Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 77 (1985)

Heft: 11-12

Artikel: Möglichkeiten für den Prozessrechnereinsatz bei der Abwasserentsorgung

Autor: Wiesmann, Jürg

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940967

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: 23.08.2025

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

Möglichkeiten für den Prozessrechnereinsatz bei der Abwasserentsorgung

Jürg Wiesmann

Einleitung

Ist der Einsatz des Computers für die Abwassertechnik überhaupt sinnvoll? Diese Frage kann in Anbetracht des praktisch nicht definierbaren Mediums Abwasser durchaus gestellt werden.

Dass der Computer oder besser der Prozessrechner und die EDV heute, aber vor allem in Zukunft, auch bei der Abwasserverfahrenstechnik und der Stadtentwässerung Fuss fassen wird, wird im folgenden dargelegt.

Sie können nun entgegenhalten: Für eine Grossstadt mag der Prozessrechner in der Abwasserentsorgung eine Rolle spielen, für eine kleinere Gemeinde bleiben wir aber lieber bei den altbewährten Methoden. Ich bin überzeugt davon, dass auch in einer solchen Gemeinde, vielleicht nicht in diesem hohen Masse wie bei einer Grossstadt, der Prozessrechnereinsatz in Zukunft nicht mehr wegzudenken ist.

In meinen Ausführungen werde ich einen möglichen Einsatz von Prozessrechnersystemen bei der Prozessführung etwas näher beleuchten, indem ich Ihnen die Anforderungen an ein solches System aus der Sicht eines Betreibers darstelle, die möglichen Stationen bei der Verwirklichung eines Prozessleitsystems beschreibe und am Beispiel Werdhölzli einen konkreten Fall vorstelle. Zum Schluss folgen noch ein paar Angaben über grössere Informatikprojekte, die zusätzlich bei der Stadtentwässerung bearbeitet werden sollen.

Eine Voraussetzung, dass die Grundstruktur eines rechnerunterstützten Prozessleitsystemes ausgearbeitet werden kann, bildet das Verfahrenskonzept einerseits und ein entsprechendes Betriebskonzept [1] andererseits. Während in der Regel das Verfahrenskonzept ziemlich frühzeitig bekannt ist, fliessen die Vorstellungen über die Betriebsführung oft allzu spät ins Projekt ein.

In der Folge werde ich nun einige mir wichtig scheinende Punkte des Betriebskonzeptes aufzählen, die Einfluss auf das zu wählende Mess-, Steuer- und Regelkonzept (MSR-Konzept) und das Prozessleitsystem haben können. Damit verbunden können auch die Forderungen an das MSR-Konzept besser formuliert werden.

Das Betriebskonzept als Grundlage für die Forderungen an das Mess-, Steuer- und Regelkonzept

Der moderne Kläranlagenbetrieb, insbesondere derjenige mit weitergehender Abwasser- und Schlammbehandlung, kann von der Aufgabenstellung her mit einer recht komplexen Produktionsanlage verglichen werden, die geeignete Ausgangsstoffe zu genau definierten Endprodukten veredelt.

Da Menge und Qualität der Zuläufe von Kläranlagen stark schwanken können, zudem die biologischen Prozesse nicht exakt definierbar ablaufen – wie etwa eine Fliessbandproduktion –, muss genügend Spielraum hinsichtlich Verfahrensführung bestehen. Die Verantwortlichen müssen zu jeder Zeit über die betriebsinternen Abläufe detailliert Bescheid wissen und die Konsequenzen abschätzen können.

Daraus lässt sich folgern, dass diese Einrichtungen durch gut qualifiziertes Personal zu betreiben sind. Die Einrichtungen müssen so ausgelegt sein, dass den wechselnden Bedingungen Rechnung getragen werden kann und das Personal über genügend Ermessens- und Handlungsspielraum verfügt, um aufgrund umfassender Information entsprechend reagieren zu können.

Das Anforderungsprofil an die zukünftige Betriebsmannschaft einer modernen Anlage, insbesondere einer Anlage mit weitergehender Abwasser- und Schlammbehandlung, hat sich gegenüber dem Personal einer heute üblichen konventionellen Kläranlage zwar stark gewandelt, doch muss aus Wirtschaftlichkeitsgründen dafür gesorgt werden, dass nicht zu jeder Zeit hochqualifiziertes Personal auf der Anlage anwesend sein muss. Die Darstellung des gesamten Prozessverlaufes muss deshalb klar und übersichtlich sein.

