

# **WIENER MITTEILUNGEN**

**WASSER • ABWASSER • GEWÄSSER**

## **EDV-Einsatz auf Abwasserreinigungsanlagen**

**Band 96 - Wien 1991**

# **WIENER MITTEILUNGEN**

## **WASSER · ABWASSER · GEWÄSSER**

**BAND 96**

### **EDV-EINSATZ AUF ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN**

**FORTBILDUNGSKURS DES ÖWWV  
WIEN, 25. – 26. 2. 1991**

**HERAUSGEBER :  
PROF. DIPL.-ING DR. H. KROISS  
TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN  
INSTITUT FÜR WASSERGÜTE  
UND LANDSCHAFTSWASSERBAU**

116.8137  
96



# I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

H. PASSER

Einsatzmöglichkeiten, Aufgabe,  
ÖWWV-Regelblatt Nr. 24

A - 1

W. FREY

Abgrenzungen: Meßtechnik, Datenverarbeitung  
und Regeltechnik

B - 1

K. SVARDAL

Probleme der Meßwerterfassung

C - 1

H.W. DEMETZ

Planung einer EDV-Anlage

D - 1

J. PREUNER

Testen und Inbetriebsetzung von EDV-Systemen

E - 1

J. PREUNER

Wirtschaftliche Aspekte

F - 1

G. FRÖSE

Regelungsprobleme Nitrifikation und  
Denitrifikation

H - 1

T. TEICHFISCHER

Regelungsprobleme bei der Phosphorelimination I - 1

G. LADIGES

Möglichkeiten des EDV-Einsatzes zur  
Betriebskontrolle J - 1

AQUA-SYSTEM

Realisierte Projekte der aqua-System K - 1

BERNECKER & RAINER

Biosys - Leitsystem für Abwasserreinigungsanlagen L - 1

DIGI-TECHNIK

PRODAT KL - das Programmsystem zur Überwachung  
und Steuerung von Anlagenprozessen M - 1

SCHUBERT

EDV-Einsatz auf der Kläranlage Himberg N - 1

SIEMENS

Systeme - Lösungen - Beispiele zum Thema  
Wasserwirtschaft O - 1

SPRECHER & SCHUH

Sescreen in Verwendung bei Abwasser-  
reinigungsanlagen P - 1

## V O R W O R T

Die steigenden Anforderungen an die Reinigungsleistung der Abwasserreinigungsanlagen sind immer auch eine Herausforderung an die Verbesserung der Überwachung und die Betriebsführung gewesen. Nachdem die Möglichkeiten einer Hilfestellung der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) sich in den letzten Jahrzehnten sprunghaft entwickelt haben, ist es selbstverständlich, daß deren Einsatz auf Abwasserreinigungsanlagen stark an Bedeutung zunimmt.

Die Fachgruppe "Abwassertechnik und Gewässerschutz" des Österreichischen Wasserwirtschaftsfonds hat daher einen Arbeitsausschuß gegründet, der sich mit den Fragen des EDV-Einsatzes auf Abwasserreinigungsanlagen beschäftigt und ein Regelblatt erstellen sollte. An diesem Regelblatt haben Planer, Betreiber, Behördenvertreter und Wissenschaftler mitgearbeitet. Es liegt nun zur Anwendung in der Praxis vor. Dies war einer der Anlässe zu der Abhaltung eines Seminars zu diesem Thema.

Dieser Band der Wiener Mitteilungen enthält die Vorträge zu diesem Seminar, das am 25. und 26. Feber 1991 an der TU-Wien stattfand. Ziel des Seminar war es, eine Kombination von theoretischen Grundlagen, technischen Hinweisen für die Praxis und Darstellung ausgeführter Lösungen zu vermitteln. Weiters sollte auch ein gewisser Ausblick in die Möglichkeiten der Zukunft gewagt werden.

Bei aller Faszination, die von der EDV-Entwicklung der Gegenwart ausgeht, dürfen zwei Dinge nie aus den Augen verloren werden. Erstens darf nicht vergessen werden, daß die Natur über die langfristig bewährtesten Regel- und Steuerungssysteme verfügt, die ein Überleben der komplexesten Strukturen sichert - dieses "Wissen" haben wir nicht.

Zweitens hat die EDV dem Menschen zu dienen und nicht umgekehrt, d.h. die Möglichkeiten der EDV dürfen nie zum Maßstab unseres Denkens gemacht werden. Es erscheint wichtig auf diese Gefahren aufmerksam zu machen und sie ins Bewußtsein aller Betroffenen zu heben.

Eingedenk dieser Einschränkungen, darf vom Einsatz der EDV auf Abwasserreinigungsanlagen eine deutliche Verbesserung der Betriebsführung und eine Entlastung der Klärwärter von Routinearbeit erwartet werden.

Wien im Feber 1991

H. Kroiß

## **Einsatzmöglichkeiten, Aufgabe,**

### **ÖWW-Regelblatt Nr. 24**

**Helmut PASSER**

#### **1.0 VORBEMERKUNGEN, ALLGEMEINES:**

##### **1.1 AUSGANGSSITUATION:**

Als am 28.1.1988 die Mitglieder des Leitungsausschusses der Fachgruppe Abwassertechnik und Gewässerschutz (vormals FAAT) im Rahmen einer Ausschußsitzung die Notwendigkeit der Erarbeitung eines weiteren ÖWWV-Regelblattes zur Diskussion stellten, das sich mit Sinn und Zweck von EDV auf Kläranlagen zu befassen hätte, war eines der treibenden Argumente u.a. die Frage der enormen Kosten solcher Anlagen. Insbesondere die Vertreter des Wasserwirtschaftsfonds gaben ihrer Skepsis über die Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit von EDV-Anlagen nachhaltig Ausdruck, ginge es doch um den vom Gesetzgeber auferlegten sparsamen und ökologisch wirkungsvollsten Einsatz der Förderungsmittel. In ähnliche Richtung stießen auch kritisierende Meinungen von Behördenvertretern, die den Einsatz von EDV womöglich nur bei Großkläranlagen oder Kläranlagen gewisser Mindestanschlußgröße für gerechtfertigt ansahen.

Völlig konträr dazu klangen schon damals Auffassungen der Vertreter von Industrie und Gewerbe durch, welche insbesondere den wirtschaftlichen Aspekt des Einsatzes von EDV, vor allem bei betrieblichen Abwasserreinigungsanlagen, hervorhoben.

Schon damals wurde den mit der Leitung des Ausschusses Betrauten Flögl und Passer klar, daß es ein großes Informationsdefizit zwischen Auftraggeber, Planer und Aufsichtsbehörden im besonderen gab, dessen Beseitigung als eine der Aufgaben des Ausschusses angesehen wurde. Die ökologischen

Gesichtspunkte von EDV wurden seinerzeit ebensowenig wie die betrieblichen Aspekte in ihrer Wichtigkeit beurteilt, weshalb der Ausarbeitung des Regelblattes eine weitreichende Bandbreite beschert war.

### 1.2 BEARBEITUNG:

Um eine optimale Problemerkennung und Probleminterpretation zu gewährleisten, oblag es den Ausschussleitern, eine möglichst ausgewogene Zusammensetzung des Bearbeitungsteams zu suchen. Folgende Wirkungsbereiche waren vertreten:

- o Kläranlagenaufsichtsbehörde (OÖ)
- o Vertreter der Landesregierung (NÖ)
- o Planung - Bereich Gesamtkonzeption
- o Planung - Bereich EMSR-Technik
- o Planung - Bereich Hard-Softwarekonfiguration
- o Betrieb - Industriekläranlage
- o Betrieb - Großkommunalkläranlage
- o Technische Universität Wien - Verfahrenstechnik  
- Meßwert / Parameteranalytik

Das Regelblatt wurde im Verlaufe von 10 Ausschusssitzungen in der Zeit von 5/88' bis 11/89' erstellt; die Arbeit wurde durch eine Exkursion zu 2 modernen Kläranlagen unterschiedlicher Konzeption (3500 EGW, 63.500 EGW) unterstützt. Für die "mehr oder weniger" vollzählige Teilnahme und Mitwirkung aller Kollegen am Regelblatt darf ich namens der Leiter des Ausschusses nochmals meinen herzlichsten Dank aussprechen.

### 1.3 BEGUTACHTUNG, STELLUNGNAHMEN:

Das Begutachtungsverfahren wurde Anfang 1990' eingeleitet und bis Ende 1990' zum Abschluß gebracht. Aus den insgesamt 15 eingegangenen Stellungnahmen war zu entnehmen, daß der erarbeitete Regelblattinhalt

überwiegend positiv ankam und sich Ergänzungs- bzw. Änderungserfordernisse nur in unwesentlichem Umfang ergeben hatten. Zum Teil waren jedoch Skepsis und Respekt vor der Materie "EDV" aus manchen Stellungnahmen unüberlesbar, was sich in besonders wohlwollender Formulierung niederschlug.

Dem Wunsche nach weitergehender Information über die Materie, wie er ebenfalls in Stellungnahmen zum Ausdruck kam, soll im Rahmen dieses Seminars entsprochen werden.

## **2.0 ZIELSETZUNGEN DES REGELBLATTES:**

### **2.1 OPTIMIERUNG VON GEWÄSSERSCHUTZAUFGABEN:**

Übergeordnetes Ziel aller Bemühungen eines aktiven Umweltschutzes im Bereich der Abwasserreinigung muß die Minimierung der Gewässer-  
verunreinigung bleiben, welche durch die dramatische Gesetzesentwicklung (WRG 90') eine neue Dimension erhalten hat. Die verfahrenstechnischen Vorgänge um die Abwasserbehandlung und deren Nebenprodukte (Schlamm, Rechengut etc. bzw. Abluftemissionen) sind unter dem Aspekt eines kontinuierlich stabilen Prozeßablaufes durch die gegebenen Rückkoppelungsmechanismen derart komplex und z.T. unüberschaubar geworden, daß sich die Suche nach objektiven Überwachungs- und Steuerungskriterien zwangsläufig zur Computertechnik hin entwickelte. Wenn es gelungen ist, Verfahrensschritte oder Steuerungsoperationen z.B. mit einfachen Ja/Nein-Signalen zu umschreiben, dann hat der Mikroprozessor mit der ihm eigenen hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit seine Berechtigung erhalten, der Mensch ist ihm diesbezüglich unterlegen. Im Rahmen des Regelblattes ist in Kap. 2 die Vielfalt des Einsatzbereiches von PLS-Systemen unterschiedlichster Form umrissen, mit dem vordergründigen Ziel einer stabilen Prozeßführung bei minimaler Emission.

## **2.2 INTERDISZIPLINÄRE PROBLEMBETRACHTUNG:**

Wenn es bei Abwasserreinigungsanlagen früherer Generationen (Teilreinigung z.B.) noch durchaus ausreichend und überschaubar war, durch einfache Anlogschaltungen in den Prozeß einzugreifen und dabei durchaus prozeßstörende Handlungen auszulösen, die i.d.R. ohne rechtliche Konsequenzen blieben, ist die Situation heute wesentlich anders. Unkontrollierte Steuerungsbefehle können nachhaltige Negativwirkungen auf Abwasserreinigungseffekt, Geruchsentwicklungen, Sicherheit u.a.m. zur Folge haben, die in ihrer Auswirkung uneingeschätzt geblieben sind, aber im weiteren Verlauf zu Schäden und vor allem Konsequenzen führen können. Die Vermeidung derartiger unbeabsichtigter Störfälle kann durch gezielten Einsatz von PLS-Technik wirksam verhindert werden. Dies setzt allerdings voraus, daß die Auswahl des EDV-Systems und vor allem die Festlegung der sog. Software in gemeinschaftlicher Zusammenarbeit zwischen dem Anlagenplaner, dem Betreiber der Anlage (AG), dem Ausführenden (AN) unter Beiziehung allfälliger Sonderfachleute (Verfahrenstechniker, Biologen, Mathematiker, Regeltechniker u.a.m.) sowie in Zusammenwirken mit allen betroffenen Maschinenlieferanten zu erfolgen hat. Dies bedeutet, daß die Ausrüstung einer ARA mit Prozeßleitsystem bereits vor Realisierung eine totale Offenlegung aller erforderlichen bzw. gewünschten Steuer- und Regelaufgaben in Klartextdefinition notwendig macht. Insbesondere bei komplexeren Aufgabenstellungen muß daher der Kommunikation unter den Beteiligten größtes Augenmerk zugewandt werden.

Im Rahmen des Regelblattes wird vor allem durch die Kap. 3, Kap. 4 und Kap. 5 versucht, den direkten Zusammenhang bzw. das Zusammenwirken zwischen Meß- und Regeltechnik sowie Verfahrenstechnik aufzuzeigen.

## **2.3 BETRIEBSDATENERFASSUNG, NEUPLANUNGSGRUNDLAGEN:**

Der Erfassung aller abwasserrelevanten Betriebsdaten kommt schon heute eine große Bedeutung zu. Ein erster wichtiger Schritt zu einer einheitlichen Betriebsdatenerfassung von kommunalen Kläranlagen war durch die



Herausgabe des ÖWWV-Regelblattes Nr. 13 gegeben. Infolge wesentlich verschärfter Reinigungsziele bis hinunter zu Kleinkläranlagen > 500 EGW ergibt sich einerseits eine erhöhte Anzahl von Überwachungsparametern, andererseits sind zur betriebsstabilen Betriebsweise zusätzliche Regelungs- und Überwachungstechniken erforderlich. Gerade im Hinblick auf die sich aus dem neuen WRG 90' ergebenden Anpassungserfordernisse kommt der Erfassung von Betriebsdaten und deren Auswertbarkeit mittels EDV auf Kläranlagen erhöhte Wichtigkeit zu.

Im Rahmen des Regelblattes ist im Anhang eine demonstrative Aufzählung von Meßwernerfassungen wiedergegeben, die entweder automatisch oder händisch von PLS erfaßt und weiterverarbeitet (gespeichert, ausgedruckt, ausgewertet) werden können. Durch die zwischenzeitlich weiter gestiegenen Technologiemöglichkeiten und -kosten sind insbesondere die ausgewiesenen Empfehlungen "händischer Meßwerte" vor endgültiger Festlegung nochmals zu prüfen bzw. zum Teil schon überholt.

#### **2.4 ANWENDUNGSBEREICH, ABGRENZUNG:**

Das Regelblatt Nr. 24 ist keinesfalls als Leistungsverzeichnis oder Ausschreibungsgrundlage zu verwenden. Ebenso wenig erhebt es den Anspruch auf Vollständigkeit im Sinne einer fachspezifischen Literaturangabe. Bewußt erfolgt im Regelblatt unter Kap. 6 keine exakte Vorgabe oder Abgrenzung von Systemausstattungen, weil diese mit zunehmender Zeit Gefahr liefe, falsch zu werden.

