Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 76 (1985)

Heft: 3

Artikel: Bedeutung der Elektrizität bei der erweiterten Kläranlage Zürich-Werdhölzli

Autor: Wiesmann, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904557

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: 10.12.2025

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

Bedeutung der Elektrizität bei der erweiterten Kläranlage Zürich-Werdhölzli

J. Wiesmann

Elektrizität wird bei der erweiterten Kläranlage Zürich-Werdhölzli einerseits für den Antrieb der zahlreichen Maschinen und Aggregate eingesetzt, welche die Verfahren der Abwasserreinigung und der Schlammbehandlung in Gang halten, und anderseits bei der komplexen Steuerung, Regelung und Betriebsüberwachung. Dieser Einsatz ist Voraussetzung, dass die umfangreiche Anlage die vorgeschriebene Reinigungsleistung möglichst wirtschaftlich erreichen kann.

Dans la station d'épuration de Zurich-Werdhölzli qui vient d'être complétée, l'électricité sert, d'une part, à actionner les multiples machines et groupes nécessaires au procédé d'épuration des eaux usées et au traitement des boues et, d'autre part, à la commande, à la régulation et à la surveillance de l'exploitation. Cela, de manière que l'efficacité requise de cette vaste station d'épuration puisse être obtenue aussi économiquement que possible.

Adresse des Autors
J. Wiesmann, dipl. Ing. ETHZ, Leiter der Stadtentwässerung, Bändlistrasse 108, 8064 Zürich.

1. Zusammenfassung

Die erweiterte Kläranlage Zürich-Werdhölzli, für die das Volk 1978 einen Kredit von 232 Mio Franken bewilligt hat, wird nach der vollständigen Inbetriebnahme Anfang 1986 einer der grössten Stromverbraucher in der Stadt Zürich sein. Der Bedarf an Elektrizität entspricht etwa demjenigen einer Gemeinde mit 16 000 Einwohnern. Im folgenden Beitrag werden die gewählten Abwasser- und Schlammverfahren und die dafür wichtigsten elektrischen Daten angegeben. Ferner wird das Energiekonzept vorgestellt und die Betriebsführung beschrieben, die durch eine weitgehende Automation geprägt ist.

2. Anlageerweiterungsplanung und Verfahrenswahl

Die Konzeption des schweizerischen Gewässerschutzes verlangt für alle Abwassereinleiter von mehr als untergeordneter Bedeutung den Anschluss an zentrale Kläranlagen, deren Leistung so bemessen werden muss, dass unter anderem die Oberflächengewässer nach Aufbereitung Trinkwasser liefern können, das Grundwasser im wesentlichen direkt für die Wasserversorgung genutzt werden kann, Flüsse und Seen zum Baden geeignet sind, Edelfische in alle Gewässer zurückkehren und die Bedürfnisse des Landschaftsschutzes berücksichtigt werden. Das gilt für alle Gewässer, eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Gewässerkategorien wird bewusst vermieden.

Die dargestellte Konzeption ist im schweizerischen Gewässerschutzgesetz [1] verankert, welches von der Bevölkerung mit überwältigendem Mehr 1971 angenommen wurde. Aufgabe einer Gemeinde muss es nun sein, die im Gesetz (Art. 2) geforderten Nutzungsziele mit möglichst wenig Geld zu erreichen. Dabei sind Massnahmen am Entstehungsort des Abwassers, also an der Quelle, im Kanalnetz und in der Kläranlage, aber auch am Gewässer selbst zu treffen.

Die Stadt Zürich muss als eigentlicher Abwasserschwerpunkt der Schweiz betrachtet werden. Die grössten Schmutzstoffmengen erhalten die Gewässer Limmat und Glatt vom Ablauf der beiden städtischen Kläranlagen. Es ist einleuchtend, dass vor allem hier der Hebel angesetzt werden musste.

