

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 101 (1983)
Heft: 13

Artikel: Computereinsatz im Gewässerschutz: praktische Beispiele für Kläranlage und Kanalnetz
Autor: Meyer, Martin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-75104>

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: 16.07.2025

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

Computereinsatz im Gewässerschutz

Praktische Beispiele für Kläranlage und Kanalnetz

Von Martin Meyer, Bern

Noch bis vor wenigen Jahren wurden insbesondere Kläranlagen als ungeeignete «Übungsobjekte» für die um sich greifenden Computer betrachtet. Mit der zunehmenden Verbesserung von Messwerterfassungsgeräten lassen sich heute mit Computern nicht nur Daten sammeln, sondern auch Prozesse steuern. In Betrieb oder in Ausführung stehende Beispiele werden hier geschildert. Auch auf der Seite des bisher bezüglich Innovation eher stiefmütterlich behandelten Abwasserkanalunterhaltes zeichnet sich eine eigentliche Evolution durch Fernsehen und Datenverarbeitung ab, womit dem Kanalnetzbetreiber nach Wunsch eine Fülle von Informationen über Zustand, Reinigungs- und Renovationsintervall sowie Belastungsgrad in Sekundenschnelle angeboten werden kann.

Ausgangslage

Werden Computer nun auch im Gewässerschutz eingesetzt, nur weil man modern, «in», dabei sein will? – Weil es sozusagen zum guten Ton gehört, mit EDV Probleme zu lösen, die man ohne Computer gar nicht hätte? – Diese und ähnliche Fragen wurden schon gestellt. Deren Beantwortung bedarf jeweils einer Abklärung der Frage: Was ist noch «von Hand» sinnvoll machbar und wirtschaftlich, und wo liegt die Grenze zum Einsatz der schnellen Rechner?

Auch heute noch wird vielfach dahingehend argumentiert, dass man es im weiten Umfeld der Abwasserentsorgung mit langsamen Prozessen zu tun hätte, wo eine halbe Stunde mehr oder weniger auf die Prozessführung keinen Einfluss ausübe, wo die Berechnungsannahmen schon vor dem Komma unsicher seien, und damit der nach dem Komma mehrstellige Computerausdruck nur Pseudowissenschaft sei. Diese Argumentation steht heute mit der fortschreitenden Komplexität der eingesetzten Prozesstechnik mit grosser Verknüpfungstiefe, mit einer Unmenge von anfallenden Daten, mit der weiterschreitenden Grundlagenforschung, mit verbesserten, robusten Messwertgebern, aber auch mit limitierten Personalbeständen auf schwachen Füßen (vgl. Tabelle 1).

Steuerung der Abwasserreinigung

Verbesserte Verfahrenstechnik mittels EDV

Steigende Verbesserung der Abwasserqualität und Eindämmung der Energie- und Personalkosten fördern bei den Betreibern von Abwasserreinigungsanlagen die Bereitschaft, der Prozessbeob-

achtung und der Prozesssteuerung zukünftig mehr Bedeutung beizumessen als bisher. Nicht nur auf Grossanlagen werden daher vermehrt Einrichtungen zur Erfassung von Qualitätsparametern eingesetzt. Nach anfänglichen Fehlschlägen mit Geräten, die nicht für den rauen Einsatz im Abwasser konzipiert waren, wächst jetzt mit dem Wunsch

nach betriebssicheren und wartungsarmen Instrumentationen die Bereitschaft, hierfür wesentlich höhere Investitionsmittel bereitzustellen als in der Vergangenheit [1]. Wenn hie und da noch Kritik an den gestiegenen Kosten für Mess- und Regeltechnik in Abwasserreinigungsanlagen geäussert wird, so sollte man sich vor Augen halten, dass bei kommunalen Bauvorhaben wesentlich grössere Kostensummen ohne jede Diskussion in Erdbau- und Stahlbetonlose fliessen. Zudem muss zukünftig berücksichtigt werden, dass ein verbesserter Umweltschutz nicht mehr ausschliesslich durch Neuerstellung von Kläranlagen erreicht wird, sondern durch *Ausbau und Verbesserung der Verfahrenstechnik* und damit durch Anpassung der Mess-, Steuer- und Regeltechnik an die dadurch ausgelösten höheren Anforderungen.

Beispiel ARA, Bern-Neubrück

Auch im Falle der Projektbearbeitung der Erweiterung *ARA, Bern-Neubrück* (380 000 angeschlossene Einwohner-