Ebenso bewußt geht das ÖWWV-Regelblatt auf Distanz bezüglich Aufbau und Inhalt zu den ATV Hinweisen H 253 und H 260. Die genannten Hinweise sind jedoch als ergänzende Literatur sehr empfehlenswert. Es sollte vermieden werden, eine schemenhafte Bearbeitung von Aufgaben einer EDV-Anlage mit Prozeßleitung und Prozeßdatenverarbeitung statisch vorzugeben, ohne der Anpassungsmöglichkeit an individuelle Anlagengegebenheiten und Anlagenerfordernisse.

Das ÖWWV-Regelblatt Nr. 24 versteht sich daher ausschließlich als Leitfaden, mit dem Ziel der Einführung von Anlagenplanung in die heutigen Möglichkeiten von EDV-Anlagen, aber auch dem Ziel der Unterstützung von Anlagenplanung und Ausschreibung bis Inbetriebsetzung durch Vorgabe wesentlicher Kriterien.

### **3.0 ERGÄNZENDE INTERPRETATION DES REGELBLATTES:**

#### **3.1 ZU KAPITEL 2 - EINSATZBEREICHE, EINSATZKRITERIEN:**

Zu "Einsatzbereiche":

Üblicherweise sind die Aufgabengebiete von

- a) Betriebsführung und -überwachung
- b) Automatisierung von Prozeßabläufen
- c) Prozeßoptimierung
- d) Dokumentation und Auswertung von Betriebsdaten

eng miteinander verknüpft und voneinander abhängig. Ein isoliertes Bearbeiten der Problemkreise ist nur in Einzelfällen sinnvoll (z.B. beim Nachrüsten von Automatisierungen bei Altanlagen, als Übergangslösung). Die Rückkoppelung von Betriebsdaten auf Steuerungsmechanismen ist bei der Beurteilung der Plausibilität unumgänglich. Die betriebswirtschaftlichen Aspekte und Daten sollten bei der Datenauswertung in der Folge abgekoppelt werden von den übrigen Betriebsdaten, da für diese i.d.R. eine längere Zugriffszeit erforderlich ist (Geschäftsjahr / Betriebsjahr).

Punkt e) Sonstige Einsatzbereiche ist mit wenig Zusatzaufwand realisierbar; insbesondere bei höherem Maschinenpark empfehlenswert, einzubauen.

Zu ergänzen wäre noch, daß sich der gesamte Einsatzbereich auch auf exterritoriale Anlagenteile beziehen kann, sofern sich eine Datenankoppelung

durch ein Fernwirksystem ergibt.

#### Zu "Einsatzkriterien":

Wichtig erscheint der Hinweis, daß die Kosten zurecht das letzte Entscheidungskriterium darstellen. Aus dem Lichte ständig steigender Dokumentationspflicht sowie überwachter Grenzparameter ergibt sich durchaus schon bei Kleinanlagen eine EDV - Einsatzzweckmäßigkeit, insbesondere auch wegen der hohen Zuverlässigkeit. Die Gesamtabwägung aller genannten Gesichtspunkte sollte aber nicht aus ökonomischen, sondern aus ökologischen Überlegungen (Prozeßsteuerung) erfolgen, dann ist die Entscheidung langfristig zugunsten EDV zu erwarten.

### 3.2 ZU KAPITEL 3 - AUFGABEN VON PLS:

#### Zu "Passive Aufgaben von Prozeßleitsystemen":

Die Aufzählung der unter Pkt. a) bis f) genannten Aufgabengebiete zeigt, daß eine Vielzahl der diesbezüglichen Daten und Verarbeitungen schon in Kläranlagen der 80-er Generation verfügbar waren, wenn auch in z.T. anderer Form.

Die Datenverarbeitung, Speicherung und Darstellung sowie Protokollierung bilden den wesentlichen Vorzug von PLS-Systemen durch permanente Transparenz des Betriebszustandes. Ein Eingriff in den Prozeß erfolgt nicht.

#### Zu "Aktive Aufgaben von Prozeßleitsystemen":

Diese bedeuten den eigentlichen Vorzug von PLS-Systemen, in dem Steuer- und Regelungsaufgaben selbsttätig erfüllt, Sollwerte berechnet, Daten übertragen, automatische Betriebsvorgänge aktiviert werden. Für all diese Automatikvorgänge bedarf es einer exakten Softwaredefinition, die Möglichkeiten des Bedienungskomforts richten sich u.a. auch nach den vom AG zu definierenden Vorgaben.

### Zu "Bedienungsmöglichkeiten":

Über die passiven und aktiven Aufgaben hinausgehend ist selbstverständlich davon auszugehen, daß jederzeit teilweise oder auch gesamthaft ein Handbetrieb realisierbar ist. Inwieweit es dabei zu prozeßstabilen Betriebsabläufen kommen kann oder nicht, ist anlagenspezifisch bestimmt.

### 3.3 ZU KAPITEL 4 - SCHNITTSTELLEN:

Schnittstellen entstehen bei jeder Art von Datenübertragung der "Vorort"-Geräte bei Anbindung an das PLS. Hierbei unterscheidet man Daten gleichen Charakters wie Meßwerte, Sollwerte, Meldungen, Befehle und Zählwerte, die zunächst alle im einzelnen festgelegt und zugeordnet werden müssen.

Datenschnittstellen sind Anschlüsse bei elektronischen Steuereinheiten, die zum gegenseitigen Datenaustausch geeignet sind. Die Schnittstellen müssen einheitlich sein und europ. Normung entsprechen. Jede Einzelschnittstelle ist hochempfindlich gegen Überspannung und sollte daher entsprechend geschützt und am Vorortgerät zwischen PLS und MWA galvanisch getrennt sein.

Eine technisch einwandfreie Ausbildung der Schnittstellen ist essentielle Voraussetzung für die Funktionsicherheit von PLS.

### 3.4 ZU KAPITEL 5 - AUFBAUMÖGLICHKEITEN VON PLS:

#### Konventionelle Schaltwarte mit speicherprogrammierbaren Steuerungen:

Diese Gerätetechnik kann als Stand der Technik der 80-er Jahre bezeichnet werden. Sie ist charakterisiert durch Überschaubarkeit, einfache Bedienung und geringen Wartungsaufwand. An Planung und Betriebspersonal werden keine

besonderen Anforderungen gestellt. Die Informationsvermittlung und Prozeßdarstellung ist jedoch begrenzt. Es erfolgt keine Meßwertverarbeitung und Protokollierung. Lediglich bestimmte Steuerungsaufgaben kleinen Umfangs werden dezentral mittels SPS durchgeführt. Der Betreiber greift über Tasten und Schalter in das Prozeßgeschehen ein. Bei größeren Anlagen leidet die Übersichtlichkeit bzw. muß die Prozeßdarstellung mit übergroßen Blindschaltbildern gelöst werden. Die Flexibilität der Anlagen ist, bedingt durch die aufwendige Verkabelung, gering. Die nachträgliche Ergänzung oder Einbindung von Anlagenerweiterungen oder Steuerungen gestaltet sich meist schwierig und teuer. Ein Prinzipschema findet sich im Regelblatt. Wenn auch funktionstüchtig, ist dieser Wartenaufbau als überholt zu bezeichnen.

#### Rechnergestützte Systeme:

Dieses Schaltwartenkonzept stellt nach Ansicht des Ausschusses die Mindestanforderung, auch für kleinere Anlagen, dar. Prozeßdaten werden verarbeitet und protokolliert. Die Prozeßdarstellung erfolgt über Prozeßbilder am Bildschirm. Steuerungsaufgaben werden extern über SPS durchgeführt. Der Schwerpunkt dieses Systemes liegt bei der Prozeßüberwachung. Die Frage des Einsatzes eines redundanten Rechners ist im Zweifelsfall zu Lasten höherer Investitionskosten zu entscheiden. Ein Prinzipschema findet sich im Regelblatt.

#### Zentraler Prozeßrechner:

Der zentrale Prozeßrechner wird vor allem dann einzusetzen sein, wenn es sich um Anlagen beschränkter Größe und Prozeßschwankung handelt und die Prozeßoptimierung neben der Überwachung im Vordergrund steht. Der Prozeßrechner übernimmt die volle Prozeßsteuerung, Regelungsaufgaben und Optimierung. Nachteilig wirkt sich die geringe Grundverfügbarkeit durch die Zentralisierung, dadurch gegebene zusätzliche Aufwendungen wie redundanter Rechner, zusätzliche Instrumentierung einer Meßwartentafel für Handbetrieb etc. aus. Durch z.T. komplexe Programme, die vom Anlagenpersonal nicht genutzt werden können, ist eine geringe Flexibilität gegeben. Daraus resultiert der Einsatz solcher Systeme vor allem bei klar definierten Anlageverhältnissen ohne große Variantenspielräume. Ein Prinzipschema findet sich im Regelblatt.

### Prozeßleitsystem mit dezentraler Technik.

Diese Automatisierungssysteme stellen eine Modulation der zwei vorgenannten Systeme dar und bilden die Idealkonzeption für kommunale Kläranlagen. Räumlich und funktionell verteilte Teilprozesse werden von Mikroprozessoren (SPS) geregelt und gesteuert und über eine Datenverbindung (BUS oder LAN) an den Hauptprozeßrechner herangeführt. Dieser übernimmt sohin schwergewichtsmäßig die Datenerfassung, Verarbeitung und Prozeßdatendarstellung. Prozeßeingriffe können vom zentralen Rechner an die Außenstationen weitergeleitet werden. Durch die Vielzahl eigenständig arbeitender "Inselrechner" ist eine hohe Systemsicherheit erreichbar. Durch Einbau einer Notebene für Handbetrieb kann dem Systemausfall entgegengesteuert werden. Ein Hauptvorteil ist auch noch in der Anpassungsfähigkeit und Ausbaufähigkeit bei Aufrechterhaltung des Betriebes gegeben.

Ein Prinzipschema findet sich im Regelblatt.

### 3.5 ZU KAPITEL 6 - AUSWAHLVORSCHLAG FÜR PLS:

Aufgrund der gegebenen Problematik zwischen Kostenverfall von EDV-Anlageteilen bei gleichzeitig vorhandener Leistungs- und Kapazitätsverbesserung ist eine steife Vorgabe von Hard- und Software-konstellation nicht möglich.

Die vom Arbeitsausschuß erstellte tabellarische Erfassung von Hard- und Softwareaufgaben, nach 4 Kläranlagengrößen gegliedert, ist in ihren Größenbereichen schon aus diesem Grund übergreifend gewählt. Die gewählte Klassifikationsart in 3 Kategorien (empfehlenswert = +; im Einzelfall zu prüfen = 0; nicht erforderlich = -;) kann nur als richtungsorientierend verstanden werden und entsprang dem bis zum Bearbeitungszeitpunkt verfügbaren Erfahrungsschatz. Allfällig schon heute erforderliche Ergänzungen wären in diesem Sinne selbständig interpretierbar.

### **3.6 ZU KAPITEL 7 - AUSWAHLKRITERIEN HARDWARE:**

Die richtige Auswahl der Hardware, also der Maschinenkonfiguration, ihrer Speicher- und Rechnerkapazität, aller zugehöriger Peripheriegeräte und letztlich auch des Betriebssystems kann nur in enger Zusammenschau zu den Aufgaben, die vom PLS erfüllt werden sollen, entschieden werden. Es bleibt deshalb nicht erspart, schon vor dieser Entscheidung ein Mengengerüst und Anforderungsprofil zu erstellen, um aus einem entsprechenden Informationsstand heraus das Leistungsvermögen, Komfort und Nachteile der in Betracht gezogenen Varianten besser beurteilen zu können. Im Regelblatt sind zunächst unter Pkt. 7.1 allgemeine Gesichtspunkte wie Systemeinheitlichkeit, Ausbaufähigkeit, standardisierte Produkte mit Markenqualität, Betriebssicherheit, mechanische Eignung und Anforderungen behandelt. Wesentlich scheint der Hinweis, daß ein allzu großzügiger Einkauf von Reservekapazitäten, Peripheriegeräten etc. weder wirtschaftlich noch zweckmäßig ist, wegen der äußerst kurzen Innovationszeiten.

Bezüglich der unter Pkt. 7.2 angeführten Möglichkeiten von Betriebssystemen sei aus der Praxis der Hinweis gegeben, daß keinesfalls produktspezifische oder unverbreitete Systeme anzuraten sind. Auch dann nicht, wenn die Software inkludiert ist. Dies würde in der Folge bei Adaptierungs- oder auch Störfallbehebungen den Einsatz der Produktspezialisten bedingen, was nicht nur höchst teuer sondern vor allem unpraktikabel ist (Wartezeiten etc.).

Dem Speicherplatz in EDV-Anlagen kommt eine zentrale Bedeutung zu. Zu den unter Pkt. 7.3 angeführten Speichermöglichkeiten, von RAM in SPS über Festplattenspeicher, zusätzliches Festplattenlaufwerk extern, Doppel-festplatten-ausführung (Festplattenspiegelung) etc. ist vor allem auf eine stabile Datensicherung hinzuweisen, wofür ein Sicherheitsfaktor 3 angebracht erscheint (z.B. Diskette, Magnetband, Festplatte). Auch in dieser Frage spielt das Anlagenkonzept tief in die Konfiguration herein.

Umfang und Auswahl der Peripheriegeräte sind in Pkt. 7.4 des Regelblattes behandelt. Sie spielen nicht mehr die tragende Rolle, sondern sind das notwendige Zubehör, das der Anlage mit mehr oder weniger Komfort zu mehr



oder weniger Benutzerfreundlichkeit verhilft. Nachdem all die genannten Geräte vom Personal bedient und auch gewartet werden müssen, ist eine großzügigere Entscheidung im Zweifelsfalle von positiver Auswirkung auf die Anlagennutzung. Übersichtliche, gut aufgelöste und klar dargestellte Datenausgaben sind bei gleicher Outputfülle unlesbaren Diagrammen in unhandlichen Formaten, als Folge schlechter Druckerqualität, zweifelsfrei vorzuziehen.

Die unter Pkt. 7.5 angeführte Ausstattung von Bedienplätzen ist ausschließlich von der Kläranlagen-(Verbandsgröße) abhängig. Bei Einbeziehung exterritorialer Anlagen in das gesamte PLS empfiehlt sich schon aus Gründen der Betriebsführung eine Mehrplatzausstattung zumindest wie im Regelblatt angeführt (Warte + Labor + Betriebsleiter / Geschäftsführer).

### **3.7 ZU KAPITEL 8 - ANFORDERUNGEN AN SOFTWARE:**

Aus den Ausführungen unter Kapitel 8 wird ersichtlich, wie vielfach verknüpft und vielfältig die sog. Software in ein PLS einwirkt. Ausgehend von dem Idealmodell des PLS für kommunale Kläranlagen - PLS mit dezentraler Technik - ergibt sich, daß hier bereits 3 Ebenen von Software u.zw. im Zentralrechner, Software für Datenverbindung von dezentralen SPS zur Prozeßankoppelung und die individuelle Software für die SPS vor Ort erforderlich wird.