Die Kläranlage Werdhölzli, die grössere der beiden Anlagen, ging bereits 1926 erstmals in Betrieb und wurde in der Folge zweimal ausgebaut. Ihr Einzugsgebiet beträgt etwa 65 km² und umfasst das Stadtgebiet am unteren Ende des Zürichsees mit den beiden Seegemeinden Zollikon und Kilchberg sowie den stadtzürcherischen Teil des Limmattales. In die Kläranlage fliesst neben dem Abwasser von rund 320 000 Einwohnern ungefähr ebensoviel Abwasser von Industrie, Gewerbe und Dienstleistungsbetrieben. Die Qualitätsziele für Fliessgewässer und Flussstaue und die verschärften Bedingungen an die Abwassereinleitungen in ein Gewässer werden unterhalb des Anlageablaufes von der Limmat bzw. von der bestehenden Kläranlage Werdhölzli heute bei weitem nicht mehr erfüllt.

Um einen Überblick über die stark in Bewegung geratene Abwassertechnologie und die grundsätzlichen Möglichkeiten bei der Erweiterung der Kläranlage zu erhalten, hatte der Stadtrat von Zürich schon 1973 einen internationalen Ideenwettbewerb [2] ausgeschrieben. Das Ergebnis hat unter anderem gezeigt, dass die geforderten Abflusswerte in Anbetracht des zukünftigen Kläranlagezuflusses keine unerreichbaren Werte darstellen. Für deren Erfüllung ist jedoch eine weiter-

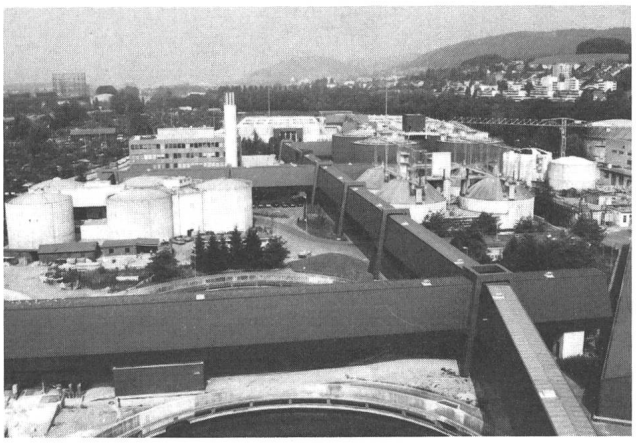

Fig. 1
Die Baustelle Werdhölzli

gehende Abwasserreinigung nicht zu umgehen.

Um dabei auf teure Verfahrensstufen wie die Aktivkohlenfiltration verzichten zu können, musste jedoch einer noch stärkeren Verschmutzung des Abwassers Einhalt geboten werden. Diese sonst notwendige Stufe hätte allein 200 Mio Franken gekostet. Weitaus kostengünstiger war es, Massnahmen am Anfallort, also an der Quelle zu ergreifen, d.h. in einer Kläranlage schlecht oder überhaupt nicht abbaubare Stoffe gar nicht erst ins Abwasser kommen zu lassen, beziehungsweise solche Stoffe in privaten Vorbehandlungsanlagen aus dem industriellen und gewerblichen Abwasser zu entfernen. Mittelfristig ist es sogar nötig, dass gewisse Materialien überhaupt nicht mehr verwendet, sondern durch weniger problematische Stoffe ersetzt werden. Die seit mehr als zehn Jahren durchgeführten Anstrengungen in der Stadt Zürich haben unter anderem dazu geführt, dass die Schwermetallkonzentrationen im Abwasser entscheidend zurückgegangen sind.

Unter Verwendung der Ergebnisse des Ideenwettbewerbes und mit Hilfe von grossangelegten Versuchen der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) konnte schliesslich eine Lösung (Fig. 1) erarbeitet werden, die auf lange Sicht den Erfordernissen des Gewässerschutzes genügt und bezüglich Baukosten und Betriebsaufwendungen möglichst wirtschaftlich ist [3].