Tabelle 1. Unterschiedliche Ausgangslagen

Kriterien	früher	heute
Prozesstechnik	2stufige Abwasserreinigung einfache Schlammbehandlung (meist nur Faulung) keine umfassende Energienutzung, Abfackelung des überschüssigen Faulgases voneinander unabhängige Reinigungsprozesse mit geringer Verknüpfungstiefe, d.h. die Folgen eines Prozesseingriffs sind ohne weiteres voraussehbar und überblickbar	3- bis 4stufige Abwasserreinigung (Aufwand steigt überproportional) weitergehende Technik (mit z.B. Hygienisierung, Entwässerung, Kalkstabilisierung, aerob-thermophile Behandlung, Trocknung, Verbrennung usw.) Verwertung vieler Energiepotentiale (z.B. Gas zur Stromerzeugung), Schlamm als Träger organisch verwertbarer, z.B. brennbarer oder düngerreicher Substanz, Abwasser als Wärmeträger für Wärmepumpen usw. Verknüpfung, z.B. viel Abwasser bedeutet viel Schlamm, grosser Energieanfall, schlechtere Abflussqualität, mehr Chemikalien, mehr Abluft usw. oder: vor Inbetriebnahme einer Gasturbinen-Generatorenanlage sind zu koordinieren und kontrollieren: Gasvorrat oder Ölzufuhr, Trend des Stromverbrauchs, Verbrennungs- und Kühlluftmenge, Parallelbetrieb zu Netz oder Inselbetrieb, Öl- und Abgastemperaturen usw.
Datenanfall	Anlagebetrieb mit nur einer Arbeitsschicht; wenige einfach zu bedienende Maschinen	Betrieb rund um die Uhr, komplizierte Maschinen mit vielen zu überwachenden Daten
Grundlagenforschung	geringe Kenntnisse über Zusammenhänge in den Reinigungsprozessen; geringe Forschungs- und Entwicklungstätigkeit «handbetriebene» Absetzbecken	durch zunehmende Überwachung und Auswertung von Zahlenmaterial (angewandte Forschung) steigende Erkenntnisse über Zusammenhänge in den Reinigungsprozessen; stark angestiegene Forschungs- und Entwicklungstätigkeit seitens der Hochschulen und der Industrie komplizierter Industrieprozess
Messwertgeber (ausschlaggebend für die Steuertechnik!)	nicht praxistüchtig entwickelt (z.B. verstopfungsanfällig)	in den letzten Jahren praxisingerecht entwickelt. Nur wenn ein verlässlicher Messwert (Schlamm-dichte, pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Durchflussmenge usw.) erhoben werden kann, ist eine automatische Steuerung sinnvoll.

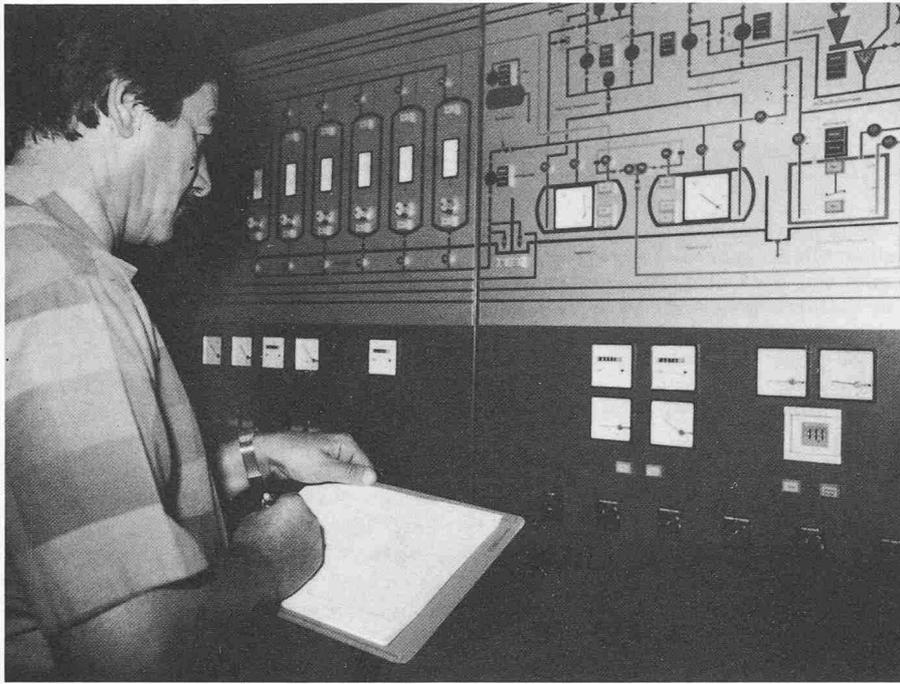


Bild 1. Die manuelle Erfassung von Betriebsdaten ist ab einigen hundert Zählern nicht mehr sinnvoll

gleichwerte), wurde zunächst die Frage diskutiert, ob für die vielfältigen Prozesssteuerungen und -regelungen die konventionelle Relais-technik, freiprogrammierbare Steuerungen, ein computergestütztes Leitsystem oder eine Kombination der drei Möglichkeiten eingesetzt werden sollen.

Eine Auflistung der zu steuernden und zu überwachenden Einrichtungen (Motoren, Pumpen, Förderaggregate, Ventilatoren, Gebläse, Kompressoren, Rührwerke, Pressen, Zentrifugen, Mischer, Rechen, Turbinen, Wärmeaustauscher, Messgeber, Schieber, Ventile, Klappen usw.) ergab die stattliche Anzahl von rund 2000 Aggregaten mit insgesamt rund 5000 analogen und digitalen Signalen (z. B. Motorstromgrösse, Motor ein/aus). Dabei sind 12 500 Prozessablaufschritte (PAP) auszulösen und zu kontrollieren (z. B. 1 Schritt = Motor einschalten). Somit stand als erster Entscheid bereits fest, dass eine *manuelle Erfassung* dieser Betriebsmeldungen *nicht mehr sinnvoll* sein konnte (Bild 1).

Wesentlich mehr Kopfzerbrechen bereitete die Frage, *welche* Prozesse wie zu steuern und zu regeln seien, als da sind:

- *mechanische Abwasserreinigung:* Zuflusssteuerung, Rechenanlage mit Schiebersteuerung, Förderband und Presse, Gebläsesteuerung für Sand-Ölfang, Schlammentnahme aus Vorklärbecken nach Zeit und Feststoffgehalt, Schiebersteuerungen, Pumpensteuerungen
- *biologische Abwasserreinigung:* Schiebersteuerungen, Belüftungsaggregate überwachen, Nachklärschlammentnahme nach Zeit und Trübung; Pumpensteuerungen

- *chemische Abwasserreinigung:* Eisenchlorid- und Polyelektrolytdosierung in Funktion der Tageszeit und Abwassermenge
- *Abwasserfiltration:* Pumpen- und Schiebersteuerungen, Chemikaliendosierung, Filtrerrückspülung
- *Schlammbehandlung:* Eindickeranlage-, Rechen-, Pasteurierungs-, Faulungs-, Aussäuerungsanlagesteuerung, Schlammentwässerung mit Branntkalkbeimischung, Förder- und Siloanlagen, Abluftreinigung
- *Energiebewirtschaftung, Gasverwertung:* Stromerzeugung mit Gasturbinen, Abhitzeverwertung, Abluftverbrennung, Dampferzeugung, Gasspeicherung, Lüftungsanlagen.