Um einen Schichtbetrieb, der hohe Personalkosten verursacht, zu vermeiden, soll die Kläranlage wenn möglich nur während der normalen Arbeitszeit mit Vollbesetzung betrieben werden. Während der übrigen Stunden ist die Anlage mit einem minimalen Personalbestand zu führen. Diese Betriebskonzeption ist nur möglich, indem einerseits redundante Anlageteile zur Verfügung stehen, die es ermöglichen, Reparaturen wenn immer möglich erst in der normalen Arbeitszeit zu erledigen, und andererseits durch einen hohen Grad an Automation. Es ist aber auch notwendig, dass der gesamte Prozessverlauf derart dargestellt ist, dass ein Nichtspezialist mit den ihm zur Verfügung stehenden Informationen bei Störungen soweit in die Anlage eingreifen kann, dass der Betrieb sichergestellt ist.

Auf eine vollständige Automation ist vorerst zu verzichten, da insbesondere die verschiedenen Messgeräte im rauhen Abwassermilieu noch zu stark störungsanfällig sind und gewisse Werte, die die Betriebsweise der Anlage beeinflussen, über Laboruntersuchungen erst gewonnen werden müssen, d.h. messtechnisch nur mit sehr hohem Aufwand zu erfassen sind. Allerdings sind in letzter Zeit auf diesem Gebiet grosse Fortschritte erzielt worden, so dass zukünftig die Möglichkeit bestehen wird, weitere Prozesse sukzessive zu automatisieren. Wichtig bei der Wahl eines Prozessleitsystems ist deshalb die einfache Änderungs- und Erweiterungsmöglichkeit der Steuerungsfunktionen.

Es soll sichergestellt werden, dass die über das Prozessleitsystem ausgelösten Steuerbefehle auch visuell kontrolliert werden können, Fehlsteuerungen rechtzeitig erkannt werden und vor Ort umgehend eingegriffen werden kann. Die Schaltwarte ist dementsprechend anzuordnen. Bei grösseren Anlagen empfiehlt es sich aus diesem Grunde, die Eingriffe in die Steuerung nicht von einer einzigen Warte aus zu machen. Dies ist auch wichtig, damit eine hohe Verfügbarkeit des gewählten Überwachungs- und Steuerungssystems erreicht werden kann. Noteingriffe müssen bei den wichtigsten Aggregaten nach wie vor möglich sein. Die Anlage muss auch beim Ausfall oder Teilausfall eines Prozessleitsystems weiter betrieben werden können. Dies bedingt ein sogenanntes Back-up-System mit konventionellen Relaissteuerungen, das sicherstellt, dass bei einem Ausfall des Prozessleitsystems die steuerbaren Anlagekomponenten in eine Position gehen, die einen, zwar nicht optimalen, dafür aber sicheren Betrieb gewährleisten.

Die Aufgaben des Abwasser-, Elektroingenieurs und Lieferanten bei der Einrichtung eines modernen Prozessleitsystems

Die Erfahrungen aus dem Werdhölzliprojekt [2] zeigen, dass die präzisen Aufgaben der einzelnen Stellen, die bei der Einrichtung eines modernen Prozessleitsystems mitarbeiten müssen, vielfach noch zu wenig bekannt sind. Ich

möchte Ihnen deshalb die hauptsächlichen Arbeiten und deren Ablauf kurz beschreiben.

Aufgrund des Betriebskonzeptes und der geplanten Verfahrensabläufe ist vorerst vom Elektroingenieur ein erstes grobes Mess-, Steuer- und Regelkonzept zu erarbeiten. Dieses bildet die Grundlage für den Abwasseringenieur, der in der Folge die verfahrenstechnischen Funktionsbeschreibungen und die Rohrleitungs- und Instrumentierungsschemata (Bild 1) zu erarbeiten hat. Dieses enthält alle prozesstechnischen Aggregate sowie die vorgesehene Instrumentierung und bildet somit die Grundlage für die Realisierung der Elektro-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik. Ebenfalls vom Abwasseringenieur sind die Zuverlässigkeitskriterien für das Funktionieren der Steuerung anzugeben. Diese Angaben wird der Abwasseringenieur in Kenntnis der Prozessaufrechterhaltung machen müssen. Selbstverständlich sind die zu erarbeitenden Unterlagen mit dem Bauherrn bzw. den Betriebsleuten vorerst zu bereinigen. Weiter muss der Abwasseringenieur auch genau beschreiben, welche Varianten der Betriebsführung automatisiert werden sollen, auch solche für Notsituationen. Die Gefahr besteht nun, dass der Abwasseringenieur sämtliche ihm möglichen Varianten aufzeigt. Die softwaremässige Umsetzung kann jedoch sehr kostenintensiv sein, so dass im Einvernehmen zwischen dem Bauherrn, dem Abwasseringenieur und dem Elektroingenieur entschieden werden soll, welche der möglichen Varianten automatisiert werden sollen. In der Regel werden es die Hauptvarianten sein. Mit der frei programmierbaren Steuerung besteht ja die Möglichkeit, im nachhinein weitere oft eintretende Varianten zu automatisieren. Bei einzelnen Ausnahmesituationen kann es jedoch wirtschaftlicher sein, diese mit einer Handsteuerung zu meistern.