Es wird klar, daß die Softwaredarstellung nicht mehr zum Hauptbetätigungsfeld eines Kläranlagenplaners (= Bauingenieur oder Kulturtechniker) gehören kann, sondern eine unabhängige, ausgereifte EDV - Spezialistentätigkeit, i.d. Regel eines Informatikers, bedeutet. Sehr wohl aber muß es als Aufgabe des Kläranlagenplaners gesehen werden, im Rahmen eines Pflichtenheftes alle gewünschten Steuer-, Regel-, Meß- und Auswertevorgänge, alle Kontroll- und Überwachungsmechanismen, alle Darstellungen, alle Regelfunktionen etc. sowie auch das grundsätzliche Benutzermenügerippe zu erstellen bzw. vorzugeben. Daraus resultiert zwar ein erheblich höherer Arbeitsaufwand schon vor Ausführung, gleichzeitig aber eine viel höhere Planungs- und Überwachungseffizienz.



Unter Punkt 8.2 des Regelblattes sind in allen Einzelheiten die wesentlichsten Kriterien für ein Software-Anforderungsprofil angegeben und es empfiehlt sich, diesen Inhalt im Sinne einer Checkliste zu Vergleichs und Kontrollzwecken heranzuziehen, zumindest solange, bis die bestellte Software hinreichend ausgetestet wurde.

Auf die Vorlage einer übersichtlichen Dokumentation gem. Pkt. 8.3 des Regelblattes mit entsprechender Benutzeranleitung, Ablaufschemen etc. vor Übernahme von PLS sei besonders hingewiesen.

### **3.8 ZU KAP. 9 - INBETRIEBSETZUNG, INBETRIEBNAHME, PROBEBETRIEB:**

Der Einsatz von PLS auf Kläranlagen - für Neuanlagen unersetzlich - muß darauf bauen, daß auch das Betriebspersonal entsprechend qualifiziert ist und auf den "Umstieg" oder "Einstieg" ins EDV-Zeitalter auf Kläranlagen vorbereitet wird. Das Regelblatt beschreibt unter Pkt. 9.1 u.a. die Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit vorzeitiger Einschulung, wobei vordergründig die Hilfs- und Unterstützungsfunktion der EDV hervorzuheben wäre. Das Zusammenspiel zwischen Meßwertaufnahme und Datenauswertung bzw. Regelung und Steuerung darf auch bei noch so ausgereifter, gecheckter Software nicht den Plausibilitätsbetrachtungen des erfahrenen Klärmeisters entzogen werden, ebensowenig wie die Automatisierung im Sinne von Personaleinsparung sich selbst überlassen werden darf.

Im Regelblatt sind unter Pkt. 9.2 bis 9.4 alle wesentlichen Voraussetzungen aufgeführt, die eine Inbetriebsetzung überhaupt erst freigeben.

Wichtig erscheint der Hinweis, daß im Rahmen eines Probebetriebes eines PLS alle denkmöglichen und vorgesehenen Betriebs- und Störsimulationen lückenlos durchgeführt werden und darüber, insbesondere über Fehlfunktionen, ein ebenso lückenloses Protokoll geführt wird. Auf die Gefahren und Probleme "vorzeitig in Betrieb geschickter" PLS-Systeme kann nur nachhaltig hingewiesen werden.

#### **4.0 ZUSAMMENFASSUNG, AUSBLICK:**

EDV-Einsatz auf Abwasserreinigungsanlagen, realisiert in Form von Prozeßleitung und Prozeßüberwachung führt zu einer hohen Transparenz der Prozeßvorgänge.

Es erfordert sein effizienter Einsatz aber auch ein wesentlich gesteigertes, umfassenderes Fachwissen, um Fehlinterpretationen und damit Fehlsteuerungen hintanzuhalten.

Die mit EDV-Anlagen zum erheblichen Anteil gegebenen Automatisierungen sollten keinesfalls dazu Anlaß geben, Personal einzusparen, sondern vielmehr die zur Verfügung erhaltene Zeit vermehrt in Anlagenwartung und Ergebnisinterpretation mit dem Ziel permanenter Anlagenoptimierung investiert werden. Die zu erwartende Abwasserabgabenregelung vergebürhte schon heute diese Zielsetzung.

Durch den Einsatz von PLS kommt es darüber hinaus zu einer zwangsläufig erzwungenen Verantwortungskonzentration zwischen AG - AN - Betrieb durch die Notwendigkeit vorzeitiger Anforderungsdeklaration, was auch im Sinne einer Verbesserung der Problemerkennung und -beachtung gelegen ist.

Wenn mit der Ausarbeitung des ÖWWV-Regelblattes Nr. 24 ein Beitrag zur Verständigungsoptimierung zwischen Bauherr und Planer, Informatik und Verfahrenstechnik, Betrieb und Ausrüster geschaffen wurde, die Ingenieurgesellschaft zu festigen gegenüber Judikatur, Bürokratur und Unverständnis, dann kann die getane Arbeit als durchaus erfüllt betrachtet werden.

**5.0 LITERATUR:**

- DEMETZ, H.W. - Computereinsatz auf Kläranlagen  
Wiener Mitteilungen, Band 81, 2. Auflage  
1990
- ÖWWV - Regelblatt Nr. 24, 1991  
"EDV-Einsatz auf Abwasserreinigungsanlagen"  
Prozeßleittechnik - Prozeßdatenverarbeitung
- FREY W., SVARDAL K. - Einsatz der EDV in der Abwassertechnik  
Österreichische Wasserwirtschaft,  
Jahrgang 42, Heft 5/6, 1990

Verfasser:

Helmut PASSER, Dipl.Ing.  
Ziv.Ing. für Bauwesen  
IBP - Ingenieurbüro Passer

Adamgasse 7a  
6020 Innsbruck

ABGRENZUNGEN: MESSTECHNIK, DATENVERARBEITUNG  
UND REGELTECHNIK

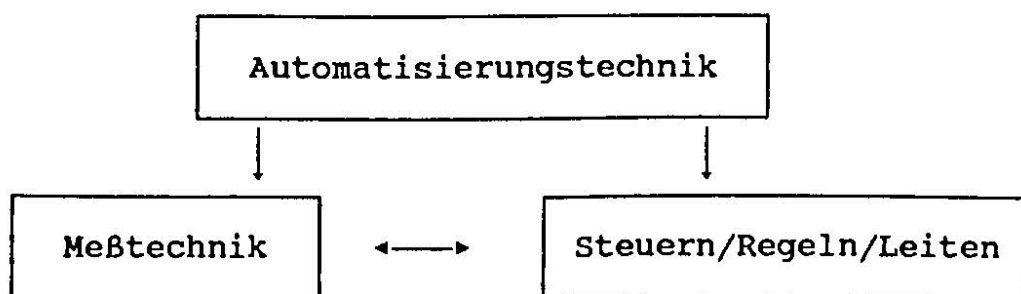
W. Frey

1. EINLEITUNG

Durch die zunehmende Zahl der Steuer- und Regelaufgaben, die wachsende Bedeutung der Überwachung der Ablaufwerte einerseits und die sinkenden Kosten für EDV Systeme andererseits ist es heute verfahrenstechnisch sinnvoll und wirtschaftlich möglich Computeranlagen auf Kläranlagen einzusetzen.

Da die Begriffe "EDV-System" bzw. "Computeranlage" sehr weit auslegbar sind wird im Rahmen dieses Vortrages eine mögliche Gliederung aufgezeigt.

Allgemein kann folgende Einteilung gelten:



In den weiteren Ausführungen werden die einzelnen Teilbereiche, ihre Stellung und Aufgabe innerhalb der Automatisierungstechnik näher erläutert.

## 2. MESSTECHNIK

Den Meßfühlern wird im Rahmen der Automatisierung von Kläranlagen oft zu wenig Beachtung geschenkt. Ihnen kommt die verantwortungsvolle Aufgabe zu, verlässliche Meßangaben zu liefern die als Eingangsgröße, Ist-Werte, für Regel- und Steueraufgaben herangezogen werden. Jedes System wird maßgeblich vom schwächsten Glied beeinflußt (Mist hinein ----> Mist heraus!).

Darum soll an dieser Stelle speziell darauf hingewiesen werden, daß den Meßwertaufnehmern von der Auswahl des Meßsystems, der Wahl des Einbauortes, den Montagebedingungen und der Inbetriebsetzung bis hin zur regelmäßigen und sorgfältigen Wartung höchste Aufmerksamkeit zu schenken ist.

Um einen Maßparameter zu erfassen wird ein Meßwertgeber und ein daran angeschlossener Meßwertverstärker, eine sogenannte Meßkette eingesetzt. Das Fühler- oder Sensorelement steht i.a. mit dem Meßgut in direktem Kontakt wodurch bei Veränderung des Meßparameters eine Veränderung vom Fühler ausgeht, diese "Veränderung" wird nun vom Meßwertverstärker in ein brauchbares Spannungs- oder Stromsignal umgeformt. (z.B. 4(0) - 20mA)

In der Abwassermeßtechnik eingesetzte Meßfühlern sind wesentlich rauheren Bedingungen als beispielweise Laborsonden ausgesetzt. Dementsprechend sind die Meßwertaufnehmer in robuste Hüllen eingebaut, dies hat teilweise auch Rückwirkungen auf die Funktion (z.B. Ansprechgeschwindigkeit bei Änderung des Meßparameters).

Dieser Umstand ist nicht unbedingt als negativ zu bewerten, da die Anforderungen an Betriebssonden zum Teil erheblich von jenen an Laborgeräte abweichen.

Prinzipiell ist festzustellen, daß in der Diskussion über EDV-auf Kläranlagen der Eindruck entsteht es könnten alle für den Betrieb erforderlichen Anlagenparametern automatisch erfaßt werden, dies ist nicht der Fall! Eine Betrachtung der Meßwertliste im Anhang des Regelblattes zeigt dies ganz deutlich.

Es stehen zwar für eine gewisse Gruppe von Parametern (N, P - Verbindungen) automatisch arbeitende Analysegeräte zur Verfügung die jedoch aus Kostengründen noch keine große Verbreitung haben. Viele Parameter werden daher nach wie vor, aber auch in Zukunft, im Labor zu ermitteln sein.

Auf die verschiedenen Meßparameter die dafür eingesetzten Methoden und verfügbaren Meßgeräte kann im Rahmen dieses Vortrages nicht eingegangen werden. Einige ausgewählte Meßverfahren werden in den folgenden Vorträgen behandelt. An dieser Stelle muß auf die Literatur und die zahlreichen Firmenschriften zur Meßtechnik und Abwassermeßtechnik verwiesen werden.

Einen umfangreichen Überblick bieten die Veröffentlichungen von STROHRMANN (1983, 1988), ZÜLLIG (1988), spezielle Kapitel der Abwassermeßtechnik können u. a. den Firmenschriften "Abwasser - Meß - und Regeltechnik" von ENDRESS + HAUSER der OXI-Fibel, der Leitfähigkeits-Fibel und der Fibel zur ionenselektiven Meßtechnik von WTW, dem Beitrag "Kompetenz in der Wasserwirtschaft" von SIEMENS usw. entnommen werden.

Ich halte es persönlich nicht für sinnvoll möglichst viele Daten, nur weil es einfach machbar ist, mit Meßfühlern aufzunehmen und abzuspeichern, sondern erachte es für notwendig jeden Meßwert auch auf seine Weiterverwendbarkeit und Aussagekraft hin zu überprüfen.

### 3. STEUER-, REGEL- u. LEITTECHNIK

Zu den wichtigsten Komponenten eines Automatisierungssystems neben den Meßwertaufnehmern gehören Regler, Steuergeräte, das Leitgerät (bzw. Leitsystem) sowie der Stellantrieb (das Stellgerät selbst wird meist schon dem Prozeß zugeordnet).

Ein Regler führt unabhängig wie dieser apparativ aufgebaut ist (pneumatischer Einheitsregler - Programmteil eines Prozeßrechensystems) folgende Aufgaben durch:

- Vergleich zwischen Ist-Wert und Soll-Wert der Regelgröße, feststellen der Differenz der Regelabweichung nach Größe und Richtung.
- Ermitteln der Stellausgabe aus Größe und Richtung der Regelabweichung aus dem bisherigen Verlauf der Stellwerte gemäß den Regelparametern.
- Stellwertausgabe

Steuerungen erzeugen aus Werten eines oder mehrerer Eingangssignale die Stellsignale. Dabei sind die im Steuergerät eingepprägten Gesetzmäßigkeiten z.B. Verriegelungen, Abhängigkeiten oder Zeitfolgen zu berücksichtigen.

Der wesentliche Unterschied zw. Regelung und Steuerung besteht darin, daß eine Regelung das Ziel hat eine Prozeßgröße durch fortlaufenden Eingriff auf einen Soll-Wert zu halten (dieser Soll-Wert kann durchaus einer Veränderung unterliegen) wogegen eine Steuerung für den aufgabengerechten Ablauf eines Prozesses sorgt ohne daß eine Rückmeldung einer Änderung im Prozeß zufolge eines Steuereingriffes erfolgt.

Am Beispiel der Sauerstoffzufuhr soll der Unterschied zw. Regelung und Steuerung nochmals veranschaulicht werden: Während bei der Regelung der Sauerstoffgehalt im Belebungsbecken gemessen und davon abhängig die Leistung des Belüftungssystems fortlaufend angepaßt wird ist bei einer Steuerung entsprechend den Ganglinien der Zulauffracht (diese wird zu einem früheren Zeitpunkt ermittelt und wird als bekannt vorausgesetzt) ein Zeitprogramm vorgegeben, daß auf die Belüfterleistung wirkt.

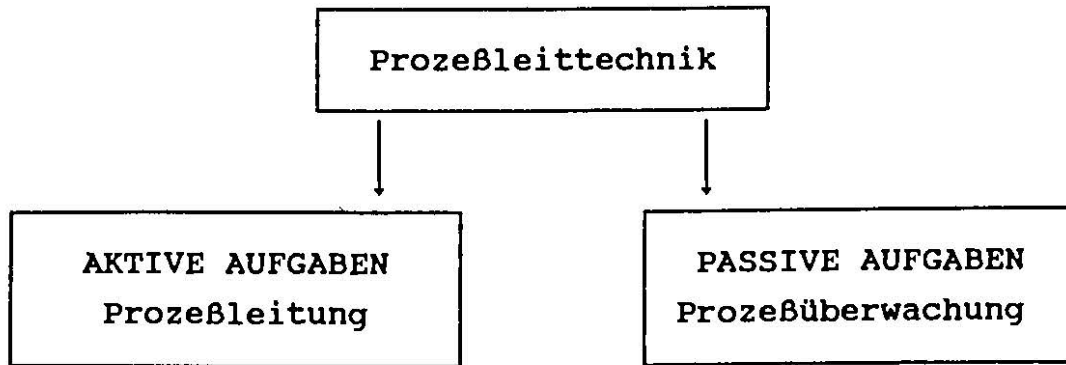
Als Leitsystem wird in diesem Vortrag die Summe der Einrichtungen verstanden die dem Menschen einen aktiven Eingriff in den Prozeß ermöglichen. Auch hier ist ein breites Spektrum von direkt am Gerät angeordneten Bedienelementen bis hin zum Computer mit Bildschirm, Tastaturen, Maus, usw. denkbar.