Die Zielsetzungen für das Prozessleitsystem sind dabei folgende:

- Die Anlagen sollen im Normalfall automatisch betrieben werden können, manuelle Eingriffe sollen vor Ort aber möglich sein
 - Es sind verschiedene Optimierungsaufgaben zu lösen, z. B. bezüglich Chemikalien- und Energieverbrauch.
- Anfänglich wurde auf das Ziel hingearbeitet, sämtliche Verfahrensabläufe mit Computer zu steuern. Im Verlauf der Detailprojektierung wurden dann aber doch, vielleicht etwas erschrocken durch den eigenen Mut und weil ein gewisses Misstrauen zum neuen Steuer- und Regelmedium Computer nicht ganz zu leugnen war, einzelne Prozesse verselbständigt und mit freiprogrammierbaren oder vorkonfektionierten Steuerun-

gen bestellt, wobei der Computer dann nur noch Sollwerte vorgibt und Daten verarbeitet. Für den Grossteil der Prozesssteuerungen wird aber dennoch der Minirechner verwendet.

Das Tiefbauamt der Stadt Bern beschloss 1980, einen Teil des Leitsystems als *Pilotprojekt* voranzutreiben mit dem Ziel, sowohl für das Projektteam wie auch für den Betreiber, im Hinblick auf das erst 1984/85 abgeschlossene Hauptprojekt, Erfahrungen zu sammeln.

Gleichzeitig ging es auch darum, die Zuverlässigkeit von wichtigen Messwertgebern wie auch die Verfügbarkeit der eingesetzten EDV-Anlage zu überprüfen.

Beschreibung der Pilot- und Hauptanlage

In Bild 2 ist die Konfiguration des projektierten Leitsystems dargestellt, welches kurz beschrieben sei. Dessen Hauptaufgaben sind:

- Realisierung der Prozessablaufsteuerungen
- Zentrale Erfassung und Verarbeitung aller analogen und digitalen Signale
- Koordination und Optimierung zwischen verschiedenen Verfahrensstufen.

Aus Gründen der Betriebssicherheit (Verfügbarkeit) und der grossen Anzahl von Prozessabläufen wird ein *dezentrales Leitsystem* («distributed system») eingesetzt [2]. Das Leitsystem besteht aus 5 einzelnen, für sich funktionsfähigen Subsystemen, einem Reserve-(Back-up-)Subsystem sowie einem Hauptsystem.

Das Automationssystem ist in folgende Funktions- und Bedienungsebenen aufgeteilt:

- *vor Ort (in unmittelbarer Nähe der Aggregate):* mit Revisionsschalter, Not-Ausschalter, Messwertnehmer und -umformer
- *Unterstationen:* mit den Steuerblöcken für Motoren und Ventile, welche hier auch von Hand bedient werden können, zum Teil mit minimalen Hardware-Verriegelungen
- *Kommandoraum:* mit zentralem Rechneraum für Haupt- und Subsysteme, der Schaltzentrale mit allen peripheren Geräten wie Alarm-, Dialog-, System- und farbigen Prozessdatensichtgeräten sowie Alarm/Ereignis- und Protokoll drucker.

Vom Kommandoraum aus können nur ganze Verfahrensstufen, aber keine Einzelaggregate in oder ausser Betrieb gesetzt werden. Jedem Subsystem sind zusammengehörende Verfahrensstufen zugeordnet. Beim Ausfall eines Rechners wird für kurze Zeit nur rund ein

