch die regelmässige Beschickung mit warmem Frischschlamm auf der notwendigen Betriebstemperatur gehalten. Die Schlammwärmerwärmungsanlage übernimmt somit die Funktion der Faulturmheizung. Die vorgesehenen Umrüstungsarbeiten mussten für die zusätzlich zu erstellende vierte Strasse bis spätestens vor dem Beginn des Probetriebs der Gesamtanlage abgeschlossen sein, damit immer mindestens drei der vier Strassen verfügbar sind. So kann die erforderliche Leistungskapazität auch bei der Ausserbetriebnahme einer Strasse gewährleistet werden.

Neben den Rohrleitungen und Installationen müssen

auch die warmwasserseitigen Installationen am Sekundärkreislauf angepasst werden. Die Beheizung erfolgt indirekt in einem Zweikreisssystem mit Heisswasser aus der Energiezentrale. Auch in diesem Bereich ist eine vierte Linie mit allen steuer- und regelungstechnischen Apparaturen notwendig. Die Auslegung der Anlage soll den neuen Bedürfnissen angepasst und zusammen mit der betriebseitig vorgesehenen Optimierung der Beschickung der Voreindicker neu konzipiert werden. Dazu werden die Heisswasserpumpen aus energetischen und regelungstechnischen Gründen erneuert und die Schlammbeschickungspumpen anstelle der heutigen Variogetriebe mit neuen frequenzregulierbaren Getriebemotoren ausgerüstet. Somit sind die Voraussetzungen für einen bedarfsgerechten und energieoptimierten Schlammwärmerbetrieb geschaffen.

Elektro-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik

Im Zuge der Automatisierung der seit einiger Zeit im Handbetrieb gefahrenen Schlammwärmung ging es darum, auch die neue vierte Strasse zu integrieren. Dabei wurden die veralteten Hardwareregler durch in die speicherprogrammierte Steuerung integrierte Softwareregler ersetzt. Diese bieten unter anderem den Vorteil, über das Leitsystem – und nicht mehr an den Schaltschränken in der Elektroverteilung – bedient und beobachtet werden zu können. Diese Lösung bedingte den Einsatz einer neuen Steuereinheit und führte zu einer in Bezug auf die Investitionskosten teureren Variante. Die zusätzlichen Vorteile – vollständige Unabhängigkeit von der alten Steuerung bei der Inbetriebnahme, Zukunftsträchtigkeit, Werterhaltung – wiegen jedoch den Mehrpreis bei weitem auf. Die Erfahrungen aus der mittlerweile erfolgten Inbetriebnahme von zwei Strassen haben diese Begründung vollauf gerechtfertigt. Die Optimierung bei diesem Umbau erfasste auch die verschiedenen Regelkreise. Die Regelungen in der alten Pasteurisierungsanlage wiesen nicht optimale Stellglieder und komplizierte Regelalgorithmen mit grossen Totzeiten auf. Die Stellglieder wurden auf ein Minimum reduziert, so dass jede Strasse nun nur noch aus zwei Regelkreisen besteht, die für eine konstante Temperatur im Sekundär-Heisswasserkreislauf und für die gewünschte Schlammtemperatur nach dem Wärmetauscher sorgen.

Ausführung

Zuerst wurde eine Anlagelinie leergefahren und in kürzester Frist umgebaut. Die Ergänzung der Rohrleitungen, die Ummontagen der Pumpen und Armaturen erfolgten nach einem vorgegebenen, ehrgeizigen Termin- und Qualitätssicherungsprogramm, so dass nach wenigen Wochen die neuen Strassen fristgerecht ihren Betrieb wieder aufnehmen konnten. Aufgrund des im Detail komplizierten Umbauprozesses war eine minutiöse Planung der Inbetriebnahme unerlässlich. Dabei hat sich gezeigt, dass ein detaillierter Funktionsbeschreibung mit genauen Prozessablaufplänen die Prozesskenntnisse bei allen Beteiligten so vertieft, dass Test- und Inbetriebnahmezeiten wesentlich verkürzt werden. So wurden sämtliche Prozesse der beiden zuerst umgebauten Strassen innerhalb einer Arbeitswoche getestet und in Betrieb genommen. Mit dieser Massnahme ist auch unter Anschluss der Abwässer aus Zürich Nord gewährleistet, dass während der weiteren Umbauetappen oder im späteren Normalbetrieb immer drei der vier Anlagelinien im Betrieb stehen. Nach der Auswertung und Optimierung der ersten Betriebserfahrungen mit der ersten Etappe und den zusätzlichen Schlamm-Mengen aus Zürich Nord wird auch die zweite Hälfte entsprechend angepasst.

Alex Benz, Ing. HTL/STV, Koordinator Gesamtplaner Team 4, c/o Franz Benz Ingenieure AG, Bellariastr. 7, 8002 Zürich, Dieter Bühler, dipl. El.-Ing. ETH, e~con engineering GmbH, Reinacherstr. 62, 4053 Basel