Prinzipiell ist festzuhalten, daß ein Automatisierungssystem mit Steuer- und Regelfunktionen nicht automatisch ein Leitsystem beinhaltet. Die flexible Verwendung des Begriffes "Prozeßleitsystem" für die Teilbereiche der Steuer-, Regel-, und Leittechnik ist durch die Tatsache begründet, daß zur Durchführung der Steuer- und Regelaufgaben eine Leiteinrichtung unerläßlich ist.

Als Prozeßleittechnik wird die Gesamtheit aller Maßnahmen die der Prozeßüberwachung, der Prozeßdarstellung und der Prozeßbedienung dienen, verstanden. Durch den Einsatz eines Leitsystems soll erreicht werden, daß ein Prozeß in technischer und wirtschaftlicher Sicht optimal abläuft.

Ein Prozeßleitsystem kann einerseits nach den von ihm zu erfüllenden Aufgaben und andererseits nach seinem Aufbau gegliedert werden.





### 3.1 Aufgaben von Prozeßleitsystemen

Prinzipiell erfüllt ein Prozeßleitsystem demnach passive und aktive Aufgaben. Bei Passiven Aufgaben greift das System nicht unmittelbar in den Prozeß ein sondern gewährleistet folgende Funktionen:

- Datenerfassung
- Datenbearbeitung
- Datenspeicherung
- Visualisierung von Prozeßdaten
- Prozeßdatenprotokollierung

Aktive Aufgaben sind solche, bei denen das Prozeßleitsystem direkt in den Prozeß eingreift bzw. ein Eingreifen durch das Bedienungspersonal anfordert. Im wesentlichen sind hier die Steuer-, Regel- und Schaltfunktionen zu nennen.

### 3.2 Komponenten eines Prozeßleitsystemes

Um obige Aufgaben zu erfüllen, d.h. einen Prozeß zu leiten sind einerseits Informationen über das Prozeßgeschehen z.B. in Form von Bildschirmdarstellungen und andererseits Bedienelemente notwendig.

Als Kommunikationsmittel zwischen Leitsystem und Bediener für die Prozeßvisualisierung und Protokollierung stehen zur Verfügung:

- Dialogbildschirme zur Darstellung von Texten, heute meist farbig
- Hochauflösende 20" Grafikbildschirme für die Anzeige der Grafikbilder, Trendlinien und Kurven; fast ausschließlich farbig
- Mosaiktafeln, Blindschaltbilder
- Videoprojektoren
- Drucker
- Plotter
- Hardcopy-Geräte
- Akustische Geräte

Für die Eingriffnahme auf das Prozeßgeschehen, die Prozeßbedienung kommen zum Einsatz:

- Tastaturen, meist anwenderspezifische Prozeßtastaturen
- Virtuelle Tastaturen mit Funktionstasten (Softkeys)
- Maus
- Joystick
- Rollkugel
- Leuchtgriffel
- Touch Screen
- Menütechnik für die Bedienerführung

Bei der Realisierung von Steuer- und Regelaufgaben werden heute vorwiegend sogenannte speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) eingesetzt. Es wird hier der Versuch unternommen den Aufbau einer SPS zu erläutern.

### 3.2.1 Steuerungen

Die DIN 19237 unterscheidet in der Hauptsache zw. verbindungsprogrammierten Steuerungen, zu denen z.B. Relaiskombinationen zählen, und speicherprogrammierten Steuerungen, zu

denen alle mit Software-Programmen arbeitenden Steuerungen gehören.

Bei den verbindungsprogrammierten Steuerungen wird noch weiter zwischen festprogrammierten und umprogrammierbaren Steuerungen unterschieden. Die festprogrammierbaren Steuerungen sind durch Löt-, Schraub- und Quetschverbindungen den Aufgaben fest zugeordnet, die umprogrammierbaren Steuerungen können durch umstecken von Leitungen oder Schläuchen, durch Schalter oder Austausch von Baugruppen wechselnden Aufgabenstellungen angepaßt werden.

Zur Gruppe der speicherprogrammierten Steuerungen (SPS) zählen die modernen von Mikroprozessoren geführten Steuerungen. Ihr die Aufgabenstellung erfüllendes Programm wird in dem zugehörigen Programmspeicher hinterlegt. Der Mikroprozessor holt sich dann das Programm Befehl für Befehl in sein Steuerwerk und seine Arbeitsregister und führt die erforderlichen Eingriffe in das Prozeßgeschehen durch.

Bei der Realisierung einer speicherprogrammierten Steuerung muß zwar von vornherein für die erforderliche Zahl der Ein- und Ausgabeglieder gesorgt, also angegeben werden, wieviel Kontakt-, Halbleiter- oder Impuls-, Ein- und Ausgänge zu verarbeiten sind und es ist ungefähr der Bearbeitungsumfang festzulegen. Das eigentliche Programm aber kann man zu einem späteren Zeitpunkt in die Steuerung eingeben: Bei umfangreichen Steuerungen am besten aber noch so rechtzeitig, daß das Programm mit der Steuerung beim Hersteller ausprobiert und abgenommen werden kann. Eine gewisse Rolle spielt bei den speicherprogrammierten Steuerungen die Art des Programmspeichers:

Freiprogrammierbare Steuerungen haben Schreib- Lesespeicher (RAM-Speicher, Random-Access-Memory) für das Programm deren gesamter Inhalt sich durch neue Programme oder neue Programmteile überschreiben läßt.

Austauschprogrammierbare Steuerungen sind mit sogenannten "Nur-Lese-Speichern" (ROM-Speicher, Read-Only-Memory) ausgerüstet.

Eine SPS besteht im wesentlichen aus einer Stromversorgungsbaugruppe, einer Zentralbaugruppe (sie enthält den Mikroprozessor), Speichermodulen (RAM, EPROM; Erasable-Programmable-...) und Peripheriebaugruppen (Ein- und Ausgabebaugruppen für Analog und Digitalsignale) die Verbindung der einzelnen Module erfolgt über den sogenannten Systembus. Außerdem ist ein Kommunikationsmodul als Buskoppler für andere Geräte vorzusehen.

Eine SPS ist darauf ausgerichtet, die Funktionen einer früher in der Relais-technik realisierten Steuerung zu übernehmen und ist somit primär auf die Verarbeitung von binären Signalen ausgelegt. Durch die rasche Entwicklung auf diesem Gebiet wird der Übergang von SPS zu Prozeßrechnern die auch komplexe Regelaufgaben ausführen können immer fließender, sodaß eine klare Zuordnung nicht in jedem Fall möglich ist.

### 3.2.2 Busverbindungen

Die beschriebenen Funktionseinheiten eines Automatisierungssystems also die Prozessoren, Speicher sowie die prozeßspezifischen und standardmäßigen Peripherieeinheiten, aber auch die Bildschirm- und Bediensysteme müssen miteinander Daten austauschen, und es sind Verbindungen zu schaffen, die zusammengehörige Funktionseinheiten miteinander verbinden.

Grundsätzlich gibt es dazu drei Möglichkeiten: Einmal die direkte Verbindung jeder Komponente mit jeder anderen. Sie ist sehr aufwendig und würde bei  $n$  Elementen  $n(n - 1)/2$  Verbindungen erfordern. Weiter kann man die Komponenten über eine Zentrale miteinander verbinden. Das wird stern-

förmige Verbindung genannt. Schließlich ist es möglich, eine Datenleitung zu schaffen, an die alle Komponenten angeschlossen werden. Das ist die Mehrpunkt-Verbindung mit dem gebräuchlichen Namen: Busverbindung.

Der Name Bus weckt Assoziationen zum Nahverkehr: Die Punkt-zu-Punkt-Verbindung wäre der Individualverkehr; die Personen - in unserem Vergleich die Daten werden auf Verbindungswegen befördert, die dem speziellen Grund der Fahrt entsprechend gewählt werden. Der Personentransport oder -analog - der Datenfluß ist hardwaremäßig durch die Verbindung festgelegt. Das ist direkt, es geht schnell und ohne große Umstände, es ist aber auch aufwendig. Die Mehrpunkt-Verbindung, die Buslinie, ist für alle da - "omnibus" kommt aus dem Lateinischen und heißt "für alle". Die Personen können an einer Haltestelle zusteigen und an einer anderen aussteigen. In unserem Vergleich würden die Daten wieder den Personen entsprechen, und die Adressen der verschiedenen Komponenten wären die Haltestellen, die der Fahrer ausruft.

Besser ist wohl folgendes Beispiel: Auf einer Straße spielen Kinder. Die Mütter rufen ihnen etwas zu, wenn die Kinder etwas tun sollen. Der Bus wäre die Straße, Mütter und Kinder die Busteilnehmer und die Zurufe die Nachrichten. Charakteristisch ist, daß alle die Signale hören können: Wenn die Mutter ruft: "Fritz, mach dich nicht so schmutzig", dann können alle Kinder die Nachricht hören, aber nach der Adresse "Fritz" kümmern sie sich nicht mehr um das, was folgt. (Für unser Beispiel wollen wir dagegen annehmen, daß Fritzinhört). Möglich ist auch, daß eine Mutter mehrere Kinder gleichzeitig anspricht - ebenfalls zutreffend für den Bus.

Weitere Ausführungen hinsichtlich der technischen Realisierung, Bauformen und Wirkungsweisen von Steuer- und Regelge-

räten, sowie Busverbindungen können z.B. aus STROHRMANN (1988) entnommen werden.

### 3.3 Aufbaumöglichkeiten

Je nach Art und Umfang der zu erfüllenden Aufgaben bieten sich verschiedene Konfigurationen an.

- Die einfachste und auf bestehenden Anlagen sehr verbreitete Variante ist der Einsatz konventioneller analoger Geräte die parallel und unabhängig voneinander arbeiten. Die Kommunikation erfolgt über Lampen und Anzeigen. Der Bediener greift über Tasten und Schalter in das Prozeßgeschehen ein. In der Regel erfolgt hier keine Meßwertverarbeitung die Protokollierung wird durch Schreiber bzw. Punktdrucker realisiert. Die Prozeßdarstellung erfolgt mit Hilfe von Blindschaltbildern bzw. Mosaiktafeln.
- Eine weitere Möglichkeit ist die Realisierung der Steuer-, Regel- und Schaltfunktionen über eine Speicherprogrammierbare Steuerung. Auch hier erfolgt die Mensch - Maschinen - Prozeß - Kommunikation über Anzeigen und Lampen. Eine Protokollierung und Visualisierung über SPS ist zwar theoretisch möglich aber umständlich zu realisieren.
- Besser ist es obigem Konzept einen gut ausgerüsteten PC als Leitsystem zu überlagern, wobei dieser die Funktionen der Prozeßüberwachung übernehmen und auch als Kommunikationseinheit mit der SPS dienen kann. Bei entsprechender Konzeption des Gesamtsystems ist vom PC aus eine einfache Parametrierung der SPS Funktionen möglich.

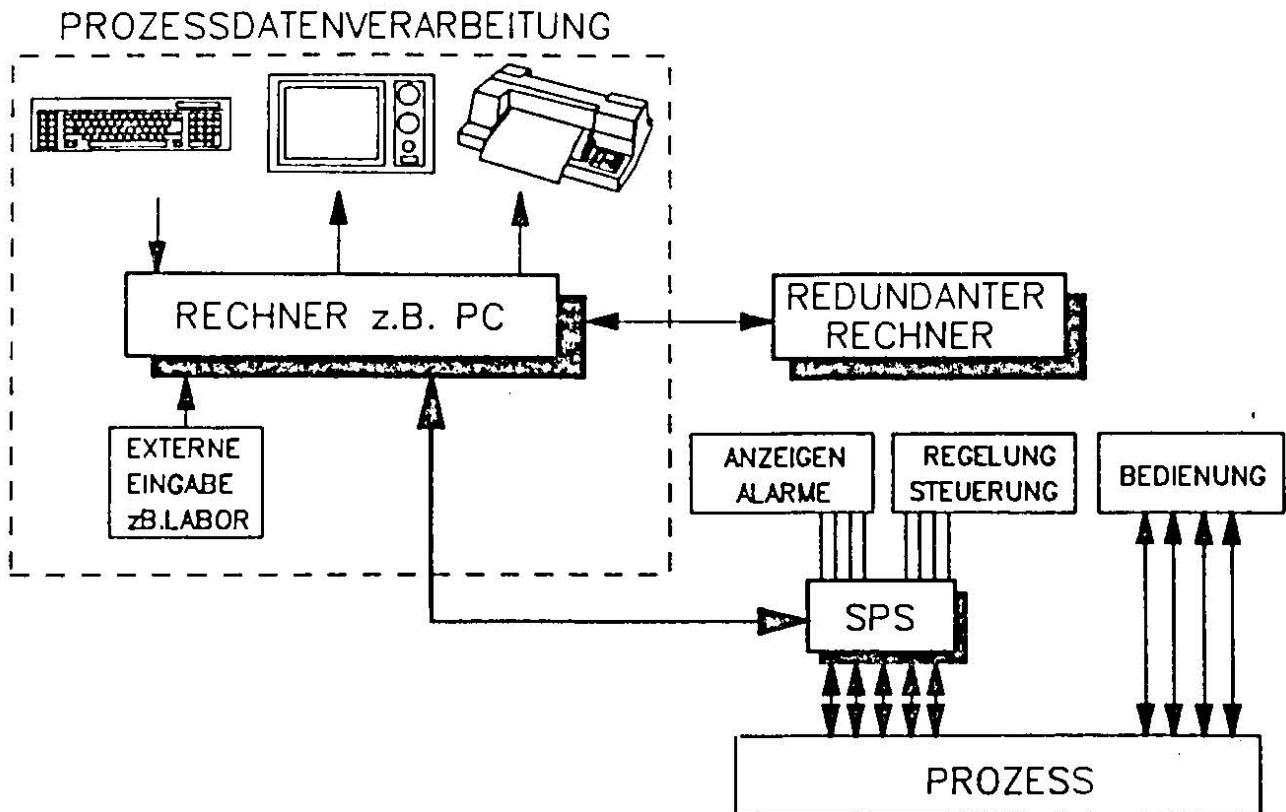


Abbildung 1: Rechnergestütztes Prozeßleitkonzept

Diese Variante wird seitens der Arbeitsgruppe als zukünftige Mindestanforderung auch für kleine Anlagen angesehen.

- Zentrale Prozeßrechner, wie sie z.B. aus der chemischen Industrie bekannt sind, stellen eine weitere Möglichkeit zur Prozeßautomatisierung dar.
- Ein zukunftsweisender Ansatz ist der dezentrale Aufbau eines Prozeßleitsystems. Dadurch wird die Zuverlässigkeit erhöht, die Inbetriebnahme und Fehlersuche vereinfacht sowie eine hohe Flexibilität und Erweiterbarkeit des Gesamtsystems gewährleistet. Die dezentralen Unterstationen können nach verfahrenstechnischen Gesichtspunkten geordnete Teilprozesse bearbeiten sind aber über ein Bussystem miteinander verbunden und können so untereinander Informationen austauschen.