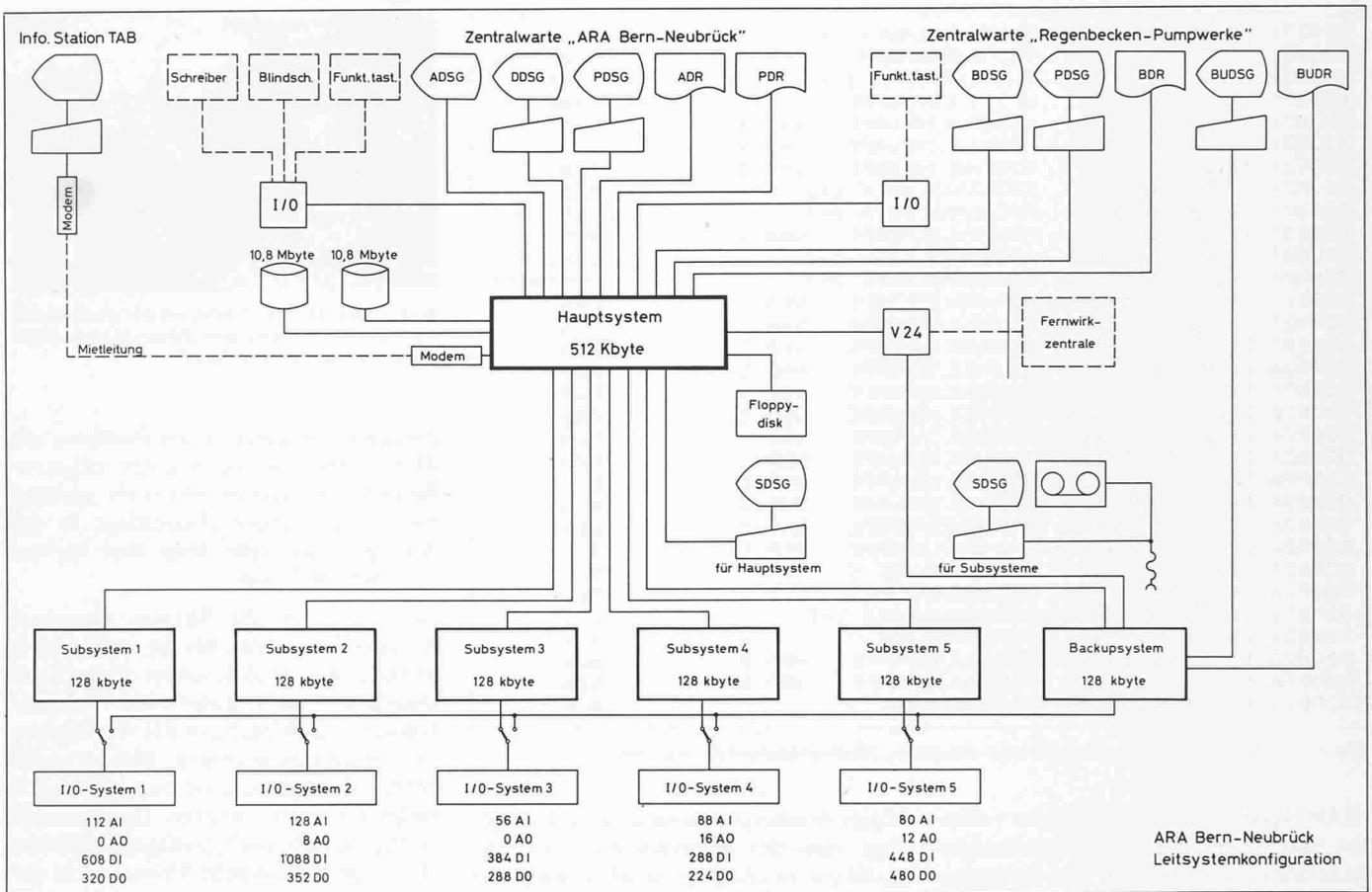


Bild 2. Computergestütztes Leitsystem der ARA Bern-Neubrück: Prozesssteuerung mit Subsystem-Computer, Präsentation der Betriebsdaten, Koordination und Optimierung mit Hauptsystem-Computer

Fünftel der Gesamtanlage betroffen. Tritt dieser Fall ein, so übernimmt der Back-up-Rechner die Aufgaben des ausser Betrieb stehenden Subsystems schon nach kurzer Zeit automatisch.

Die Subsystemrechner führen die wichtigsten Daten dem *Hauptsystem* zu. Hier werden nun z. B. Optimierungsrechnungen durchgeführt und entsprechende Befehle oder Analogdaten an einzelne Subsysteme weitergeleitet, Betriebsübersichten und Protokolle zusammengestellt sowie Blindschaltbild und Peripheriegeräte angesteuert.

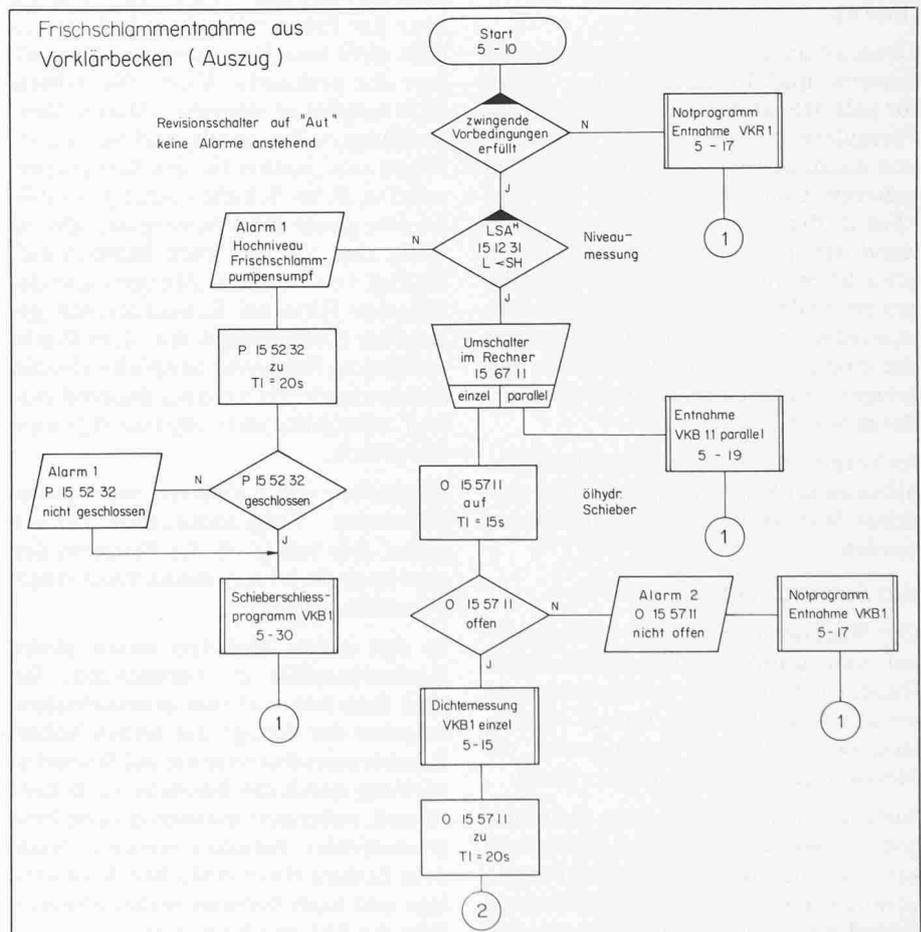
Erfahrungen

Seit April 1982 steht ein erstes Subsystem mit Peripherie in Betrieb. Es überwacht und steuert die Aggregate des Abwasserbehandlungsteils, der Schlammentnahme und der Lüftungsanlagen mit 402 digitalen Eingängen DI, 203 digitalen Ausgängen DO, 50 AI, 6 AO sowie 1900 PAP-Schritten.