3. Das Projekt

3.1 Auslegung

Die der Kläranlage zugeleitete Abwassermenge ist abhängig von der Menge des Trinkwassers, die die Wasserversorgung abgibt, und von der Regenwassermenge. Für die Zukunft ist bei Trockenwetter mit einem mittleren Abwasseranfall von 3500 l/s zu rechnen. Das Erweiterungsprojekt der Kläranlage ist auf eine maximale Zulaufmenge von 9000 l/s ausgelegt.

3.2 Mechanische Stufe

Die eigentliche Abwasserbehandlung vollzieht sich in vier Stufen. In der mechanischen Reinigungsstufe fliesst das Abwasser zuerst über den heute schon bestehenden Grobsandfang zur Rechenanlage. Im Grobsandfang setzen sich spezifisch schwere Stoffe ab; der Rechen hält Textilien, Papier und ähnliche Grobstoffe zurück. Während der Grobsandfang in der heutigen Form bestehen bleibt, ist die Rechenanlage vollständig erneuert worden. Die relativ geruchsintensiven Prozesse dieser beiden Anlageteile werden mit einem Gebäude von der Umgebung abgeschirmt. Die Abluft wird abgesaugt und gelangt zur Abluftreinigung. Das Abwasser fliesst dann in den belüfteten Öl- und Feinsandfang. Durch das Einblasen von Luft steigen Öl und Fett rasch an die Oberfläche, und gleichzeitig setzt sich der feine Sand am Beckenboden ab. Dieser Anlageteil wurde umfangmässig verdoppelt.

Der abgesetzte Sand und die aufschwimmenden Stoffe werden wie das Rechengut im Rechengebäude entwässert und gelangen anschliessend in eine Deponie bzw. in die Kehrichtverbrennungsanlage. In den Vorklärbekken setzen sich dank der langen Durchflusszeit die im Abwasser enthaltenen übrigen schweren Stoffe ab. Schlammräumer, die sich kontinuierlich in den Becken langsam drehen, schieben die Schmutzstoffe auf dem Beckenboden in einen zentralen Schlammtrichter. Der Schlamm gelangt von hier zur Schlammbehandlung. Auch die beiden Vorklärbecken mussten mit zwei neuen Becken von je etwa 50 m Durchmesser ergänzt werden.

Damit ist das Abwasser mechanisch geklärt. Die dafür installierte elektrische Leistung beträgt 2 Megawatt und ist im Vergleich zu den übrigen Verfahrensstufen relativ klein. Die Verbraucher sind rund 150 kleine Motoren, die vorwiegend für die Rechenanlage, die Belüftung des Öl-Sandfanges und die Schlammentnahme gebraucht werden.

3.3 Biologische Stufe

In der biologischen Stufe werden feinst verteilte, nicht absetzbare und ein wesentlicher Teil der gelösten Schmutzstoffe aus dem Abwasser entfernt. Kleinstlebewesen, vor allem Bakterien, bauen diese Stoffe ab oder wandeln sie in absetzbare Stoffe um. Sie entfalten ihre Lebenstätigkeit in den Belüftungsbecken, wo mit Druckluft der dafür erforderliche Sauerstoff eingeblasen wird.

In den anschliessenden Nachklärbecken setzen sich die vor allem aus Mikroorganismen bestehenden Schlammflocken am Beckenboden ab. Dieser sogenannte Belebtschlamm wird wieder ins Belüftungsbecken zurückgepumpt, wo er am gleichen Prozess erneut teilnimmt. Der beim Prozess durch die Vermehrung der Mikroorganismen entstandene zusätzliche Schlamm wird kontinuierlich der Schlammbehandlung zugeführt.