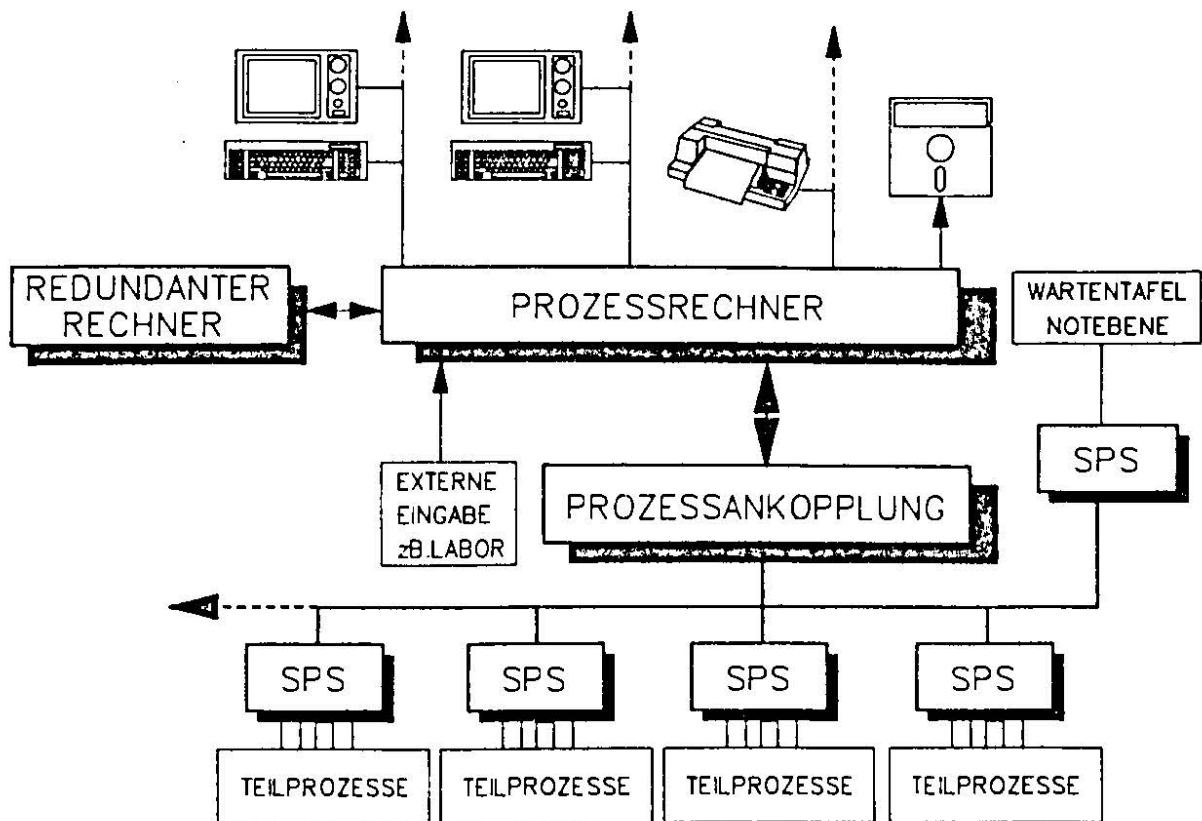


Abbildung 2: Dezentrales Automatisierungssystem zur Prozeßleitung und Prozeßüberwachung

Der Prozeßrechner ist hier auch als hochwertiger PC denkbar.

#### 4. Literatur

BÜHLER D.: Automatisierung, 26. VSA Fortbildungskurs 25.-27.4.1990,

STROHRMANN G.: Einführung in die Meßtechnik im Chemiebetrieb, Oldenburg 1983

STROHRMANN G.: Automatisierungstechnik, Oldenburg 1988

ZÜLLIG H.: Problemlösung durch den Einsatz von Meßfühlern, Abwassertechnik 1/1988

Frey Wilhelm Dipl.Ing.

TU Wien, Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau  
Karlsplatz 13, A-1040 Wien



## PROBLEME DER MESSWERTERFASSUNG

K.Svardal

1. EINLEITUNG

Die Meßwerterfassung ist eine der grundlegenden Voraussetzungen zur Regelung und Steuerung eines Systems. Ihr kommt die Aufgabe zu, stabile und zuverlässige Größen zu liefern, aufgrund derer der Zustand des Systems ermittelt werden kann. Ein Prozeßleitsystem ist auf die vom Meßwertaufnehmer gelieferten Werte angewiesen. Ohne einen Istwert zu kennen kann kein Soll-Wert erreicht werden. Die Entwicklung der Prozeßleittechnik auf Basis EDV ist in den letzten 10 Jahren so weit fortgeschritten, daß das auf Kläranlagen Wünschenswerte aus elektronischer Sicht auch weitgehend machbar ist. Es ist heute so, daß die Meßwertaufnehmer oft das schwächste Glied in der gesamten Meßkette bilden bzw. den höchsten Wartungsaufwand benötigen. Es soll in diesem Beitrag nicht auf die Grundlagen aller auf Kläranlagen eingesetzter Meßfühler eingegangen werden, sondern auf die speziellen Probleme, die sich durch den Einsatz verschiedener Meßwertaufnehmer im Bereich der Abwasserreinigung ergeben.

2. GRUNDSÄTZLICHE ANFORDERUNGEN AN MESSWERTAUFNEMER BEIM EINSATZ IN ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN

Abwasser ist im allgemeinen eine sehr variable und komplex zusammengesetzte Flüssigkeit. Es enthält gelöste anorganische und organische Stoffe, verschiedene suspendierte Feststoffe aber auch viele emulgierte bzw. kolloidal gelö-

ste Flüssigkeiten (z.B. Öle). Es ist für jeden vorstellbar, daß die Ermittlung einer chemischen oder physikalischen Größe in diesem komplexen Medium äußerst schwierig ist. Außerdem wird von den Meßwertaufnehmern im allgemeinen gefordert, im Dauereinsatz über einen langen Zeitraum stabile Werte zu liefern.

Das offensichtlichste und vordringlichste Problem beim Einsatz von Meßsonden und Meßfühlern im Abwasser stellt die makroskopische Verschmutzung dar. Durch die im Abwasser enthaltenen Fasern, Haare, Lumpen kommt es sehr leicht zu Verzopfungen, d.h. zu Verlegungen von Sonden oder Meßfühlern mit diesen Materialien. Die Folge ist eine Isolation des Meßelementes gegenüber der Meßflüssigkeit (Abwasser, gereinigtes Abwasser ...). Gerade bei diesem Problem kann eine richtige Anordnung des Meßwertaufnehmers eine entscheidende Verbesserung bringen. So bewirkt z.B. eine strömungsgünstige Gestaltung des SONDENSCHAFTS bzw. eine pendelnde Aufhängung der Sonde eine wesentlich geringere Verschmutzung und damit eine wesentlich höhere Standzeit.

Viele Meßwertaufnehmer müssen im Freien installiert werden, woraus sich die Forderung nach Unempfindlichkeit gegenüber extremen Temperaturschwankungen ergibt. Die Fühler bzw. besonders die aus der Flüssigkeit reichenden Teile der Fühler müssen unempfindlich gegenüber Frost (Eis) sein. Eine weitere hohe Anforderung an den Meßfühler stellt die Forderung nach Stabilität über einen möglichst langen Zeitraum (geringstmögliche Langzeitdrift) und eine einfache und schnelle Kalibrierung dar. Mit der immer mehr zunehmenden Forderung nach Automatisierung bzw. automatischer Überwachung nimmt die Zahl der notwendigen Meßwertaufnehmer immer mehr zu. Damit steigt auch die benötigte Zeit für Wartung bzw. Kalibrierung, woraus sich die Forderung nach möglichst schneller und einfacher Eichung ergibt. Bezüglich der Meßgenauigkeit wird im allgemeinen

keine extrem hohe Genauigkeit gefordert, jedoch muß die Genauigkeit über einen oft sehr weiten Meßbereich gegeben sein. Dies ist z.B. bei der Zulaufwassermengenmessung notwendig, wo das Verhältnis zwischen der Wassermenge bei Regen und der Wassermenge in der Nacht 10:1 betragen kann.

Üblicherweise ist das vom eigentlichen Meßwertaufnehmer (Fühler, Sonde, Sensor) gelieferte elektrische Signal für das Prozeßleitsystem nicht verwertbar. Es ist daher notwendig, das vom Meßwertaufnehmer gelieferte Signal mit Hilfe eines Meßwertverstärkers in ein brauchbares und vor allem über eine gewisse Distanz transportierbares Signal (Strom) umzuwandeln. Der Trend geht heute bereits deutlich dahin, daß das Signal bereits vor Ort digitalisiert wird (A/D Wandler) und als digitales Signal transportiert wird. Dadurch wird der Transport wesentlich weniger stör anfällig. Der Datentransport über Bussysteme ist möglich.

Eine nicht nur auf Kläranlagen beschränkte Forderung stellt der Schutz der Meßwertfassungssysteme (Meßwertaufnehmer, Meßwertverstärker) vor Überspannung, speziell verursacht durch Blitzschlag, dar. Die heute meist verwendeten elektronischen Bauelemente sind diesbezüglich, im Vergleich zu den früher verwendeten analogen Instrumenten wesentlich anfälliger. Es soll hier nicht näher auf Maßnahmen zum Überspannungsschutz eingegangen werden. Eine Möglichkeit der Verringerung der Störanfälligkeit gegenüber Überspannung stellt die Verwendung von Lichtleiterkabel dar. Die Übertragung der Daten erfolgt dabei nicht auf elektrischem, sondern auf optischem Weg. Elektrische Energien (Überspannungen) können somit nicht weiter transportiert werden.

Ebenso wie der Überspannungsschutz stellt der Explosionsschutz kein für Kläranlagen spezifisches Problem dar. Die meisten Meßfühler sind in Ex-Schutz-Ausführung lieferbar,

sodaß sie in explosionsgefährdeten Bereichen (z.B. Faulbehälter) eingesetzt werden können.

### 3. ON-LINE MESSWERTE AUF KLÄRANLAGEN

Es soll jetzt auf die wichtigsten, für die Steuerung, Regelung und kontinuierliche Überwachung von Kläranlagen notwendigen Meßwerte und deren Ermittlung eingegangen, und kurz die wesentlichsten Probleme und mögliche Bekämpfungsmaßnahmen erörtert werden.

#### 3.1 Messung hydraulischer Daten

Die Erfassung hydraulischer Meßdaten auf Abwasserreinigungsanlagen ist von grundlegender Bedeutung. Die notwendigen hydraulischen Daten sind im wesentlichen Wassermengen und Füllstände.

##### 3.1.1 Wassermengenmessung in Freispiegelkanälen mit hydraulischen Einbauten

Bei auf Kläranlagen weit verbreitenden Freispiegelleitungen wird die Wassermengenmessung üblicherweise durch Einbau spezieller Bauteile (Venturigerinne oder Meßüberfall) auf eine Wasserstandsmessung reduziert. Der hydraulische Teil und der apparative Teil (Meßwertaufnehmer und Auswertegerät) bilden zusammen die Meßkette. Die Leistungsfähigkeit einer Freispiegelmessung ist daher sowohl von der genauen Kenntnis der Durchflußcharakteristik als auch von der Genauigkeit der Wasserstandsmessung abhängig. Auf die Berechnung von Venturigerinnen und Meßwehren soll hier nicht näher eingegangen werden, es sei auf die zahlreiche Literatur verwiesen (u.a. Endress u. Hauser; ZÜLLIG, 1988).

Zur Wasserspiegelmessung stehen verschiedene Meßfühler zur Verfügung:

#### **Lufteinperlverfahren:**

Luft wird kontinuierlich unterhalb des tiefsten zu messenden Wasserstandes eingeperlt. Der dem überstehenden Wasser entsprechende Druck (hydrostatischer Druck) wird mit einer selbstabgleichenden Druckwaage ermittelt. Dieses System wird auf vielen Kläranlagen eingesetzt. Meßfehler können durch Verstopfung der Luftaustrittsöffnung entstehen, was aber durch regelmäßige Kontrolle und Reinigung leicht verhindert werden kann.

#### **Echolotmessung:**

Die Messung basiert auf der Reflexion des Schalls auf der Wasseroberfläche. Die Messung besteht also aus einem Schallgeber und einem Empfänger, der die reflektierten Impulse empfängt. Aus der gemessenen Laufzeit auf die Wasseroberfläche und zurück kann die vom Schall zurückgelegte Distanz ermittelt werden. Die Beeinflussung der Schallwellen durch Temperatur und Luftfeuchtigkeit können z.B. durch ein Referenzsystem, bei dem die Schallwellen eine konstante Distanz zurücklegen und damit nur diesem Einfluß unterliegen, automatisch kompensiert werden. Akustische Störfaktoren werden in der Regel durch Verwendung hoher Sendefrequenzen (Ultraschall) eliminiert. Die Wasserstandmessung mit Hilfe von Echolot gilt als sehr wartungsarme und stabile Messung. Als berührungslose Messung sind auch keine Verschmutzungen durch das Abwasser zu befürchten. Schwierigkeiten bei der Wasserstandsmessung mit Echolot können durch auf dem Wasser schwimmenden Schaum verursacht werden. Der Schaum bewirkt eine diffuse Reflexion der Schallwellen, sodaß die an der eigentlichen Wasseroberfläche reflektierten Wellen praktisch nicht mehr zum Empfänger zurückkommen. Es muß daher sichergestellt werden, daß der Schaum vor der Niveaumessung zurückgehal-

ten bzw. zerstört wird. Schaum kann sowohl im Zulauf als auch im Ablauf von Abwasserreinigungsanlagen speziell nach Überfällen sehr leicht auftreten.

#### Druckaufnehmer:

Druckaufnehmer werden als Meßfühler direkt in das Meßmedium eingesetzt. Der Druck des Mediums (hydrostatischer Druck zur Wasserstandsmessung) wird in der Regel über eine Membran mechanisch auf ein elektrisches Meßelement übertragen. Meist mit Hilfe eines Siliziumdruckelementes (piezoresistive Sonde) wird der Druck in ein elektrisches Signal umgewandelt. Druckfühler werden in der Regel durch Ablagerungen solange nicht gestört, solange es zu keiner Verfestigung der Ablagerungen kommt. Druckmeßelemente werden vor allem zur Messung des Füllstandes (Füllhöhe) in Behältern verwendet. Für die Abwassermengenmessung in Freispiegelleitungen reicht die Genauigkeit in den untersten Meßbereichen für eine exakte Messung nicht aus.