Aus der Sicht der Planer

Alle an der Planung beteiligten Instanzen unterschätzten den Aufwand für Projektierung und Realisierung einer Prozesssteuerung mit Computer. Der Verfahrens- und Bauingenieur hat u. a. detaillierte Rohrleitungs- und Instrumentierungsschemas auszuarbeiten und mit den Prozessablaufplänen

Bild 3. Prozessablaufplan des Verfahrensingenieurs, aufgrund dessen der Computerspezialist den Prozessablauf richtig zu interpretieren hat



820826	10.59	AA120023	RECHENANLAGEN 2+3	O.K.
820826	10.59	AA120023	RECHENANLAGEN 2+3	GESTOERT
820826	11.00	BA150111	VKB ENTNAHME 1.1	START
820826	11.00	BA170101	NKB 1 ENTNAHME	START
820826	11.00	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	EIN
820826	11.00	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	AUS
820826	11.04	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	EIN
820826	11.04	AA120023	RECHENANLAGEN 2+3	O.K.
820826	11.04	AA120023	RECHENANLAGEN 2+3	GESTOERT
820826	11.04	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	AUS
820826	11.07	AA120023	RECHENANLAGEN 2+3	O.K.
820826	11.07	AA120023	RECHENANLAGEN 2+3	GESTOERT
820826	11.08	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	EIN
820826	11.08	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	AUS
820826	11.08	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	EIN
820826	11.08	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	AUS
820826	11.08	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	EIN
820826	11.08	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	AUS
820826	11.09	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	EIN
820826	11.09	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	AUS
820826	11.09	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	EIN
820826	11.09	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	AUS
820826	11.10	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	EIN
820826	11.10	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	AUS
820826	11.10	BQ128531	RECHENANLAGE 3	O.K.
820826	11.11	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	EIN
820826	11.11	AA120023	RECHENANLAGEN 2+3	O.K.
820826	11.11	BQ128521	RECHENANLAGE 2	O.K.
820826	11.11	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	AUS
820826	11.12	BE154114	HYDRAULIKPUMPE VKB 1	EIN
820826	11.12	BS128531	RECHENANLAGE 3	O.K.

Bild 4. Fehler in der Ablaufsteuerung werden transparent (Hydraulikpumpe ein/aus/ein...)

(PAP) sowie einer zusätzlichen verbalen Beschreibung die Verfahrensabläufe so unmissverständlich klar darzustellen, dass Elektroingenieur und EDV-Spezialist auf Grund der PAPs in der Lage sind, die Prozessabläufe eindeutig «rückübersetzen» und in Programmablaufpläne umsetzen zu können (Bild 3).

Gross ist auch der «Papierkrieg». Verfahren- und Elektroingenieur haben für jede Messstelle, jedes Aggregat usw. Formulare mit detaillierter Spezifikation auszufüllen, dasselbe gilt für jeden späteren Computerausdruck mit den «Fill in the form sheets». Dieser Aufwand darf aber nicht nur als Nachteil gewertet werden. Mit diesen Unterlagen erhält der Anlagebetreiber eine Dokumentation, die ihm bei der Fehlersuche eine grosse Hilfe ist und beim bisherigen Vorgehen meist stark vernachlässigt wurde.

Im Vergleich zur konventionellen Technik muss schätzungsweise mit dem *doppelten Mannstundenaufwand* gerechnet werden.

Aus der Sicht des Benützers

Der Rechner nimmt dem ARA-Personal viel uninteressante zeitraubende Handarbeit ab (z. B. Schlammentnahme aus Absetzbecken), und er verrichtet diese zuverlässig – vorausgesetzt, die Messwertgeber funktionieren richtig.

Anfänglich wurden einzelne Steuerungen so ausgelegt, dass dem Klärwärter keine Einflussnahme auf den Prozess verblieb, und er praktisch zum Statisten degradiert wurde. Nachträglich wurden

einige Sonderprogramme derart eingefügt, dass der Betreiber diese *vor Ort auslösen* kann. Dies scheint auch ein psychologisch wesentlicher Aspekt zu sein, den es in Zukunft vermehrt zu beachten gilt.

Dass mit der EDV gegenüber konventionellen Systemen mehr Information über die Prozessabläufe anfällt, ist sicher nicht neu. Hier interessiert vor allem der praktische Wert. Die mittels EDV möglichen Betriebs-, Alarm-, Störmeldungen, Protokolle und Serviceanzeigen usw. stellen für das Betriebspersonal (z. B. bei Schichtwechsel) zweifellos *eine grosse Erleichterung* dar, gleichzeitig sind sie aber auch Beweismittel im Fall von Betriebsstörungen und damit eine Hilfe bei Reklamationen gegenüber Lieferfirmen. Auf dem Protokollauszug (Bild 4) ist beispielsweise ein Steuerungsdefekt an einer dauernd ein- und ausschaltenden Hydraulikpumpe ersichtlich.

Abgesehen von kleineren, noch auszuführenden Programmverbesserungen lassen sich bezüglich des Betriebes des provisorischen Leitsystems *keine Negativpunkte* aufführen.