Das Erweiterungsprojekt sieht eine Vergrösserung des Anlageteiles für die biologische Reinigung vor. Die neuen rund 5 m hohen Belüftungs- und Nachklärbecken beanspruchen eine Fläche von 250 m Länge und 170 m Breite und haben ihre Fundamente wegen des hohen Grundwasserspiegels nur wenig unter der Terrainoberfläche. Aus diesem Grunde muss das Abwasser zur biologischen Reinigungsstufe um 6 m angehoben werden. Die dafür erforderliche Leistung wird durch 6 Schneckenpumpen mit je 160 kW erbracht. Die gewaltigen Luftmengen, welche die neuen Belüftungsbekken brauchen, liefern Turbomaschinen (Fig. 2), die in einer neuen Gebläsestation untergebracht werden. Die notwendigen 6 Maschinen sind mit einer totalen Leistung von rund 2,5 MW die grössten Verbraucher auf der Anlage. Da sie, wie die Hebewerke,

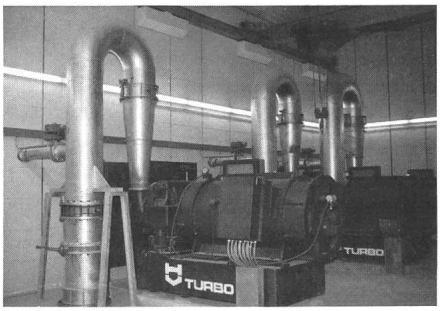

Fig. 2 Turbomaschinen
mit je 450 kW Leistung zur Belüftung der Klärbecken

einen grossen Gleichzeitigkeitsfaktor aufweisen, ist hier auch zugleich der grösste Stromverbrauch zu erwarten. Es lohnt sich also vor allem in dieser Reinigungsstufe, eine Optimierung des Lufteintrages vorzunehmen.

Durch die Vergrösserung der biologischen Stufe wird eine wesentliche Verbesserung der Reinigungsleistung erreicht. Ausser einer stark verbesserten Verminderung der gelösten organischen Schmutzstoffe wird der vor allem im Harn enthaltene Ammoniumstickstoff durch besondere Bakterien in der neuen Anlage in das harmlosere Nitrat umgesetzt (nitrifiziert). Dies, weil der Ammoniumstickstoff stark sauerstoffzehrend ist und sich unter bestimmten Voraussetzungen in der Limmat in Ammoniak, das ein starkes Fischgift ist, umsetzt.

3.4 Phosphatfällung

Gleichzeitig mit der biologischen Reinigung werden auch die Phosphate aus dem Abwasser eliminiert. In die Belüftungsbecken wird Eisensalz gegeben. Dieses Salz verbindet sich mit den Phosphaten zu einem unlöslichen schweren Schlamm, der zusammen mit dem Belebtschlamm in den Nachklärbecken vom Wasser abgetrennt werden kann.

3.5 Filtrationsstufe

Nach der mechanischen und biologischen Reinigungsstufe durchfliesst das Abwasser, bevor es der Limmat übergeben wird, die Filtrationsstufe. Auch hier muss das Abwasser wieder auf das erforderliche Niveau gehoben werden. In der Verfahrensstufe werden aus dem Abwasser schliesslich auch noch die feinsten Schwebestoffe, die als Trübung sichtbar sind, entfernt. Mit den dazu eingesetzten mehrschichtigen Filtern aus körnigem Material können dem Abwasser bei Zugabe von geringen Chemikalienmengen auch noch weitere Phosphormengen entzogen werden. Die Filtration ist zwischen den beiden Nachklärbecken eingebettet und besteht aus rund 20 Filterkammern, die periodisch und nacheinander mit gereinigtem Abwasser und Druckluft rückgespült und damit gereinigt werden. Die dazu notwendigen Pumpen haben mit etwa 1 MW wohl sehr grosse Leistungen zu erbringen, sind jedoch nur während des Rückspülprozesses in Betrieb.

3.6 Schlammbehandlung

Bei der Schlammbehandlung geht es darum, einerseits das Volumen des Schlammes zu verkleinern und anderseits den Schlamm in eine Form zu bringen, in der er nicht mehr stinkt. Von den Vorklärbecken gelangt der Schlamm, der täglich eine Menge von ungefähr 1500 m³ aufweist, in die Voreindicker. Zu den bereits bestehenden drei Tanks wurden zwei weitere Einheiten erstellt. Die Eindickung erfolgt allein durch das Eigengewicht des Schlammes. Das überstehende Wasser fliesst zurück in die Vorklärbecken; der Schlamm wird unten abgezogen und in die Behälter der ersten Faulstufe gepumpt.