Mit dem Rohrleitungs- und Instrumentierungsschema und den verfahrenstechnischen Funktionsbeschreibungen werden nun vom Elektroingenieur die sogenannten Prozessablaufpläne erarbeitet. Diese stellen die prozesstechnischen Abläufe dar und enthalten auch die Philosophie der Bedienung und Informationsverarbeitung (Bild 2).

Für die Erarbeitung dieser Prozessablaufpläne muss der Ablauf der Prozesse genau bekannt sein. Dies mag ein Vorteil oder ein Nachteil sein, je nach Gesichtswinkel. Die Realisierung der Software für die Steuerung erfordert jedoch, dass alle Voraussetzungen für jeden Verfahrensschritt genau bekannt sind und die notwendigen Steuerorgane entsprechend aktiviert werden.

Somit bilden die Prozessablaufpläne die Grundlage für die Erarbeitung der Software. Sie sind aber auch eine der Unterlagen für die Ausarbeitung der Pflichtenhefte in bezug auf ein Angebot für ein Prozessleitsystem, das sowohl für die Hardware als auch für die Software von den Lieferfirmen verlangt wird.

Es hat sich gezeigt, dass es von grossem Vorteil ist, wenn der Umfang der Lieferung klar definiert ist. Damit können einmal die verschiedenen Angebote auch tatsächlich miteinander verglichen werden. Weiter ist die Gefahr einer Kostenexplosion stark vermindert. Auch mit diesem Projektstand bei der Ausschreibung wird man, wie Erfahrungen zeigen, kaum darum herumkommen, nachträglich noch gewisse Änderungen vorzunehmen, um bei Betriebsaufnahme einer Anlage nicht bereits ein veraltetes Leitsystem zu besitzen. Diese Gefahr ist bei den sich heute rasch entwickelnden rechnergestützten Prozessleitsystemen gross. Bei den oft vorgegebenen gedrängten Inbetriebnahmeterminen kommt einer sorgfältigen Softwarekontrolle hohe Bedeutung zu. Die von der Lieferfirma zu erstellende Software wird auf Simulationsbasis durch den Elektroingenieur

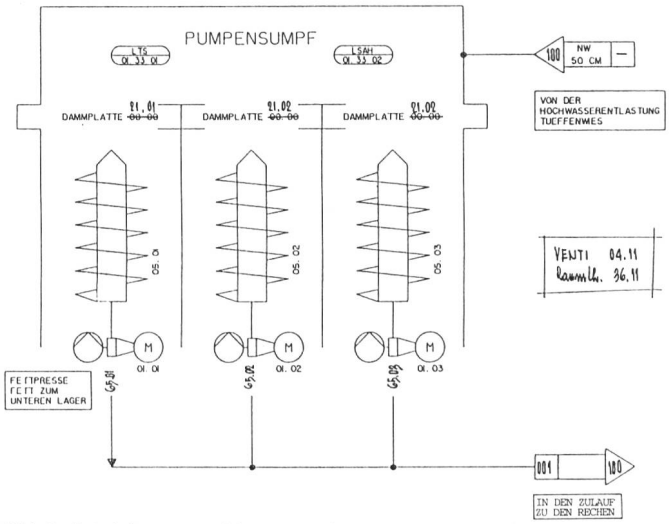
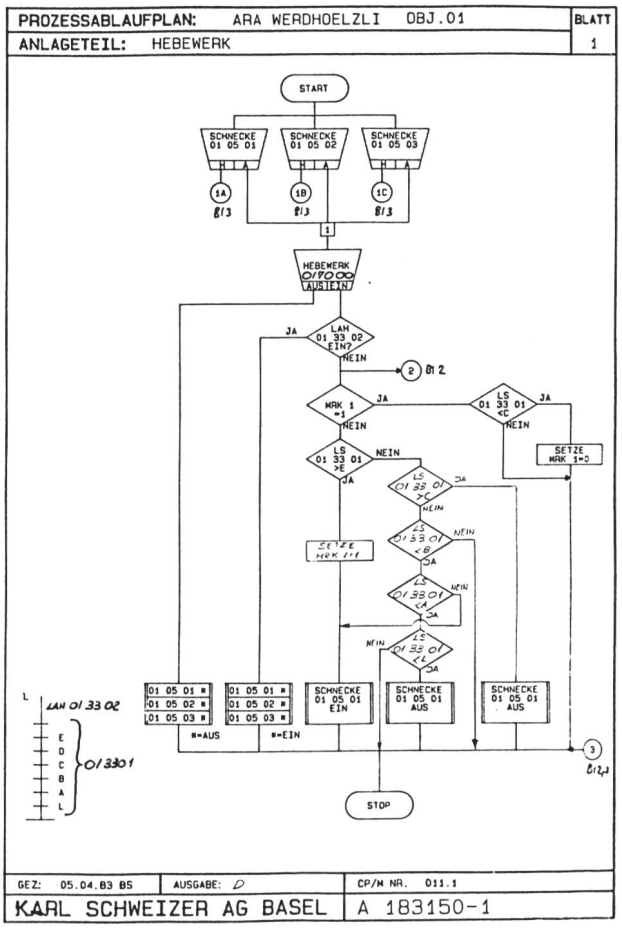