In den ersten Monaten waren *einige Rechnerausfälle* zu verzeichnen. Sie sind einerseits auf den provisorischen Standort der Anlage mit seinen hohen Raumtemperaturen sowie auf Staubeinwirkung durch die Baustelle zurückzuführen, andererseits mussten diverse Programmfehler behoben werden. Nach dem Einbau einer einfachen Klimaanlage und nach Softwareverbesserungen läuft die Anlage störungsfrei.

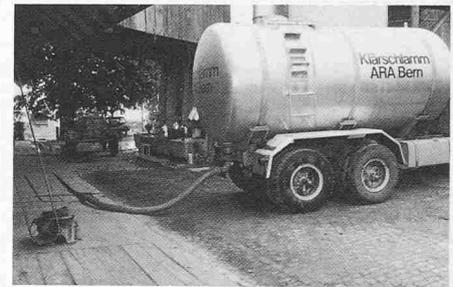


Bild 5. Die Klärschlammlieferungen an den Landwirt werden auf Grund einer Düngerbedarfsanalyse jedes einzelnen Betriebes limitiert

Zeitweise entstehen noch *Probleme mit Messwertgebern*; nach einer längeren Betriebszeit werden plötzlich sachlich nicht begründbare Ausschläge in der Anzeige festgestellt. Hier sind Verbesserungen im Gange.

Die ursprüngliche Skepsis einzelner Arbeiter gegenüber der neuen Technik ist nach kurzer Zeit schon weitgehend abgebaut. Auch ungelernte Arbeiter können am Bildschirm die wichtigsten Informationen abfragen, Sollwerte ändern, Störungen quittieren und danach zielgerichtet einschreiten. Das Personal verfügt schon nach wenigen Monaten über eine erstaunliche Sicherheit in der Anlagebedienung.

Schlammverwertungskontrolle

Mit der auf den 8. April 1981 in Kraft gesetzten *Klärschlammverordnung* wird u. a. vorgeschrieben, welcher Abnehmer zu welcher Zeit und in welcher Qualität wieviel Schlamm beziehen darf. Die Inhaber von Abwasserreinigungsanlagen müssen sowohl gegenüber der Oberbehörde als auch zu Händen der Landwirte jederzeit den Nachweis erbringen können, dass die Böden nicht zur Unzeit gedüngt oder überdüngt werden. Gleichzeitig sind dem Schlammbezüger Lieferscheine abzugeben, die Angaben über Düngermenge (Phosphor und Stickstoff), Schwermetallgehalte und über die hygienische Beschaffenheit enthalten (Bild 5).

Aus dieser Randbedingung ergibt sich für grössere Kläranlagen eine ideale EDV-Aufgabe. So wurden den 500 durch die ARA Bern belieferten Landwirten *Fragebogen* zugestellt, wonach auf Grund der Angaben über landwirtschaftliche Nutzflächen und Viehbestand, die Eigenproduktion an Hofgülle sowie das Düngerdefizit (Phosphor und Stickstoff) errechnet werden. Mit den Daten des Klärschlammes – variabel sind Trockensubstanz und Düngergehalt – ermittelt der Computer für jeden Landwirt die ihm kurz- und mittelfristig zustehende Schlammmenge.

ARA BERN-NEUBRUECK		P205-BILANZ PER TT.MM.JJ				*VARIANTE 1*		DVD,TT.MM.JJ/HPXX		SEITE 1		
TELEFON-NR.	NAME	ORT	REGION LAND/HA	SPERRDAT JAUCHE- GRUBE M3	P-1980 P-1981 IN KG	BEZOG KUCHEN M3	N 82	LAEUFENDES SOLL IST	JAH ABWEICH IN KG	3-JAHRES SOLL IST	PERIODE ABWEICH IN KG	IFREI B2 KUCHEN SCHLamm IN M3
031/ 45.78.29	GERBER HANS	3202 FRAUENKAPPELEN	NE-WL 14,5	150	600 400	0 35	NNNNN NNNN	NNNNN NNNNN	NNNNN+ 150	NNNNN 2700 1150	NNNNN- 1550-	NNNNN 175
031/ 56.28.46	WAEFLER HANSRUOLF	3073 GUEMLIGEN	NE-NE 7,0	120	300 500	0 0	NNNNN NNNN	NNNNN 0	500- 0	1500 800	700- 0	NNN 117
031/ 22.31.80	ZURBUCHEN CHRISTIAN	3047 BREMGARTEN	NE-NE 11,5	200	1500 1500	0 421	NNNNN NNNN	NNNNN 1050 1800	750+ 0	3150 4800	1650+ 0	0 0
031/ 35.96.26	ZWAHLEN ANDREAS	3302 MOOSSEEDORF	NE-MO 15,0	350	900 780	0 281	NNNNN NNNN	NNNNN 1150 1200	50+ 0	3450 2880	570- 0	0 0

Bild 6. Kontrolle der Klärschlammabgabe aufgrund des Phosphorbedarfs der Landwirtschaftsbetriebe

Jede Lieferung wird am Bildschirm eingegeben, worauf periodisch Statistiken mit Soll/Ist-Vergleichen zu Handen des Transporteurs und des ARA-Betriebes sowie Lieferscheine gedruckt werden (Bild 6). Dieses Projekt ist in Ausführung.

- Erarbeiten eines Transformationsprogrammes, welches den Datenaustausch zwischen der Kanalkataster-Datenbank und dem Kanalnetz-Berechnungsprogramm ermöglicht.

EDV im Abwasserkanalnetz

Datenerfassung

Bei diesem teilweise realisierten Projekt war wiederum vor allem die *Vielzahl anfallender Daten* das auslösende Moment zur Anwendung der Datenverarbeitung.