Für die erste Faulstufe wurden vier 20 m hohe neue Tanks gebaut. Die Faulung vollzieht sich in diesen je 6500 m³ Inhalt aufweisenden Behältern unter Luftabschluss bei einer Temperatur von 35 °C während rund zweier Wochen. Es sind ebenfalls Mikroorganismen, die für die Faulung verantwortlich sind. Als zweite Faulstufe dienen die vier bestehenden Behälter. In der zweiten Stufe bleibt der Schlamm, wiederum unter Luftabschluss, nochmals 14 Tage liegen. Der Schlamm der zweiten Faulstufe kommt in die Nacheindicker, zwei kleinere Tanks, die neu erstellt werden. In diesen wird der Wassergehalt nochmals verringert.

Damit der Schlamm anschliessend der Landwirtschaft als wertvoller Flüssigdünger abgegeben werden kann, muss er hygienisch einwandfrei sein. Dies wird erreicht, indem der Frischschlamm vor der Faulung auf 70 °C erwärmt, während 30 min auf dieser Temperatur gehalten und damit pasteurisiert wird.

Die für die Schlammbehandlung installierte Leistung von 3 MW setzt sich aus 250 Antrieben zusammen, welche hauptsächlich für die Schlammförderung mittels Pumpen verwendet wird.

Für die Zeitperiode, in der der Flüssigschlamm nicht an die Landwirtschaft abgegeben werden kann, zum Beispiel bei gefrorenem Boden, wird der Schlamm entwässert und auf einer Deponie abgelagert. Der entsprechende bestehende Anlageteil wird modernisiert und erweitert.

Da es sich vor kurzem gezeigt hat, dass nur noch beschränkte Mengen an Faulschlamm als Flüssigdünger in der Landwirtschaft eingesetzt werden können und auch Deponieraum im Kanton Zürich nicht in genügender Grösse vorhanden ist, wird man in den nächsten Jahren eine zusätzliche weitergehende Schlammbehandlung benötigen. Es ist vorgesehen, eine weitere Volumenreduktion durch Trocknung zu erreichen. Je nach Verfahren muss mit einer zusätzlich installierten Leistung von 1 bis 3 MW gerechnet werden. Der getrocknete Schlamm könnte unter anderem als Brennstoff in der Zementindustrie oder als Trockendünger in der Landwirtschaft eingesetzt werden.

3.7 Energieversorgung und -verteilung

Die Kläranlage Werdhölzli liegt im Hinblick auf die Stromversorgung zwischen den städtischen Unterwerken Hönggerberg und Altstetten recht günstig. Diese versorgen das Werdhölzli mit einer Mittelspannung von 11 kV.

Die Energieverteilung auf dem Kläranlageareal erfolgt über sechs Satellitentransformatorstationen in den Leistungsschwerpunkten. Die Mittelspannungskabel sind mit allen übrigen Versorgungs- und Verfahrensleitungen in einem Hochkanal (Fig. 3) zusammengefasst, was eine einfache Überwachung und Wartung aller Leitungen ermöglicht.

Fig. 3 Hochkanal

4. Das Energiekonzept

4.1 Biogasnutzung

In der Presse ist in letzter Zeit die Biogasnutzung als grosse Neuigkeit angepriesen worden. Im Werdhölzli wird schon seit der Inbetriebnahme der ersten Kläranlage in den zwanziger Jahren Biogas aus dem Schlammfaulprozess gewonnen und für die Beheizung der Faultürme und der Betriebsgebäude eingesetzt. In der Kriegszeit wurde das Biogas sogar als Treibstoff für die Fahrzeuge des Abfuhrwesens genutzt. Im vorliegenden Erweiterungsprojekt soll die Verwertung des Biogases entscheidend verbessert und eine möglichst autarke Energieversorgung [4] erreicht werden.