Bild 1. Rohrleitungs- und Instrumentierungsschema der Pumpstation Tüffenwies.

im Beisein der Programmierer auf die Richtigkeit der Funktionen überprüft. Die Kontrolle kann im Lieferwerk oder bereits auf der Kläranlage durchgeführt werden. Im Falle Werdhölzli geschah bzw. geschieht die Kontrolle bei der Lieferfirma. Die Überprüfung bietet Gewähr dafür, dass für den nachfolgenden Inbetriebnahmetest eine in hohem Masse funktionell fehlerfreie Software zur Verfügung steht. Bei den bereits erfolgten Inbetriebnahmen im Werdhölzli hat es sich gezeigt, dass es sich lohnt, der Softwarekontrolle genügend Zeit einzuräumen, um kurze Testphasen zu gewährleisten. Der vorerst auf der Anlage unter der Leitung des Elektroingenieurs durchgeführte Trockentest dient zur

Bild 2. Beispiel eines Prozessablaufplans.



Überprüfung der elektrischen Verdrahtung und des Zusammenspiels aller elektrischen und elektromechanischen Einrichtungen ohne Medium. Der Zeitaufwand dafür hängt weitgehend von der Anzahl Fehler in der Feld-, Schaltschrank- und Rangierverteilerverdrahtung ab und ist somit auch ein Mass für die Ausführungsqualität der elektrischen Installationen. Ist der Trockentest erfolgreich bestanden, folgt anschliessend der Nasstest mit sauberem Wasser. Der Nasstest umfasst die Festlegung und das Einstellen aller prozessrelevanten Parameter wie Schaltpunkte, Zeiten, Regelparameter und die letzte vollständige funktionelle Prüfung aller Anlageteile mit Sauber-Wasser. Treten Werk- oder Projektierungsmängel auf, so ist je nach Schwere des Mangels der Nasstest bis zur Behebung zu unterbrechen. Es ist nicht in jedem Fall möglich, einen Nasstest durchzuführen, und er ist auch nicht immer ganz repräsentativ, wenn Sie z.B. an die Schlammförderung denken. Dann muss beim Einfahren der Anlage mit Abwasser bzw. Schlamm besonders auf diesen Teil geachtet werden. Das Einfahren ist der eigentliche Übergang von Theorie zur Praxis. Hier zeigt es sich, wie gut die angenommenen Werte mit der Praxis übereinstimmen.

Realistisch muss man mit Projektierungsmängeln rechnen, ist doch das Medium Wasser sehr heterogen. Zudem ist es einem ständigen Wechsel in seiner Zusammensetzung unterworfen. Deshalb ist ja auch die Flexibilität in bezug auf Änderungen eine wesentliche Forderung an ein erfolgversprechendes Leitsystem.

Die Nasstests stehen im Falle Werdhölzli unter der Führung der Projektleitung, das Einfahren unter der der Betriebsleitung. Vor allem in diesen beiden Phasen muss eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Bauherrn und Betreiber, dem Abwasseringenieur als Verantwortlichem für das Funktionieren der gewählten Verfahren, dem Elektroingenieur und der Lieferfirma stattfinden.

Läuft die Anlage während einer bestimmten Zeit, z.B. zwei bis vier Wochen, ohne nennenswerte Störungen dauernd unter realen Bedingungen, kann sie definitiv dem Betrieb übergeben werden. Das heisst aber noch nicht, dass mit der vorhandenen Anlage schon ein Optimum herausgeholt wird. Das Bestreben, die Anlage noch wirtschaftlicher und verfahrenstechnisch noch besser auszunützen, ist eine nun folgende Daueraufgabe des Betriebes. Den Betriebsleuten muss aber ein Instrumentarium übergeben werden, das es ihnen ermöglicht, nicht bei jeder kleinen Änderung die sehr teuren Software-Spezialisten der Lieferfirma aufbieten zu müssen.

Prozessleitsystem der Kläranlage Werdhölzli

Um Ihnen eine Vorstellung zu geben, wie ein Prozessleitsystem in einer Kläranlage aussehen kann, werde ich Ihnen nun die Lösung Werdhölzli präsentieren. Selbstverständlich hat jede Kläranlage ihre Eigenheiten, so dass eine Lösung von einer Anlage nicht unbedingt auf eine andere übertragen werden kann.