Die durchgeführten Arbeiten lassen sich wie folgt gliedern:

- Computergerechnete Numerierung des rund 300 km langen Kanalnetzes mit etwa 8000 Schächten
- Reinigung der Kanäle mit Hochdruckwasserstrahl, Erstellen des Reinigungsprotokolles für EDV
- Vermessung des Kanalnetzes, Digitalisierung und Speicherung aller Elemente auf Datenbank
- Vermessung der Schächte, Erhebung des Schachtzustandes und Erstellen von Schachtprotokollen, Speicherung auf Datenbank
- Bestandaufnahme der nicht begehbaren Kanäle mit Kanalfernsehen (Bild 7); Festhalten aller Daten (z. B. Dimensionen, Zustand, Einläufe) mit Eingabeformularen und Speicherung auf Datenbank
- Erhebung der erforderlichen Daten zur Kanalnetzberechnung (z. B. Grösse des Einzugsgebiets, Oberflächenbeschaffenheit); Speicherung auf Datenbank
- Auswertung der in den letzten 20 Jahren gefallenen Regen und Bestimmung von Berechnungsregen mittels EDV-Programmen
- Ausarbeiten von Plotprogrammen für die zeichnerische Darstellung des Kanalnetzes

Auswertung für Unterhalt, Kataster und Bemessung des Kanalnetzes

Mit der Computeranlage des Datenverarbeitungsdienstes der Stadt Bern können nun folgende Verarbeitungen durchgeführt werden:

Zuhanden der Kanalunterhaltsequipen:

- Angabe über Reinigungsintervalle, geordnet nach Quartier, Priorität usw.
- Meldung der Schadenstellen mit Schadenart wie z. B. Ablagerungen, Wurzeleinwuchs, vorstehende Einläufe, Risse, defekte Steigeisen usw.

Zuhanden der Betriebsleitung Kanalunterhalt:

- Einsatzplanung der Unterhaltsequipen, Zustandskontrollen
- Budgetierung, Statistiken (Baujahre, Leitungsdimensionen usw.).

Zuhanden der Entwässerungsplanung:

- Kanalnetzberechnung mit hydrodynamischem Abflussmodell: Berechnungsprogramm zur Simulation der Abflussbildung auf der Oberfläche und des Abwassertransportes im Kanalnetz, wobei 2 Zielsetzungen verfolgt werden:

1. Überprüfung der Belastungsverhältnisse im bestehenden und sanierten Netz aufgrund effektiver Regenereignisse.
2. Als Werkzeug zur generellen Kanalisationsplanung.

Zuhanden verschiedener Interessenten:

- automatisches Zeichnen der Kanalnetzpläne in verschiedenen Massstäben, zurzeit durchgeführt in etwas vereinfachter Form an der Universität Bern, später geplant mit interaktiv-graphischem System.



Bild 7. Kanalfernsehaufnahmen zur Beurteilung des Bau- und Betriebszustandes

Gleich wie beim ARA-Projekt ist auch hier der *Aufwand sehr gross*, bis alle Daten erfasst sind. Falls wie im Falle von Bern verschiedene Firmen sich mit Erhebungen befassen, müssen *zuerst einheitliche Formulargrundlagen* geschaffen werden, da sonst ein Datendurcheinander entstehen kann.

Programme, Formulare und Arbeitsabläufe sollten anhand eines Testgebietes Schritt für Schritt beurteilt und ausgefeilt werden. Erst nach genauer Überprüfung der Zweckmässigkeit sollten eventuelle Käufe von Hard- und Software getätigt werden.

Zentrale Steuerung der Regenbecken und Pumpwerke

Die *Überwachung des Abwassertransportes im Kanalnetz* ist ein geeignetes Einsatzgebiet für Computer. Hier gilt es, eine Vielzahl von Messdaten zu verarbeiten, Anlagen zu überwachen und zu steuern und Optimierungsaufgaben zu lösen - eine von Hand praktisch unlösbare Aufgabe.

In den Bau von Abwasserkanälen und Regenwasserbecken wurden bisher mehrere Hundert Millionen Franken investiert. Um diese Investitionen auch möglichst weitgehend auszunützen, bedarf es speziell hier einer *Optimierung*.

Bei Gewitter oder stärkerem Landregen kann bekanntlich nur ein Bruchteil des anfallenden Abwassers der ARA zur

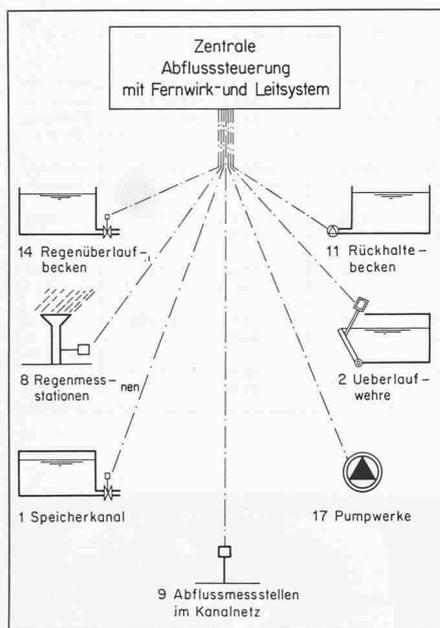


Bild 8. Ermittlung des Belastungsgrades des Kanalnetzes und zentrale Steuerung der Entleerung von Becken nach Regenende

Reinigung zugeführt werden, der Überschuss wird in Regenbecken gestapelt oder grob gereinigt und in Regenauslässe direkt ins Gewässer entlastet.