4.2 Elektrizitätserzeugung

Das in der Faulanlage gewonnene Methangas - pro Tag ist mit einer Menge von 20 000 m³ zu rechnen - wird in drei Gasturbinen (Fig. 4) von je 450 kW Generatorleistung verbrannt. Die Zahl von 3 Gasturbinen wurde gewählt, um den schwankenden Gasanfall mit besserem Wirkungsgrad verarbeiten zu können, indem über einen Zwischenspeicher je nach Gasanfall 2 oder 3 Gasturbinen im Volllastbereich betrieben werden. Bei zu geringem Gasanfall lassen sich die Gasturbinen unter Last auf Ölbetrieb umstellen. Der produzierte Strom von 1,2 MW deckt etwa ein Viertel des gesamten Stromverbrauches der Anlage und genügt, um bei Stromausfall die Kläranlage über kürzere Zeit notdürftig zu betreiben. Damit kann auf eine kostspielige Notstromgruppe verzichtet werden.

4.3 Abluftreinigung und Wärmeerzeugung

Die stark riechende Abluft aus den Gebäuden der Schlammbehandlung und dem Rechengebäude wird als Verbrennungsluft den Turbinen zugeführt. Durch die in den Turbinen herrschenden sehr hohen Temperaturen werden die in der Luft enthaltenen Stinkstoffe verbrannt. Die Abluft der Turbine, die eine Temperatur von etwa 1100 °C aufweist, wird im Abhitzkessel auf etwa 150 °C abgekühlt. Die über den Wärmetauscher erhaltene Wärme ist so gross, dass der Wärmebedarf für die Schlammbehandlung und die Gebäudeheizung gedeckt werden kann. Gasturbinen anstatt der im Wirkungsgrad besseren Gasmotoren wurden gewählt, weil einerseits ein grösserer, für die Abluftreinigung wichtiger Luftdurchsatz möglich und anderseits mit weniger Unterhaltskosten zu rechnen ist.

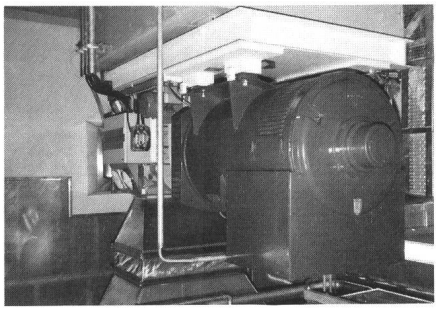

Fig. 4 Gasturbine

4.4 Einsatz von Wärmepumpen?

Ob dem Abwasser vor der Einleitung in die Limmat mittels Wärmepumpen zudem Wärme entzogen werden soll, steht zurzeit noch nicht fest. Die verfügbare Wärmekapazität wäre so gross, dass damit der Heizbedarf von rund 100 000 Einwohnern gedeckt werden könnte. Nachdem heute die Verwendung von fossilem Brennstoff verstärkt ins Gespräch gekommen ist und das erwähnte Projekt einen entscheidenden Beitrag zur Verminderung des Heizölverbrauches leisten könnte, hat das auch wirtschaftlich interessante Projekt Zukunft. Die Frage ist allerdings, wer die Investitionen für das notwendige Verbrauchernetz zu tätigen bereit ist.