Obwohl die Berechnung von Venturigerinnen hinreichend bekannt und die Wasserstandsmessung an sich ausreichend genau ist, ergeben Überprüfungen der Wassermengenmessung auf Kläranlagen in sehr vielen Fällen erschreckende Ergebnisse. Die Fehlmessungen lassen sich zumeist auf eine der folgenden Ursachen zurückführen:

- Ablagerungen auf der Kanalsohle im Bereich des Meßprofiles
- Die anfallende Wassermenge liegt außerhalb bzw. am untersten Ende des Meßbereichs, wo eine ausreichende Genauigkeit nicht mehr gegeben ist.
- Einstau des Meßgerinnes bei bestimmten Belastungszuständen



Die Fehler gründen nur in relativ wenigen Fällen auf ungenügende Wartung und Fehlmessungen des Wasserstandes. In den meisten Fällen wurde die örtliche Anordnung des Meßgerinnes schlecht gewählt oder die Hydraulik schlecht bemessen. So führt eine Anordnung der Messung vor dem Sandfang zwangsläufig zu ständigen Ablagerungen. Wird der Venturi auf die maximale Regenwassermenge und zusätzlich mit großen Sicherheiten bemessen, so liegt die Trockenwassermenge oft bereits im ungünstigen Meßbereich. Zusammenfassend muß angemerkt werden, daß die Anordnung und Bemessung von Wassermengenmessungen bei der Planung leider oftmals zu wenig durchdacht wird.

### 3.1.2 Kombinierte Geschwindigkeits- und Wasserstandsmessung in Freispiegelleitungen

Um in Freispiegelleitungen ohne Fließwechsel (ohne Venturi oder Wehr) bei teilweise oder vollständigem Einstau die Wassermenge zu erfassen, ist es notwendig, sowohl die Geschwindigkeit der Flüssigkeit, als auch den durchflossenen Querschnitt des Gerinnes (über dem Wasserspiegel) zu messen.

Dabei wird der Wasserstand nach einer der bereits besprochenen Methoden ermittelt. Die Fließgeschwindigkeit kann aus der Laufzeit von Ultraschallimpulsen, welche schräg zur Fließrichtung abwechselnd mit und gegen die Strömung ausgesendet werden berechnet werden. Unter Berücksichtigung (Abschätzung) der vertikalen Geschwindigkeitsverteilung kann der Durchfluß aus der Geschwindigkeit und dem durchflossenen Querschnitt (berechnet aus der Wasserhöhe) ermittelt werden.

### 3.1.3 Wassermengenmessung in geschlossenen Leitungen unter Druck (Rohren)

Zur Erfassung des Volumendurchflusses in Druckleitungen hat sich in der Abwassertechnik die magnetisch - induktive Durchflußmessung (IDM) als zweckmäßig erwiesen.

Das Meßprinzip beruht auf dem Faraday'schen Induktionsgesetz, wonach in einem, im Magnetfeld bewegten elektrischen Leiter eine EMK erzeugt wird. Beim IDM stellt das fließende Wasser den bewegten Leiter dar, die erzeugte EMK (Spannung) wird über Elektroden abgegriffen. Die bewegte Flüssigkeit muß also eine gewisse elektrische Mindestleitfähigkeit ( $> 20 \mu\text{S}$ ) haben. Die Anordnung des Magnetfeldes bzw. der Elektroden ist heute so optimiert, daß eine exakte Messung bei einer kurzen Meßstrecke (Fließstrecke) möglich ist. Auch sind keine wesentlichen Beruhigungsstrecken vor und nach dem Meßgerät notwendig.

Mit dieser Art der Messung wird primär die Fließgeschwindigkeit ermittelt. Der IDM erfaßt etwa einen Meßbereich von 1:10. Bei gegebenem Durchmesser ergibt sich damit auch für den Durchfluß ein Meßbereich von 1:10. Die am häufigst auftretenden Schwierigkeiten und Störungen werden in der Regel durch Veränderung des Querschnittes, der ja in die Berechnung der Durchflußmenge direkt eingeht, verursacht. Dies kann einerseits durch Ablagerungen im IDM hervorgerufen werden, andererseits durch Gasblasen in der transportierten Flüssigkeit. Im ersten Fall kann durch eine ausreichend hohe Geschwindigkeit, d.h. Wahl des richtigen Durchmessers des IDMs, Abhilfe geschaffen werden. Im zweiten Fall muß verhindert werden, daß Gas in die Rohrleitung gelangt, anderenfalls der IDM für die Durchflußmessung nicht verwendet werden kann. Die Meßgeräte werden von den Herstellern geeicht.



Die häufigsten Fehler bei der Durchflußmengenmessung mit IDM, abgesehen von den oben bereits genannten, ergeben sich bei Messungen außerhalb des geeichten Meßbereichs.

### 3.2 Chemisch-physikalische Abwasserparameter

#### 3.2.1 Temperatur

Die Temperaturmessung ist in vielen Bereichen auf Kläranlagen notwendig so z.B. zur Kontrolle der Zu- bzw. Ablauf-Temperatur, der Temperatur in Heizsystemen oder in Faulbehältern. Auch die Erfassung der Lufttemperatur ist wünschenswert. Die Temperaturmessung ist auch für viele andere Meßwerte als Kompensationswert notwendig, so z.B. für pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und die O<sub>2</sub>-Messung. Die Temperaturfühler werden vielfach mit diesen Meßwertaufnehmern kombiniert in eine gemeinsame Meßsonde eingebaut. Im allgemeinen kann festgestellt werden, daß die Temperaturmessung keine Probleme bereitet. Bei Temperaturmessung in Behältern oder Rohrleitungen muß darauf geachtet werden, daß ein problemloser Ausbau des Fühlers bei Aufrechterhaltung des vollen Betriebes möglich ist.

#### 3.2.2 pH-Wert

Die pH-Messung erfolgt mit pH-Elektroden. Diese bestehen aus einer Glaselektrode (der eigentlichen für H<sup>+</sup> Ionen sensitiven Elektrode) und einer Referenzelektrode (diese muß ein konstantes Potential liefern). Der pH-Wert ergibt sich aus der Potentialdifferenz dieser beiden Elektroden. Das Potential muß stromlos abgegriffen werden was heute keine Schwierigkeiten mehr bereitet. Die mechanisch nicht sehr stabilen Elektroden werden für den Gebrauch auf Klä-

ranlagen in massive Kunststoffschäfte eingebettet. Probleme ergeben sich in der Praxis bei der pH-Messung oft durch Belegung der Elektrode mit Fett, Öl, Schlamm und Fasern wodurch das Abwasser am Zutritt zur Elektrode gehindert wird. Dieses Problem wird am besten durch eine günstige Anordnung der Sonde verhindert. Eine pendelnde Anordnung der Sonde kann Belegungen mit Schwemmstoffen meist verhindern oder zumindest verringern.

Die Glasmembran unterliegt einer gewissen Alterung die auch vom Medium (Abwasser) abhängig ist. Negativ wirken sich Tenside, stark alkalische Abwässer bzw. ein hoher Gehalt an Fluoriden aus. In der Praxis hat sich gezeigt, daß pH-Elektroden, die den pH-Wert im Faulschlamm kontinuierlich messen sollen, keine sehr langen Standzeiten haben, nach relativ kurzer Zeit zu driften beginnen und sich auch nicht mehr kalibrieren lassen (Übersteilheit). Dies hängt zum einem mit dem tiefen Redoxpotential, zum anderen mit der oft recht hohen Ammoniumkonzentration, die zu einer Zerstörung der Referenzelektrode führt, zusammen. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen den pH-Wert des Faulschlammes stichprobenartig täglich mit einem Taschen pH-Meter zu ermitteln.

### 3.2.3 Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Maß für den Elektrolytgehalt (Salzgehalt) des Wassers. Auf Kläranlagen wird die Messung in der Regel im Zulauf eingesetzt um gegebenenfalls Salzstöße (Industrie) zu erkennen. Üblicherweise wird der Meßwert nur registriert, er kann aber auch dazu benutzt werden, um Abwasser mit stark erhöhter Leitfähigkeit vorübergehend in ein Speicherbecken zu leiten, um es vor der Einleitung in die biologische Stufe noch näher untersuchen zu können.

Zur Messung der Leitfähigkeit kann entweder das konduktive Verfahren oder das induktive Verfahren angewendet werden. Beim konduktiven Verfahren wird der elektrische Widerstand zwischen zwei ins Wasser eintauchende Elektroden gemessen. Die Leitfähigkeit errechnet sich als reziproker Wert des elektrischen Widerstandes. Die Elektroden stehen dabei mit dem Meßmedium in direkter Verbindung. Eine Veränderung der Elektrodenoberfläche (z.B. Verschmutzung) hat direkten Einfluß auf den Meßwert. Es hat sich daher im Abwasser seit Jahren mit Erfolg das sogenannte elektrodenlose induktive Verfahren bewährt. Dabei wird von einer mit konstanter Wechselspannung gespeister Erregerspule ein, der Leitfähigkeit proportionaler Strom in der Flüssigkeit induziert. Dieser erzeugt in der zweiten Spule einen Strom der ein Maß für die Leitfähigkeit ist. Bei dieser Messung sind keine Elektroden notwendig wodurch auch keine Veränderung der Elektrodenoberfläche möglich ist. Bei pendelnder Aufhängung ergeben sich bei diesem Meßprinzip kaum Probleme.

#### 3.2.4 Sauerstoffgehalt

Der Messung des Sauerstoffgehalts im Belebungsbecken kommt besondere Bedeutung zu. Einerseits muß, zumindest in bestimmten zeitlichen oder räumlichen Bereichen eine ausreichende Versorgung des Belebtschlammes mit Sauerstoff gewährleistet werden. Andererseits ist ein hoher Sauerstoffgehalt ( $> 2\text{mg/l}$ ) nicht notwendig bzw. kann sogar negative Auswirkungen auf die Reinigungswirkung haben (Rückführung von gelöstem Sauerstoff in die Denitrifikationszone). Ein hoher Sauerstoffgehalt führt jedenfalls zu einem erhöhtem Energieverbrauch. Da die Belüftung beim Belebungsverfahren in der Regel den höchsten Energieverbraucher darstellt ist eine optimale Regelung der Sauerstoffzufuhr von besonderer

(auch finanzieller) Bedeutung.

Die Messung von gelöstem Sauerstoff erfolgt mit speziellen Elektroden. Die auf dem Markt befindlichen Sauerstoffelektroden beruhen alle auf einem ähnlichen elektrochemischen Prinzip. Beim Eintauchen zweier Elektroden aus bestimmten unterschiedlichen Metallen in Wasser fließt zwischen diesen ein, vom Sauerstoffgehalt des Wassers abhängiger, Strom. Sauerstoff wird dabei reduziert, also verbraucht.

Dieses Prinzip wurde erstmals von TOEDT zur Sauerstoffmessung in Abwasser benutzt. Bei diesen sogenannten offenen Elektroden ist das Meßsignal natürlich auch von einer Veränderung oder Belegung der Elektroden abhängig. Um eine Veränderung der Elektrodenoberfläche zu verhindern werden diese mit einem Schleifstein kontinuierlich abgeschliffen. Die Elektroden sind nach etwa 4 - 5 Jahren verbraucht und müssen danach erneuert werden. Diese Art von Elektroden, die auf Kläranlagen vielfach eingesetzt werden ist heute weitgehend ausgereift. Unter den auf Kläranlagen üblichen Bedingungen ergeben sich wenig Störungen. Bei extrem öl- und fettverschmutzten Abwässern, bei hohen Tensidgehalten und Schwermetallgehalten kann es zu Schwierigkeiten kommen. Vorsicht sei auch geboten bei Anlagen ohne Vorklärung. Bei größeren Gehalten an faserförmigen Materialien kann es am Schleifstein leicht zu Verzopfungen kommen, wodurch dieser unwirksam wird und sich relativ schlecht reinigen läßt.

Eine andere Möglichkeit die Elektroden vor Verschmutzung zu schützen wird mit den sogenannten membranbedeckten Elektroden realisiert. Dabei werden die Elektroden mit einer sauerstoffdurchlässigen Membran bedeckt. Zwischen Membran und Elektrode befindet sich eine Elektrolytlösung. Der Sauerstoffgehalt im Elektrolyt und in der zu messenden Flüssigkeit stehen über die O<sub>2</sub>-durchlässige Membran im

Gleichgewicht. Diese Art von  $O_2$ -Elektroden wurde von CLARK beschrieben und vielfach als CLARK-Elektrode bezeichnet. Beim Meßvorgang wird der Elektrolyt langsam verbraucht. Es sind heute Elektroden auf dem Markt die mit Hilfe einer Hilfselektrode eine automatische Zustandskontrolle des Elektrolyts aufweisen und eine notwendige Erneuerung anzeigen. Bei der Installation von Sauerstoffsonden muß beachtet werden, daß bei der Messung von der Elektrode Sauerstoff verbraucht wird. Dies bedingt eine ausreichende Nachlieferung, d.h. eine ausreichende Anströmung der Sonde. Die Sonden müssen daher in einem turbulenten Bereich des Belebungsbeckens installiert werden. Die Entwicklung der Sauerstoffmeßelektroden ist heute sehr weit fortgeschritten. Trotz allem darf nicht vergessen werden, daß die Elektroden einer regelmäßigen Wartung und Pflege bedürfen. Eine wöchentliche Kontrolle der Elektroden auf Verschmutzung bzw. eine Kontrolle der Kalibrierung ist unbedingt erforderlich.

### 3.2.5 Redoxpotential

Das Redoxpotential ist ein Maß für das Verhältnis von oxydierenden und reduzierenden Stoffen im Wasser. Es kann mit einer Platinelektrode gemessen werden. Die Spannung zwischen der Platinelektrode und einer Bezugselektrode entspricht dem Redoxpotential. Redox-Sonden sind ähnlich aufgebaut wie pH-Elektroden nur, daß statt der Glaselektrode der pH-Sonde eine Platinelektrode eingesetzt ist.

Das Redoxpotential des Rohabwassers ist relativ wenig aussagekräftig. Außerdem sind im Abwasser oft Stoffe enthalten die die Platinelektrode verändern (vergiften), sodaß der Einsatz der Redoxmessung im Abwasser nicht sinnvoll ist. Auch im Belebtschlamm hat der Absolutwert des Redoxpotentials keine nennenswerte Aussagekraft.

Am Institut für Siedlungswasserwirtschaft der TU Braunschweig wurde aber gefunden, daß bei verschwinden des Nitrats im Belebtschlamm ( $\text{NO}_3\text{-N} = 0$ ) das Redoxpotential plötzlich deutlich stärker abfällt (KAYSER, 1987 u. 1989). Es wurde darauf ein Verfahren entwickelt, daß speziell bei intermittierender Belüftung die Denitrifikationszeit regeln kann. Dabei wird nicht der Absolutwert des Redoxpotentials sondern nur der Abfall des Redoxpotentials während der Denitrifikationszeit beobachtet. Bei plötzlich stärkerem Abfall ist das Nitrat verbraucht und die Belüftung kann wieder eingeschaltet werden. Dieses Verfahren ist heute zur Serienreife entwickelt und ist speziell für Anlagen mit - für die Nitrifikation ausreichend hohem Schlammalter und intermittierender Belüftung - anwendbar. Im Vergleich zur kontinuierlichen Nitratmessung im Belebtschlamm ist es weniger wartungsaufwendig und vor allem preiswerter.