Der steuerungsmässige Systemaufbau im Werdhölzli ist in Bild 3 dargestellt, das die moderne, dezentrale Struktur der Steuerungsebene und die gemischt zentrale/dezentrale Anordnung der Überwachungs- und Bedienungsebenen zeigt.

Hauptschaltwarte

Die Hauptschaltwarte ist ausserhalb der normalen Arbeitszeit, das heisst während zwei Dritteln der Betriebszeit, die Alarm- und Dispositionszentrale. Sämtliche wichtigen Informationen (rund 8000 binäre Signale wie z.B. «Ein/ Aus»-Meldungen von Ventilen, Störungsmeldungen aller Aggregate usw.); 350 analoge Werte (Füllstände von Behältern, Durchflussmessungen in Leitungen usw.) sowie die Stellungen von Prozessschaltern werden hier verarbeitet und dargestellt.

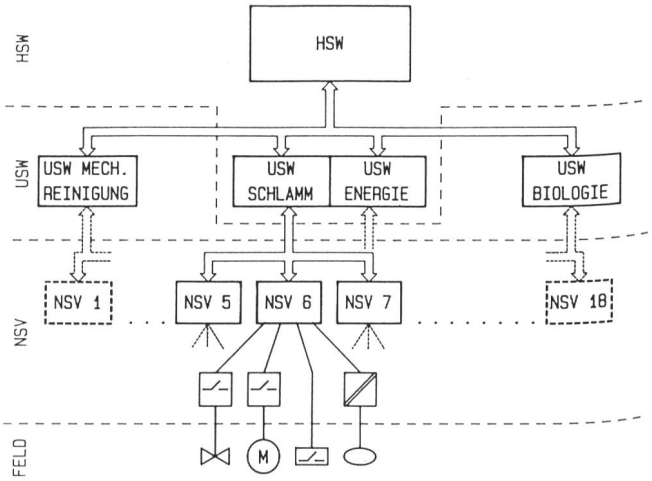


Bild 3. Der Systemaufbau für die Steuerung Werdhölzli. Die Überwachungs- und Bedienungsebenen sind bezeichnet mit: HSW Hauptschaltwarte, USW Unterschaltwarte, NSV Niederspannungsverteilung, FELD vor Ort.

Neben der umfassenden Prozessüberwachung werden in der Hauptschaltwarte die eingehenden Informationen in einem leistungsfähigen Prozessrechner zu den verschiedensten Protokollen verdichtet, welche zum Teil von den Behörden gefordert, zum Teil für spätere Optimierung und interne Statistiken verwendet werden.

Um klare Verantwortungsbereiche zu garantieren, wurde bereits im Pflichtenheft festgelegt, dass von der Hauptschaltwarte aus keine Steuerfunktionen vorgenommen werden dürfen, sondern dass Eingriffe in die ablaufenden Prozesse – mit Ausnahmen – von den Unterschaltwarten aus zu erfolgen haben.

Unterschaltwarten

Die Steuerung, Bedienung und Überwachung sämtlicher Prozesse und Aggregate ist auf die vier Unterschaltwarten – mechanische Reinigung, biologische Stufe/Filtration, Schlammbehandlung und Energieaufbereitung/Hilfsbetriebe – verteilt. Diese dezentrale Lösung ist sinnvoll, weil sie eine weitgehende Entkoppelung der hauptsächlichen Verfahrensstufen Abwasserbehandlung und Schlammbehandlung erlaubt. Die weitere Aufteilung der Abwasserbehandlung in mechanische (Unterschaltwarte Rechengebäude) und biologische Reinigung und Filtration (Unterschaltwarte Biologie) ergibt sich aus der Dimension der Anlagen und der Tatsache, dass eine Reihe von Prozessen einer örtlichen Überwachung bedarf.

Eine eigene Unterschaltwarte Energie schliesslich ist nötig, weil die Energieaufbereitung und die Hilfsbetriebe logischerweise keiner der anderen Unterschaltwarten zugeordnet werden können und organisatorisch einen eigenen Verantwortungsbereich bilden. Die Unterschaltwarte Schlamm und die Unterschaltwarte Energie konnten in die Hauptschaltwarte integriert werden, so dass örtlich nur noch drei dezentrale Bedienungsstellen vorhanden sind.

In jeder Unterschaltwarte sind die Mittel zur Prozessbedienung wie Bildschirme, Tastatur, Blindschema usw. untergebracht. Damit werden die aus den Niederspannungsverteilungen eintreffenden Informationen detailliert dynamisch visualisiert und entsprechende Befehle abgesetzt. Sämtliche Störinformationen und Bedienereingriffe werden auf einem Ereignisdrucker protokolliert.