5. Betriebsführung und Mess-, Steuer-, Regelkonzept

5.1 Grundkonzeption

Im Projekt Werdhölzli wird versucht, eine Anlage in Betrieb zu nehmen, die nur während der normalen Arbeitszeit mit Vollbesetzung betrieben werden muss. Während der übrigen rund 15 Stunden soll die Anlage nur durch drei oder höchstens vier Mann geführt sein. Diese Betriebskonzeption ist nur möglich wegen des hohen Automatisierungsgrades und weil sehr viele redundante Anlageteile zur Verfügung stehen, die es ermöglichen, Reparaturen innerhalb der normalen Arbeitszeit zu erledigen. Eine vollständige Automation ist allerdings bei einer Abwasserreinigungsanlage noch nicht möglich, da die verschiedenen Messgeräte im rauhen Abwassermilieu noch zu stark störungsanfällig sind und gewisse Werte, die die Betriebsweise der Anlage beeinflussen, über Laboruntersuchungen gewonnen werden müssen. Allerdings sind in letzter Zeit auf diesem Gebiet grosse Fortschritte erzielt worden. Wichtig bei der Wahl eines Steuersystems war deshalb eine gute Anpassfähigkeit der Verfahrenssteuerung. Weiter wurde an das Überwachungs- und Steuerungssystem neben einer hohen Verfügbarkeit folgende zusätzliche Randbedingung gestellt: Jede verfahrenstechnische Einheit soll über ein eigenes autonomes Überwachungssystem verfügen, aber auch zentral von einer einzigen Stelle überwacht werden können. Die Steuerung der Verfahrensstufen sollte auf jeden Fall nur auf den einzelnen Anlageteilen möglich sein. Damit soll sichergestellt werden, dass die über EDV ausgelösten Steuerbefehle an Ort und Stelle kontrolliert werden können. Aufgrund eines umfangreichen Auswahlverfahrens wurde das Automatisierungssystem Simatic S 150 ausgewählt.

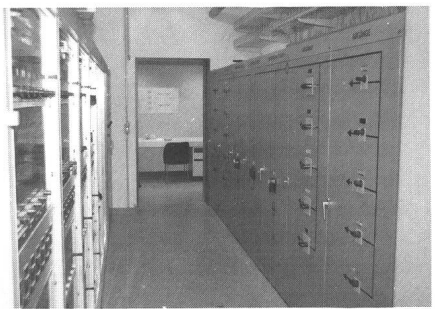

Fig. 5 Niederspannungsverteilraum

5.2 Mess-, Steuer-, Regeltechnik

Jede Reinigungsstufe verfügt über die notwendigen elektrotechnischen sowie mess-, steuer- und regeltechnischen Einrichtungen, welche einen weitgehend automatischen, verfahrenstechnisch optimalen Betrieb gewährleisten. Die notwendigen elektronischen Einrichtungen zur Anspeisung der elektrischen Verbraucher, zur Erfassung von Messwerten und Aggregatzuständen sowie zur Steuerung der Anlage sind in Niederspannungsverteilräumen (Fig. 5), getrennt von den übrigen Anlagen, untergebracht.

Die messtechnischen Einrichtungen liefern die notwendigen verfahrenstechnischen Daten zum optimalen Steuern, Überwachen und Betreiben der Anlage. Es sind Messsysteme vorgesehen, die sich in der Abwasserreinigungstechnik bewährt haben und eine hohe Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit garantieren. Die steuertechni-

schen Einrichtungen sind nach dem heutigen Stand der Technik ausgelegt und umfassen dezentrale, freiprogrammierbare Steuerungen hoher Betriebssicherheit. Diese ermöglichen eine kostengünstige Realisierung der oft komplexen Steuer- und Regelfunktionen (z.B. Lufteintrag in der biologischen Reinigungsstufe) und haben den Vorteil, dass auch nachträglich noch Optimierungen und Änderungen von Steuerfunktionen vorgenommen werden können.

5.3 Prozessleitsystem

Das gewählte Prozessleitsystem Siemens R30 ermöglicht die Überwachung und Optimierung der Kläranlage. Es ist elektronisch gekoppelt mit den Vorortrechnern der vier Unterschaltwarten: Rechengebäude, Schlammbehandlung, Biologie mit Filtration und Energie. Aufgabe dieses Systems ist insbesondere das Aufbereiten der von den Niederspannungsverteilungen abgesetzten Informationen über den Zustand der Anlage, die Weiterleitung von Alarmen sowie die Registrierung der damit verbundenen Daten zwecks Weiterverarbeitung.