### 3.2.6 Stickstoff- und Phosphorverbindungen

Die gestiegenen Anforderungen an Kläranlagen bezüglich Oxydation von Ammonium und Elimination von Stickstoff und Phosphorverbindungen machen es notwendig den Prozeß der Nitrifikation und Denitrifikation aber auch der Phosphatfällung zu überwachen und zu regeln. Als Parameter bieten sich hierfür natürlich vor allem die Konzentrationen von Ammonium, Nitrat und Phosphat an.

Es wurden in den letzten Jahren Meßgeräte zur kontinuierlichen Erfassung der Stickstoffkomponenten und Phosphat entwickelt (TEICHGRÄBER u. BOLL, 1988). Um die Konzentration der Komponenten als Soll-Wert für die Regelung von Belebungsanlagen verwenden zu können ist es notwendig sie nicht erst im Ablauf sondern bereits in der Belebungs-



fassen zu können. Dafür ist als Erstes die Abtrennung des Schlammes von der Flüssigkeit notwendig. Dazu wird heute meist das Verfahren der Ultrafiltration angewandt. Dieses Verfahren ist heute soweit ausgereift, daß ein Einsatz auf Kläranlagen möglich erscheint. Es werden schlauchförmige Ultrafiltrationsmembranen verwendet die von Belebtschlamm mit hoher Geschwindigkeit durchflossen werden. Die hohe Geschwindigkeit ist notwendig um die Membran gleichzeitig zu reinigen. Wichtig ist, daß auf die Membran möglichst wenig Druck aufgebracht wird. Das durch die Membran durchdringende Filtrat wird aufgefangen und für die Analyse verwendet. Die Filtrationseinheiten haben eine Standzeit von etwa einer Woche danach müssen sie mit  $H_2O_2$  oder Chlorbleichlauge gespült werden um Verschmutzungen und eventuell aufgewachsene Bakterien zu entfernen. Eine detaillierte Wartungsanleitung ist bei BOLL (1987) zu finden.

Die manchmal auftretenden Schwierigkeiten mit den Ultrafiltrationsmodulen (geringe Standzeiten) sind meist auf eine unsachgemäße Installation zurückzuführen.

Ammonium wird kann nach Alkalisierung der Probe, wodurch das Ammonium-Ammoniak-Gleichgewicht fast zur Gänze in Richtung Ammoniak verschoben wird, mit Ammoniak-sensitiven Elektroden gemessen. Eine andere Möglichkeit ist die photometrische Messung eines, nach Zumischung bestimmter Reagenzien, gebildeten Farbstoffs (Indophenol-Methode). Die Geräte haben zumeist automatische Eicheinrichtungen die eine periodische Überprüfung und Nachjustierung selbständig durchführen.

Nitrat wird meist auf Grund seiner Absorbtion im UV-Bereich photometrisch gemessen. Dazu sind keine Chemikalien erforderlich.

Phosphat wird meist durch photometrische Bestimmung eines nach Zugabe verschiedener Reagenzien gebildeten Farbstoffs bestimmt (Vanadomolybdophosphorsäure-Methode).

Alle diese doch recht aufwendigen Messungen benötigen regelmäßigen Wartungsaufwand aber auch gewisse Fachkenntnisse des Kläranlagenpersonals. Bei gefärbten Abwässern können bei photometrischen Messungen Probleme durch Eigenabsorption der im Abwasser enthaltenen Farbstoffe auftreten.

### 3.2.7 Organischer Abwasserinhaltsstoffe (TOC, BSB, CSB)

Von den gängigen Parameter zur Quantifizierung der organischen Abwasserinhaltsstoffe (TOC, BSB, CSB) wird heute vor allen Dingen der TOC zur kontinuierlichen Messung herangezogen. Dabei werden in der Regel modifizierte Labormeßgeräte verwendet wobei in regelmäßigen Abständen Zulauf bzw. Ablaufproben automatisch eingespritzt werden. Als Typen kommen speziell solche in Frage, die zur Bestimmung des TOC in unfiltrierten Abwasser geeignet sind, d.h. alle, die partikuläre Verunreinigungen vollständig aufschließen und ein entsprechend hohes Probenvolumen für eine repräsentative Probe verkraften.

Zur Bestimmung des BSB wurde ein sogenannter Kurzzeit-BSB (BSB-M3) entwickelt. Dieser Kurzzeit-BSB-Test ist eigentlich eine Atmungsmessung mit auf das Abwasser adaptiertem Bakterienschlamm. In Folge der kurzen Kontaktzeit mit dem Abwasser ist dieser Kurzzeit-BSB-Wert natürlich nicht mit dem  $BSB_5$  identisch. Untersuchungen haben aber gezeigt, daß zwischen dem BSB-M3 und dem  $BSB_5$  im Zulauf einer Kläranlage eine recht gute Korrelation herrscht. Im Ablauf einer biologischen Kläranlage ist die Messung allerdings kaum aussagekräftig, da die schnell abbaubaren Substanzen, die mit diesem Gerät erfaßt werden in einer den heutigen An-



fordernissen entsprechenden Anlage abgebaut werden sollten.

Auch zur kontinuierlichen Messung des CSB in Kläranlagen-Zu- und Abläufen wurde in den letzten Jahren ein Gerät entwickelt. Dabei kommt allerdings nicht die genormte Dichromat-Methode (DIN, ÖNORM) zur Anwendung, sondern eine Oxydation mit anderen starken Oxydationsmittel (z.B. Ozon).

Die kontinuierliche Erfassung der organischen Verschmutzung in Verbindung mit der Wassermenge kann z.B. zur Steuerung von Tagesausgleichsbecken verwendet werden. Es ist allerdings anzumerken, daß bei, nach dem heutigen Stand der Technik gebauten Belebungsanlagen in der Regel nicht Belastungsschwankungen von CSB, TOC oder BSB zu Problemen bei der Einhaltung der Ablaufwerte führen. Kritisch ist vor allen Dingen die schwankende Belastung mit Stickstoffverbindungen, wobei diese beiden oft zeitlich nicht gleichlaufend sind.

Auch zur Beurteilung der Ablaufqualität sind heute diese Werte zumindest im kommunalen Bereich nur von untergeordneter Bedeutung. Inwieweit sich der Einsatz dieser doch recht teuren und wartungsintensiven On-line-Meßgeräte lohnt bleibt im Einzelfall zu prüfen. Es bleibt auch fraglich ob diese Methode von der Behörde anerkannt wird.

### 3.2.8 Trübung, Schlammgehalt und Schlammspiegels

Die kontinuierliche Messung dieser Parameter erfolgt indirekt mit verschiedenen physikalischen Verfahren. Mit Hilfe gravimetrischer Eichwerte können diese Meßwerte als Feststoffgehalt ausgedrückt werden. Je nach Feststoffgehalt kommen zumeist folgende Verfahren zur Anwendung:

- nephilometrische Messung (Streulichtmessung) zur Messung der Trübung im Ablauf von Nachklärbecken und Filter
- Messung der Lichtabsorption zur Schlammgehaltsbestimmung bis ca. 15 g TS/l
- Ultraschallmessung zur Schlammgehaltsbestimmung bis ca. 100 g TS/l

Bei den optischen Systemen muß darauf geachtet werden, daß die Meßoptik frei von Belägen aber auch nicht zerkratzt ist. Viele Sonden haben automatische Reinigungsvorrichtungen (Wischer) die aber regelmäßig kontrolliert werden müssen.

Beim akustischen System sind an einer Meßsonde jeweils ein Ultraschallsender und ein Empfänger angebracht. Abhängig von der Schlammichte, dem Gehalt an suspendierten Stoffen wird der Ultraschall gedämpft. Diese Dämpfung kann mit Hilfe gravimetrischer Eichwerte als Trockensubstanz ausgedrückt werden.

Nachdem bei Kläranlagen mit Nitrifikation, Denitrifikation und Phosphorelimination die abfließenden Feststoffe einen entscheidenden Einfluß auf die organische Restverschmutzung, aber vor allem auf den Gesamt-Phosphor haben, kann die kontinuierliche Trübungsmessung im Ablauf gute Dienste zur Früherkennung von Problemen leisten.

Die kontinuierliche Erfassung der Trockensubstanz im Belebungsbecken halte ich in den meisten Fällen für nicht notwendig. Belebungsanlagen, die die zukünftigen Anforderungen erfüllen, haben ein Schlammalter von mindestens 10 Tagen. Das bedeutet, daß der Trockensubstanzzuwachs im Bereich von 10% /Tag liegt, der Wert sich also nur sehr

langsam ändert. Außerdem wird der Betrieb von Belebungsanlagen vielmehr vom Schlammvolumen als von der Trockensubstanz bestimmt.

Die kontinuierliche Schlammspiegelmessung kann vor allem für den Betrieb von statischen Eindickern und Nachklärbecken sehr wertvolle Dienste leisten. Es findet meist das akustische Verfahren Anwendung. Dabei sind die Sonden in der Höhe beweglich angeordnet und regeln sich automatisch der Schlammoberfläche nach. Auf Grund der Stellung der Sonde wird der Schlammspiegel ermittelt. Die Ultraschallschlammspiegelmessung hat sich in der Praxis sehr gut bewährt. Mit ihrer Hilfe können ungleichmäßige Beschickungen von parallel betriebenen Nachklärbecken bzw. verstopfte Rücklaufschlammleitungen sicher und schnell erkannt werden. In kritischen Betriebszuständen (z.B. erhöhte Wassermenge bei Regen) kann die Rücklaufschlammförderung rechtzeitig erhöht werden und so ein Ausschwemmen von Schlamm verhindert werden.

#### 4. ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Nach diesem sicher nicht vollständigen Überblick über die wichtigsten Meßwerte, die heute kontinuierlich erfaßbar sind, stellt sich die Frage welche zusätzlichen On-line-Meßwerte für den Betrieb von Kläranlagen noch wünschenswert erscheinen. Abgesehen von der Erfassung von Stickstoffverbindungen im Zulauf bleiben aus meiner Sicht kaum noch Wünsche offen. Mit den zur Verfügung stehenden On-line-Meßgeräten läßt sich eine Abwasserreinigungsanlage in den meisten Fällen optimal regeln und steuern.

Auf die Frage nach den besten Regelungs- und Steuerparameter und daraus nach der optimalen Regelstrategie kann hier nicht näher eingegangen werden (siehe dazu ERMEL, 1983a u.

1983b; KAYSER, 1987 u. 1989; NOWAK u. SVARDAL, 1990). Es soll nur hervorgehoben werden, daß es nicht eine optimale Regelstrategie gibt. Bei jeder Neu- oder Erweiterungsplanung muß in Abhängigkeit von der Abwasserzusammensetzung, den Belastungsschwankungen, der Ausbaugröße, der Verfahrenstechnik usw. eine eigene Strategie erarbeitet und danach die erforderlichen Meßwertaufnehmer vorgesehen werden. Dabei gilt oftmals die alte Weisheit, daß das Einfache oft das Bessere ist. Wird eine Kläranlage nach dem heutigen Stand der Technik mit den verfügbaren Meßwertaufnehmern ausgerüstet darf nicht vergessen werden, daß daraus ein erheblicher Wartungsaufwand insbesondere für den analytisch-instrumentellen Teil entsteht. Auch sind die Investitions- und Betriebskosten beträchtlich und übersteigen oftmals den Preis für das eigentliche Prozeßleitsystem.

Es kann behauptet werden, daß heute ausreichend betriebssichere Meßwertaufnehmer auf dem Markt sind, die einen hohen Grad an Verfügbarkeit garantieren. An vielen Problemen der Meßwerterfassung ist nicht der Meßwertaufnehmer schuld, sondern der Ort des Einbaues nicht günstig oder ungeeignet. All dies muß bei einer Neu- oder Erweiterungsplanung einer Kläranlage genau durchdacht und berücksichtigt werden. Bei jedem Einbau eines Meßwertaufnehmers muß dessen Sinnhaftigkeit überprüft werden.

## 5. LITERATUR

Boll R.: Betriebs- und Wartungsanleitung für die Regelung der Denitrifikation nach dem Nitratgehalt. Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen, TU Braunschweig, Heft 42, 99-102 (1987).

Endress u. Hauser: Abwasser-Mess- und Regeltechnik. Herausgeber Endress+Hauser.

Ermel G.: Stickstoffentfernung in einstufigen Belebungsanlagen - Steuerung der Denitrifikation. Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen, TU Braunschweig, Heft 35 (1983 a).

Ermel G.: Steuerung der simultanen Denitrifikation über den Nitratgehalt des Belebtschlammes. gwf-Wasser/Abwasser 10, 484-487 (1983 b).

Frey W.: Sauerstoffzufuhr (Messen, Steuern, Regeln). Wiener Mitteilungen, Band 81, 2.Aufl (1990).

Kayser R.: Bemessung von Belebungsanlagen zur Stickstoffentfernung. Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen, TU Braunschweig, Heft 42, 67-83 (1987).

Kayser R.: Möglichkeiten und Grenzen der Flexibilisierung von Kläranlagen durch Prozeßregelung. Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft, TU Braunschweig, Heft 47, 111-138 (1989).

Nowak O, K.Svardal: Nitrifikation - Denitrifikation. Wiener Mitteilungen, Band 81, 2.Aufl. (1990).

Teichgräber B., R.Boll: Über die kontinuierliche Stickstoff- und Phosphoranalytik auf Kläranlagen. Vom Wasser, 70, 59-78 (1988).

Züllig H.: Problemlösung durch den Einsatz von Meßfühlern, Abwassertechnik, 1, 22-28 (1988).

Züllig H.: Sensoren - Meßgeräte - Meß-Signale. 25.-27. VSA-Fortbildungskurs (1990).

SVARDAL Karl, Dipl.Ing. Dr.techn.  
Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau  
Technische Universität Wien  
Karlsplatz 13  
A-1040 Wien

## PLANUNG EINER EDV-ANLAGE

H.W. Demetz

### 1. EINLEITUNG

Die Planung einer EDV-Anlage - oder besser gesagt für ein Prozeßleitsystem - für eine Abwasserreinigungsanlage kann nicht die Aufgabe eines reinen EDV-Spezialisten sein. Für die Auswahl der erforderlichen Hardware und Software sind nämlich nicht in erster Linie Spezialkenntnisse auf dem EDV-Sektor erforderlich, sondern hauptsächlich Kenntnisse und Erfahrungen in den folgenden Bereichen einer Kläranlage:

- Grundverständnis der einzelnen Verfahrensstufen
- Grundkenntnisse der Betriebsführung auf einer Kläranlage
- Kenntnis über die gesamte Anlagenkonfiguration
- Kenntnisse über die meß- und regeltechnische Anlagen
- Kenntnisse über den vorhandenen Maschinenpark
- Kenntnisse und Verständnis der gesamten elektrotechnischen Ausrüstung

Die Planung einer EDV-Anlage fordert somit auf jeden Fall die Unterstützung jener Personen, die sich auf der Anlage auskennen und die mit der Anlage und dem Betrieb befaßt sind.