Die Aufgabe, welche das Leitsystem zu lösen hat, besteht darin, unter Ausnutzung aller Speichermöglichkeiten im Kanalnetz ein Maximum an Abwasser der ARA zuzuleiten, also ein Minimum an Schmutzfracht in den Vorfluter zu entlasten.

Über Fernwirkanlagen werden dem Leitsystem Informationen übermittelt (Bild 8):

- Mit 8 digitalen Niederschlagsmessgeräten wird der regionale Regenverlauf augenblicklich erfasst und zentral aufgezeichnet. In einer späteren

Phase kann simultan der voraussichtliche Belastungsgrad der Abwasserkanäle errechnet werden, um damit den Abwassertransport durch Regel- und Steuerorgane so zu beeinflussen, dass eine minimale Abwasser- bzw. Schmutzfracht in den Vorfluter entlastet wird.

- Mit 9 im Kanalnetz verteilten Wasserstandsmessgeräten, mit Niveausonden in den Becken und anhand der Stellung oder dem Öffnungswinkel der Überfallwehre soll der Belastungsgrad des Kanalnetzes ermittelt werden.

Dadurch ist der Rechner beispielsweise in der Lage, Beckenentleerungen zu stoppen, wenn der mit viel Aufwand gespeicherte, stark verschmutzte Beckeninhalte Gefahr läuft, auf dem Weg zur ARA auf überfüllte Kanäle zu treffen und beim nächsten Regenauslass ins Gewässer entlastet zu werden.

Grundlage für die Festlegung der Steuervorgänge wird eine Auswertung der Kanalbelastungsdaten unter einer bestimmten Niederschlagsbelastung bilden. Dazu sind einige Jahre Beobachtung notwendig.

Die geschilderte Regenbeckensteuerung wird in den nächsten Jahren stufenweise in Betrieb genommen werden.

Kosten

Kostenangaben sind meist *anlagenspezifisch*. In der Literatur z. B. [3] findet man Richtgrößen für Hard- und Softwarekosten der Leitsysteme ohne konventionelle MSR-Technik von *fünf Prozent der gesamten Bauinvestitionen*. Diese Zahl trifft auch recht genau die

Literaturhinweis

- [1] «Abwasser und Schlammbehandlung, Fortschritte und Probleme», 15. Essener Tagung vom 10.-12.3.1982
- [2] Ausschreibungsunterlagen rechnergestütztes Leitsystem ARA Bern-Neubrück Mai 1982
- [3] «Arbeitstagung über moderne Fernwirktechnik und Prozesssteuerung in der Gas- und Wasserversorgung», Sondernummer Gas, Wasser, Abwasser Nr. 9/78

Leitsystem-Kosten der Berner Kläranlage.

Sei es Zufall oder nicht, auch die zusätzlichen Einrichtungen für die Regenbeckensteuerung mittels Computer- und Fernwirkanlagen bewegen sich in der Grössenordnung von fünf Prozent der zugehörigen Bauwerkskosten (Pumpwerke, Regenbecken, Regenauslässe), also in wirtschaftlich sicher vertretbaren Kostenbereichen.

In Industrieanlagen, wie dies grössere Klärwerke darstellen, kann - dies entspricht jedenfalls unseren ersten Erfahrungen - durch den Computereinsatz *kaum Personal eingespart* werden. Es entsteht vielmehr eine Verlagerung der Tätigkeitsschwerpunkte: weg von langweiligen Routinearbeiten, hin zu anspruchsvolleren Überwachungs- und Wartungsaufgaben.

Nicht in Kosten umsetzen lassen sich hingegen die durch die Computerapplikation *erhöhte Betriebssicherheit* der Anlagen und die durch gezielte, rasche Information erreichbare *wirksamere Betriebsführung* sowie eine *Leistungsverbesserung*.

Adresse des Verfassers: M. Meyer, dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Stadtingenieur-Stellvertreter, Tiefbauamt der Stadt Bern, Postfach 2731, 3001 Bern.

Beton - ein dauerhafter Baustoff?

Studientagung in Basel

Etwa 270 Teilnehmer aus der Schweiz und aus dem benachbarten Ausland sind am 26. Januar 1983 der Einladung des Basler Ingenieur- und Architektenvereins (BIA) gefolgt. Den Organisatoren war es gelungen, Fachleute aus Verwaltung, Ingenieurbüro und Unternehmung zu mobilisieren, aber auch Spezialisten aus Bauphysik, Materialprüfung und Bauchemie.

Einführung

Der Tagungsleiter, A. Müller (Kantonsingenieur, Basel-Stadt), stellte einleitend fest, dass die Beständigkeit von Beton in der

Fachwelt zu Zweifeln Anlass gebe. Grund dafür seien systematisch auftretende Schäden, obwohl die Bedenken bereits 1916 von B. Zschokke geäussert worden sind [1].

Warum man heute diesen Fragen nachgeht, suchte Prof. Dr. A. Rösli (ETH, Zürich) zu

beantworten. Für Neuinvestitionen steht weniger Geld zu Verfügung, so dass die Phase des Unterhalts an Bedeutung gewinnt. Vermehrte Beanspruchung erleiden die Bauwerke heute durch intensiveren Winterdienst und durch schlechtere Luftqualität. Weitere Faktoren sind die gestiegene Hektik auf der Baustelle, der Mangel an Facharbeiten und die einseitige Bewertung der Tragfähigkeit durch den Ingenieur. Dieser letzten Tendenz soll mit der Revision der Norm SIA 162 begegnet werden, indem jene Anforderungen an den Beton explizit formuliert werden, die ein erfahrener Ingenieur von sich aus anordnet. Damit lassen sich kosmetische Schäden nicht vermeiden, wohl aber die erwartete Dauerhaftigkeit des Betons erzielen.