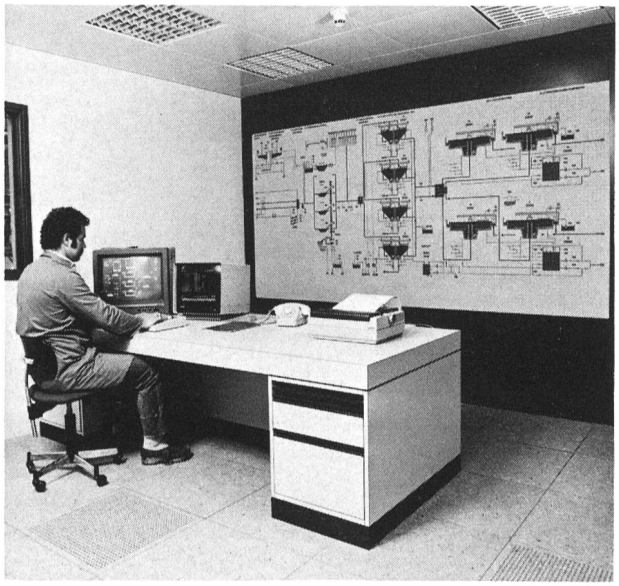


Bild 4. Die Unterschaltwarte «mechanische Reinigung» der Kläranlage Werdhölzli, Stadt Zürich, mit statischem Blindschaltbild, Farb- und Dialogdatensichtgerät mit Bedientastatur und Ereignisdrucker.

Niederspannungsverteilungen

In den 18 Niederspannungsverteilräumen befinden sich die Schaltausrüstungen für die Leistungsverteilungen, für die Ansteuerungen aller Aggregate, die Messschränke und die speicherprogrammierbaren Steuerungen.

Prozessvisualisierung und -bedienung

Für die Prozessvisualisierung und -bedienung dienen verschiedene Einrichtungen. Bild 4 zeigt als Beispiel die Unterschaltwarte mechanische Reinigung. Auf einem Blindschaltbild ist der gesamte von der Unterschaltwarte bediente Anlagenteil mit allen Aggregaten symbolisch aufgezeichnet. Dieses rein statische Bild dient insbesondere der Übersicht.

Auf einem Grafikbildschirm können die einzelnen Prozesse bzw. Prozessausschnitte dynamisch (und farbig) zur Darstellung gebracht werden. Die dazu verwendeten Symbole sind die gleichen wie bei einem Blindschaltbild. Die Dynamik des Bildes wird vorwiegend durch Verwendung unterschiedlicher Farben erreicht. So wird ein geöffnetes Ventil oder eine eingeschaltete Pumpe in der Farbe des durchfliessenden Mediums gezeichnet, während ein geschlossenes Ventil und eine ausgeschaltete Pumpe ihre «Ruhefarbe» annehmen. Blinkende Symbole zeigen gestörte Aggregate oder in Bewegung begriffene Ventile.

Die weitestgehende Information ist dem ebenfalls farbigen Dialogbildschirm zu entnehmen. In der sogenannten Einzeldarstellung wird eine umfassende Information über den jeweiligen Zustand eines Aggregates gegeben.

Ferner können auf Tastendruck sämtliche momentan anstehenden Stör- und Betriebsmeldungen abgerufen werden.

Die Prozessbedienung erfolgt mit Hilfe einer speziellen Tastatur mit virtueller Abbildung der möglichen Befehle auf dem Dialogbildschirm. Sämtliche Prozesse, Aggregate und Messungen können direkt über ihre sechsstellige Aggregat-Kennummer angesprochen werden.

Über die Baumstruktur kann jede vorhandene Aggregat-Kennummer einfach gefunden und abgerufen werden. Bei Fehlbedienung erscheinen gezielte Hinweistexte. Die Bedienungsphilosophie ist in allen Unterschaltwarten und der Hauptschaltwarte dieselbe, so dass ein flexibler Einsatz des Betriebspersonals in allen Bereichen gewährleistet ist. Alle Antriebe können sich im «Hand»- oder im «Automatik»-Betrieb befinden. Im «Hand»-Betrieb sind nur die wichtigsten Schutzfunktionen aktiv, so dass fast alle Steuerfunktionen (Ventil «Auf»/«Zu», Motor «Ein»/«Aus» usw.) beliebig möglich sind und die ganze Verantwortung beim Bediener liegt. Im «Automatik»-Betrieb hingegen laufen alle Funktionen nur nach den in den Prozessablaufplänen vorgezeichneten Sequenzen ab; ein Handeingriff ist dann nicht möglich. Verriegelungsprogramme haben die Funktion, bei einer relevanten Störung die Prozesse mit entsprechender Störmeldung sofort abzuschalten.

Die Berechtigung für die verschiedenen Eingriffe in die Prozesse wird mit Identifikationen gegenüber dem System geregelt.

Tabelle 1. Messaufgabe, Medium und gewählte Messmethode der wichtigsten Messsysteme in der Kläranlage Werdhölzli.