5.4 Unterschaltwarten

Der gesamte Prozessverlauf wird in den Unterschaltwarten durch farbige Anlagenflussbilder auf Bildschirmen graphisch sichtbar gemacht. Auf den Bildern erscheinen Angaben über Betriebszustände der einzelnen Anlagenkomponenten, Meldungen über besondere Vorfälle im Reinigungsprozess sowie allgemeine Prozessdaten. Zusätzlich werden in den Unterschaltwarten sogenannte Blindschaltbilder aufgebaut, welche die Gesamtzusammenhänge darstellen. Die verschiedenen Informationen erlauben dem Betriebsaufseher zu entscheiden, inwieweit er auf einen Prozess aktiv Einfluss nehmen muss. Eingriffe in die Prozesse sind, abgesehen von Noteingriffen bei den verschiedenen Aggregaten, nur in den Unterschaltwarten möglich.

5.5 Hauptschaltwarte

Während der normalen Arbeitszeit wird der Betrieb der Anlage von den vier Unterschaltwarten aus sichergestellt; in der übrigen Zeit übernimmt die Hauptschaltwarte die Überwachung der Anlage. Die Prozessvisualisierung und -überwachung erfolgt auf dem Prozessrechner. Bei angezeigten Störungen begibt sich ein Betriebsmann zur entsprechenden Unterschaltwarte, wo er die nötigen Eingriffe selber vornimmt oder weitergehende Massnahmen einleitet. Der zentrale Prozessrechner, der von der Hauptschaltwarte bedient wird, bereitet auch die Labor- und Messdaten auf und berechnet die für die verschiedenen Wartungs- und Betriebsstundenübersichten sowie für die Anlagenprotokolle nötigen Werte.

6. Schlussbemerkung

Die moderne Technik der Abwasser- und Schlammbehandlung beruht im wesentlichen auf der Nachahmung von natürlichen Prozessen. Dieses Vorgehen ist notwendig, weil die Natur mit der Menge und der Art der verschiedenen Schmutzstoffe nicht mehr selber fertig wird. Damit die Abwasser- und Schlammbehandlung in der Kläranlage unter günstigen Bedingungen ablaufen kann, ist der Einsatz von zusätzlicher Energie notwendig. Höhere Anforderung an die Reinigungsleistung einer Kläranlage bedeutet in den meisten Fällen Erhöhung des Stromverbrauches.

Während in der bestehenden Anlage Werdhölzli durchschnittlich 7300 MWh Strom verbraucht wurden, ist derjenige der erweiterten Anlage etwa sechsmal höher. Berücksichtigt man ferner, dass von den 300 Mio Franken, die die Anlage schliesslich kosten wird, allein 85 Mio Franken für die elektromechanische Ausrüstung ausgegeben werden müssen, so kann auf eindrückliche Art die Bedeutung der Elektrizität belegt werden. Ohne grosse Mengen an elektrischer Energie und ohne den vielfältigen Einsatz der Elektrotechnik können die Nutzungsziele der Gewässer, wie sie im eidgenössischen Gewässerschutzgesetz beschrieben sind, nicht erreicht werden.

Literatur

[1] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung. (Gewässerschutzgesetz) (Vom 8. Oktober 1971). Sammlung der eidgenössischen Gesetze -(1972)-, S. 950...985.

[2] *J. Wiesmann:* Stadt Zürich - Kläranlage Werdhölzli. Erweiterung 1980-1985. Ideenwettbewerb. Schweizer Ingenieur und Architekt 100(1982)13, S. 222...226.

[3] *J. Wiesmann* und *H. Kiefer:* Stadt Zürich - Kläranlage Werdhölzli, Erweiterung 1980-1985. Das Projekt., Schweizer Ingenieur und Architekt 100(1982)13, S. 233...242.

[4] *A. Haerter* und *K. Unger:* Stadt Zürich - Kläranlage Werdhölzli. Erweiterung 1980-1985. Energiekonzept und Geruchsvernichtung. Schweizer Ingenieur und Architekt 100(1982)13, S. 248...253.