Messaufgabe/Medium	Messmethode
Durchfluss	
Abwasser, Rücklaufschlamm in offenen Kanälen	Venturikanal mit hydrostatischer Sonde
Heisswasser, Frisch- und Überschussschlamm in geschlossenen Rohrleitungen	Magnetisch-induktive Durchflussmessung
Mengen	
Luft in Rohrleitung	Differenzdruck mit Staudifferenzdruckrohr
Gas in Rohrleitung	Differenzdruck mit Normblende
Dichte	
Frischschlamm in geschlossenen Rohrleitungen	Radiometrische Caesiumstrahler und Ionisationskammer
Rücklaufschlamm in offenen Gerinnen	Wechsellichtphotometer
Dosierchemikalien	Volumengewicht, Dichtewaage
Trübung	
Gereinigtes Abwasser nach Filtration	Nephelenometrisch, Lichtquelle mit Lichtfalle und Streulichtdetektor
pH-Wert	
Abwasser in offenen Kanälen	pH-Messkette mit Temperaturkompensation
Gelöster Sauerstoff	
O_2-Konzentration in den Belebungsbecken und im Ablauf	Offene Elektrodenmessung nach *Toedt*
Niveau	
Wasser, Abwasser, Schlamm	Hydrostatischer Druckaufnehmer
Chemikalien	Schallwellenreflektion, Echolot
Trennschicht Sand/Wasser	Kapazitive Sonden
	Vibrations-Schwinggabel
Temperatur	
In offenen Kanälen, geschlossenen Rohrleitungen und Behältern	Widerstandsthermometer

Messsystem

Eine automatisierte Prozessführung kann nur so gut sein wie das schwächste Glied. Deshalb kommt der Sensortechnik besondere Bedeutung zu. Da auch beim heutigen Stand der Technik der Sensor in beinahe allen Fällen mit dem Medium (Abwasser, Schlamm) in Berührung kommt und damit einer hohen Verschmutzung ausgesetzt ist, sind zuverlässige und industriell erprobte Messsysteme erforderlich.

Welche Messungen (Tabelle 1) werden nun auf dem Werdhölzli durchgeführt und fliessen in das Prozessleitsystem?

Erfasst werden die Mengen und Durchflussgrössen von Abwasser, Schlamm, Heisswasser, Luft und Gas mittels Venturikanal, magnetisch-induktive Durchflussmessung bzw. Differenzdruckmessung.

Weiter soll auch die Dichte des Frischschlammes in geschlossenen Rohrleitungen mit radioaktiven Strahlen gemessen werden. Beim Rücklaufschlamm wird mit Photometer, beim Chemikalieneinsatz mit Dichtewaagen gearbeitet.

Die Trübung des Abwassers bei der Einleitung in den Vorfluter soll ebenfalls photometrisch bestimmt werden.

Tabelle 2. Hauptsächliche EDV-Bedürfnisse der Stadtentwässerung Zürich.

Technische Informationssysteme	Administrative Informationssysteme
Prozessleitsystem (Kläranlagen)	Finanz- und Rechnungswesen
Prozessauswertungssystem (Kläranlagen)	Leistungsinformationssystem
Anlageninformationssystem (Kläranlagen/Pumpstationen)	Materialinformationssystem
Kanalinformationssystem (Kanalnetz)	

Die verschiedenen pH- und Temperaturwerte des Abwassers werden über pH-Messketten mit Temperaturkompensation und Widerstandsthermometern gemessen.
Der gelöste Sauerstoff in den Belebungsbecken und im Ablauf wird über eine offene Elektrodenmessung bestimmt. Diese Messung löst Befehle für die Luftproduktion der Turbogebläse mit Luftdosierung aus.
Die verschiedenen Niveaus bei Wasser, Abwasser und Schlamm schliesslich werden mit hydrostatischen Druckaufnehmern und mit Schallwellenreflektionen erfasst. Bei Chemikalien werden kapazitive Sonden verwendet.

Steuer- und Regeltechnik

Sämtliche Steuer- und Verriegelungsfunktionen sind auf der Basis speicherprogrammierbarer Steuerungen, die sich dezentral in den verschiedenen Niederspannungsverteilungen befinden, realisiert. Bei Anlageteilen, die auch bei Ausfall einer speicherprogrammierbaren Steuerung funktionstüchtig bleiben müssen, übernehmen in einem solchen Fall konventionelle Relaissteuerungen die vereinfachten Back-up-Funktionen. Ergänzend dazu ermöglichen einzelne Vorortsteuerstellen manuelle Eingriffe des Betriebspersonals. Bei komplexen Anlageteilen wie der Brauchwasser-Aufbereitungsanlage oder der Frischschlammpasteurisierung sind die speicherprogrammierbaren Steuerungen redundant ausgelegt.
Die verschiedenen Regelaufgaben für Rücklaufschlammmengen und optimalen Lufteintrag in die Biologie oder Schlammerwärmung in der Pasteurisierung übernehmen Hardware-Mikroprozessorregler, die von der speicherprogrammierbaren Steuerung die jeweils notwendigen Informationen (Softwarevorgaben) beziehen.

EDV-Gesamtkonzept der Stadtentwässerung Zürich

Während der Detailprojektierung des Prozessleitsystems für die erweiterte Kläranlage Werdhölzli musste die Frage gestellt werden, wieweit die im System benötigten Daten weitere Verwendung finden sollten. Es stellte sich bald heraus, dass es zweckmässig ist, die Daten für die Protokollierung und zur Aufbereitung von Führungsinformationen weiter zu verarbeiten. Das im Aufbau begriffene Prozessauswertungssystem, das in der Hauptschaltwarte seinen Platz finden wird, soll die Voraussetzungen schaffen, auch über längere Perioden Daten zu speichern und zusammenzufassen, um gezielt die Betriebsführung weiter zu optimieren.
Bald zeigte sich jedoch, dass nicht nur das Prozessleit- und das Auswertungssystem aufeinander abgestimmt werden müssen, sondern dass es von Vorteil ist, sämtliche EDV-Bedürfnisse in der Stadtentwässerung zu koordinieren, mit dem Ziel, die vorhandenen und zu beschaffenden EDV-Hilfsmittel wirtschaftlich planen zu können (Tabelle 2).
Neben den bereits erwähnten Prozessleit- und Prozessauswertungssystemen sind als technische Informationssysteme weiter vorgesehen:
Das Anlagen- und das Kanalinformationssystem. Im Anlageninformationssystem befinden sich sämtliche Angaben aller im Dienste der Stadtentwässerung stehenden Maschinen und Aggregate. Mit diesem System kann auch jederzeit der Lebenslauf eines technischen Elementes abgerufen werden. Die Absicht besteht, mit den gespeicherten Angaben auf EDV-Basis die jeweiligen Wartungs- und Unterhaltspläne für den Technischen Dienst zu erstellen. Während das Anlageinformationssystem neben den Anlagen in den Kläranlagen auch jene von Pumpstationen enthält, werden im ebenfalls geplanten Kanalinformationssystem die übrigen Daten des Kanalnetzes gespeichert.
Neben den technischen Informationssystemen sollen in den nächsten Jahren auch administrative Informationssysteme sukzessive bei der Stadtentwässerung eingesetzt werden. Da ist einmal der Einsatz im Finanz- und Rechnungswesen. Schon heute werden zwar Budget- und Vergebungskontrolle über ein EDV-System abgewickelt. Dieses soll aber durch ein leistungsfähigeres ersetzt werden, das auch die Einführung eines zweckmässigen betrieblichen Rechnungswesens gestattet. Damit wird es dann z. B. auch möglich, die tatsächlichen Kosten der verschiedenen Reinigungsstufen in den Kläranlagen auszurechnen.
Aber auch bei der Kostenplanung und -überwachung von Kanalprojekten sollen, ähnlich wie es heute bei unseren Kläranlagenbauten bereits gemacht wird, EDV-Programme eingesetzt werden.
Im Leistungsinformationssystem werden alle Personal-, Material-, Fahrzeug- und Anlagedaten erfasst, die die Leistungen für die Stadtentwässerung selbst und für Dritte betreffen.
Das Materialinformationssystem schliesslich enthält die Information über Materialbewegungen und -bestände und dient der Bewirtschaftung des Warenlagers.
In den nächsten rund 5 Jahren wird auf dem Gebiet der Informatik einiges auf die Stadtentwässerung Zürich zukommen.
Schon in 5 bis 10 Jahren ist bei sehr vielen Aufgaben, die im Zusammenhang mit der Abwasserentsorgung gelöst werden müssen, die EDV-Unterstützung nicht mehr wegzudenken. Dies vor allem auch aus wirtschaftlichen Gründen.

Literatur

[1] *Wiesmann J.* und *Steiner H.*: Erweiterung Kläranlage Werdhölzli; Der Betrieb, «Schweizer Ingenieur und Architekt», Nr. 103, 1985

[2] *Schmidlin R.* und *Bühler D.*: Erweiterung Kläranlage Werdhölzli; Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Leittechnik, «Schweizer Ingenieur und Architekt», Nr. 103, 1985

Adresse des Verfassers: *Jürg Wiesmann*, dipl. Ing. ETHZ, Leiter Stadtentwässerung, Tiefbauamt der Stadt Zürich, Bändlistrasse 108, 8064 Zürich.

Vortrag, den der Verfasser an der Philips-Tagung über Abwasser- und Schlammbehandlung am 26. September 1985 in Zürich gehalten hat.