Ziel meines heutigen Referates soll es sein, zum besseren Verständnis der gesamten Problematik beizutragen und den verantwortlichen Betreibern von Kläranlagen jene Wege aufzuzeigen, die bis zur Inbetriebsetzung einer EDV-Anlage zurückgelegt werden müssen.

## 2. KLÄRUNG DER AUFGABENSTELLUNG

Die Aufgabenstellung an Prozeßleitsysteme ist sehr von der Größe und der Art des Reinigungsverfahrens abhängig. Um sicherzustellen, daß die in der Folge verwendeten Begriffe als einheitliche Begriffe verstanden werden, sollten wir kurz den grundsätzlichen Aufbau eines Prozeßleitsystems und die grundsätzliche Funktion eines Prozeßleitsystems für Kläranlagen betrachten und erörtern (Bild 6, Bild 7).

Aus der Fülle der zu klärenden Punkte lassen sich folgende Hauptfragen herauslösen:

### 2.1 Welche unmittelbaren Aufgaben sind für den Prozeß durchzuführen?

Die Beantwortung dieser Frage muß folgende Bereiche erfassen:

- Festlegung des Umfanges
- Zentral- oder dezentral?
- Wo ist zu regeln, wo ist zu steuern, wo ist zu überwachen?
- Wo und wofür ist auszuwerten?

### 2.2 Welche unmittelbaren Aufgaben sind für den Prozeß durchzuführen?

Auch hier muß die Beantwortung folgende Bereiche erfassen:

- Analogwertverarbeitung
- Zählwertverarbeitung
- Digitalwertverarbeitung
- Prozeßvisualisierung, Prozeßdarstellung

- Kurven, Diagramme
- Protokollierung
- Langzeitspeicherung von Prozeßdaten
- Spätere Auswertung der gespeicherten Prozeßdaten
- Laborwerte
- Informationsübertragung
- Fernsignalisierung

### 3. INFORMATIONSSCHNITTSTELLEN

Die Schnittstellen des Prozesses zur EDV-Anlage bzw. zum Prozeßleitsystem müssen klar definiert und möglichst einheitlich sein.

Allgemein bewährt hat sich die folgende Definition:

**Meldungen:** Sind als potentialfreie Kontakte von den Anlagen anzubieten

**Befehle:** Werden als potentialfreie Kontakte oder als 24 V Kontakte vom Prozeßleitsystem den Anlagen zur weiteren Verarbeitung angeboten.

**Meßwerte:** Sind als eingeprägte Gleichströme 0-20 mA oder besser 4-20 mA dem Prozeßleitsystem anzubieten.

**Sollwerte:** Diese sind vom Prozeßleitsystem im Regelfall mit 0-20 mA oder 4-20 mA auszugeben.

**Zählwerte:** Sollen vorzugsweise überhaupt durch das Prozeßleitsystem gebildet werden. Wenn vom Prozeß Zählwerte angeboten werden, ist entweder die Übergabe in einem BCD-Code oder an einer exakt definierten Datenschnittstelle (serielle Schnittstelle) zu bevorzugen.



Datenschnitt-  
stelle:

Diese Schnittstellen (meist serielle Schnittstellen) sollen möglichst den internationalen CCITT-Empfehlungen und der DIN entsprechen. Dies gilt jedoch nicht nur für die reine hardwaremäßige Ausführung der Schnittstelle (Strom, Spannung; z.B. CCITT-Empfehlung V 24, V 28, (RS 232 C, RS 485) usw.) sondern selbstverständlich auch für den angebotenen Signalcode (Prozedur).

Die o.a. Schnittstellen müssen vor Inangriffnahme der Planung einer EDV-Anlage bzw. eines Prozeßleitsystemes definiert werden.

#### 4. INFORMATIONSLISTEN

Um die Informationsschnittstellen für die weitere Verarbeitung und damit die Aufgaben der EDV-Anlage zu präzisieren, ist es erforderlich sogenannte Informationslisten anzulegen.

Der Aufbau dieser Informationslisten kann auf verschiedenen Arten erfolgen. Die Eintragung in geeignete Formulare führt genauso zum Ziel, wie das Anlegen dieser Listen in einer geeigneten Datenbank.

Als Beispiele dienen die Bilder 1 und 2.

Die Informationsliste zwingt den Planer seine Wünsche und Vorstellungen im Detail festzulegen. Meist erfolgt die Erstellung dieser Listen in Zusammenarbeit mit dem Betreiber. Die fertigen Listen ergeben letztlich ein Mengengerüst, welches erforderlich ist, um die nachfolgenden Entscheidungen für die Hardware und die Software zu fällen.

## 5. PROZESSANKOPPLUNG

Für die Eingabe der Prozeßinformationen in die EDV-Anlage bzw. die Ausgabe von Informationen für den Prozeß aus der EDV-Anlage muß eine geeignete Prozeßankopplung vorhanden sein. Wegen der - auch bereits bei kleineren Anlagen - beachtlichen Zahl von Informationen ist es nämlich im Regelfall nicht möglich alle Informationen zur selben Zeit ein- bzw. auszugeben.

Unter einer solchen Prozeßankopplung würden wir z.B. eine sogenannte breite Schnittstelle verstehen.

Mit Hilfe einer geeigneten Prozeßankopplung kann nun eine breite Schnittstelle in eine serielle Schnittstelle - oder umgekehrt umgesetzt werden; seriell bedeutet also, daß die Informationen in Serie, also hintereinander aus- oder eingegeben werden. Selbstverständlich muß eine Abstimmung in der Weise erfolgen, daß sich die Prozeßankopplung und die EDV-Anlage (z.B. Prozeßrechner) gegenseitig auch "verstehen".

Bei sehr kleinen Anlagen wird die Prozeßankopplung mit sogenannten Schnittstellenkarten erfolgen können, die normalerweise in den PC eingeschoben bzw. eingebaut werden. Eine sehr bewährte Methode ist es jedoch, als Prozeßankopplung eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) zu verwenden. In diesem Falle wird die serielle Schnittstelle durch einen Kommunikationsprozessor an der SPS gebildet und mit dem Rechnersystem verbunden. Ein zusätzlicher Vorteil dieser Lösung ist, daß mit der SPS unter Umständen auch Funktionen der Informationsübertragung oder der Ankopplung an ein Notüberwachungssystem (Wartentafel, Wartenpult) durchgeführt werden können.

## 6. HARDWAREKONFIGURATION

Die Hardwarekonfiguration für die zentrale EDV-Anlage muß auf den zu verarbeitenden Informationsumfang und vorallem auf die Aufgabenstellung abgestimmt sein. Folgende Fragen müssen kritisch gestellt und ebenso kritisch beantwortet werden:

### 6.1 Welche Informationsmenge ist zu verarbeiten?

Hierbei wird es unerläßlich sein die Informationsmengen aus der Informationsliste durch Umrechnung in Bit-Einheiten zu bewerten.

### 6.2 Verlangt der Prozeß nach einer 100 %igen Redundanz?

Kann die Redundanz zur Gänze entfallen, oder ist es möglich eine Teilredundanz in der Prozeßbankopplung (SPS) im RAM-Speicher zu realisieren. Welche Konsequenzen würden sich im schlimmsten Fall ergeben, wenn der Rechner für einige Stunden, unter Umständen sogar für einige Tage, komplett ausfällt?

### 6.3 Muß die Aufgabenlösung derart schnell erfolgen, daß ein System quasi gleichzeitig mehrere verschiedene Aufgaben lösen muß?

Ist somit ein Multitaskingsystem unbedingt erforderlich oder genügt ein Singletaskingsystem?

### 6.4 Ist ein Bedienplatz ausreichend, oder fordert die Struktur des Verbandes bzw. der Kläranlage mehrere Bedienplätze?

Heute werden gerne eigene Bedienterminals im Labor oder im Büro beim Betriebsleiter zusätzlich verwendet. Bei größeren Kläranlagen werden Netzwerke errichtet, in welchen mehrere PC-Einheiten und andere Terminals parallel betrieben werden.

6.5 Welche Archivierung von Prozeßdaten ist erforderlich?

Anhand der unter 6.1 genannten Hochrechnung der Bit-Einheiten muß die Kapazität für die Festplatte ermittelt werden. Die vorgesehene Protokollierung ist ebenfalls ein wichtiger Parameter für die Auslegung der Festplattenkapazität.

6.6 Welches Betriebssystem soll gefordert werden und ist es möglich die zu lösenden Aufgaben mit mehreren Betriebssystemen zu lösen?

Damit kann selbstverständlich der Kreis der in Frage kommenden Bewerber wesentlich erweitert werden.

6.7 Welche Aufgaben sind außerhalb des Prozesses, also "off-line" zu lösen?

6.8 Welche Prozeßbilder werden benötigt bzw. gewünscht?

Dienen diese Prozeßbilder nur zur Veranschaulichung des Prozesses und dessen Werte, oder sollen auch Befehle über eine Prozeßbildsteuerung eingegeben werden?

6.9 Welche Kurven und mit welcher Auflösung werden dargestellt?

6.10 Welcher oder welche Bildschirme sind erforderlich?

Die Frage nach Größe und Auflösung sollte möglichst bereits vom Planer fixiert werden!

6.11 Wie groß soll der RAM-Speicher der Zentraleinheit bemessen werden?

Eine Abschätzung dieser Kapazität muß natürlich auch die erforderlichen Daten für die Prozeßbilder berücksichtigen.

6.12 Was soll ausgedruckt werden?

Für reinen Listenausdruck wird im Regelfall ein Matrixdrucker genügen, wenn Kurven, Prozeßbilder und sonstige graphische Darstellungen ausgedruckt werden sollen, ist ein Laserdrucker, ein Tintenstrahldrucker oder ein Thermodrucker notwendig. Fallweise wird der Einsatz eines Plotters sinnvoll sein.

6.13 Wie soll die Datensicherung erfolgen?

Hier werden zum Teil neben der Standardlösung eine Magnetbandstation einzusetzen auch andere Wege, wie Festplattenspeicherung, Sicherung auf Fileserver, usw. besprochen.

6.14 Welche Peripherie ist für die Prozeßbildsteuerung erforderlich?

Hier stehen Geräte wie Maus, Joystick oder Rollkugel zur Auswahl.

Aus der Beantwortung all dieser Fragen muß sich letztlich eine geeignete Konfiguration der Hardware ergeben. Aus den folgenden Beispielen (Bild 3, Bild 4 und Bild 5) wollen Sie 3 grundsätzliche Hardwarekonfigurationslösungen entnehmen.

7. SOFTWAREANFORDERUNGEN

Die Anforderungen an die Software sind - ergänzend zu den Informationslisten - in einem Pflichtenheft festzuhalten. Dieses Pflichtenheft stellt eine relativ umfangreiche Funktionsbeschreibung dar und dient - zusammen mit den Informationslisten - dem Auftragnehmer für die Erstellung der Software.

### 7.1 Generelle Aufgaben

Die generellen Aufgaben der Software werden auch als Rahmenaufgaben bezeichnet und umfassen je nach Größe und Ausbaugrad der Kläranlage:

a) Analogwertverarbeitung

- Erfassen und Prüfen der Analogwerte
- Anpassen des Rohwertes über eine Gerade mit Hilfe von parametrierbaren Stützpunkten
- Plausibilitätskontrolle
- Grenzwertprüfung
- Summenbildung
- Mittelwertbildung
- Rechenwertverarbeitung
- Min/Max-Bildung
- Korrekturmöglichkeit
- Auswertung von Schwell- oder Grenzwerten

b) Zählwertverarbeitung

Die Aufgabenstellung ist hier sinngemäß wie bei der Analogwertverarbeitung zu verstehen.

c) Digitalwertverarbeitung

- Auswertung von Meldungen und Zuordnung in Betriebs-, Störungs- und Alarmmeldungen
- Bildung von Zählwerten

d) Laborwerte

Laborwerte werden von Hand aus eingegeben.

Geeignete Dialogmöglichkeiten wie z.B. Maske, automatische Aufforderung zur Eingabe, Plausibilitätskontrollen usw. sollten vorgesehen werden.

- e) Protokollierung  
Grundsätzlich sind Protokollausgaben erwünscht, die über Bildschirm sporadisch, zyklisch oder auf Anforderung Auskunft über den Zustand vom Prozeß geben. Dies sind:
- Störungs- und Alarmprotokoll
  - Betriebsprotokoll
  - Tagesprotokoll
  - Monatsprotokoll
  - Jahresprotokoll
  - Betriebsstundenprotokoll (Wartungsprotokoll)
  - Generalabfrage
  - Zustandsprotokoll
- f) Die einzelnen Kurven für die verschiedenen Analog-, Zähl- und Laborwerte sollten vom Bediener hinsichtlich der Gesamtzeit und der Meßintervallzeit jederzeit frei gewählt werden können, d.h. Kurvenverläufe sollten in jedem beliebigen Maßstab, beginnend ab ca. 5 Minuten über Stunden, Tage, Wochen, Monate und Jahre darstellbar sein. Auch sollte die Meßwerteinheit beliebig spreizbar sein. Gewünscht ist ferner die gleichzeitige Darstellung beliebiger Meßdaten, wobei die Unterscheidung sowohl farbig als auch durch unterschiedliche Liniendarstellung möglich sein muß.
- g) Prozeßbilder  
Der Aufbau aller Prozeßbilder ist auf den darzustellenden Informationsumfang auf die Übersichtlichkeit und auf eventuelle Bildschirmbedienung (Bildschirmsteuerung) abzustimmen.

Bei größeren Kläranlagen sollte der gesamte Prozeßverlauf für die gesamte Anlage einschließlich der Informationen über einzelnen Detailbereich in Prozeßbildform dargestellt werden. Bei Anlagen dieser Art sollten statische Bilder in Farbgraphik dargestellt werden, in denen aktuelle Analogwerte, Digitalwerte, Zählwerte usw. dynamisch in einem relativ kurzen Zyklus erneuert werden. Zustände und Störungen sollten dabei gut erkennbar dargestellt sein. Die Prozeßbilder sollten vom Projektanten vorgegeben werden.

h) Steuerung über Prozeßbilder

Über Cursorverschiebung mittels Maus, Rollkugel oder Joystick kann eine Befehls- und Sollwertausgabe vorgesehen werden. Empfehlenswert ist, daß der Cursor dabei einfach positioniert werden kann und vor der eigentlichen Ausgabe des Befehls eine nochmalige Bestätigung, beispielsweise durch Drücken einer eigenen Taste erfolgt.

## 7.2 Prozeßspezifische Aufgaben

Dem Umfang von prozeßspezifischen Aufgaben sind kaum Grenzen gesetzt. Dazu gehören unter anderem:

- Steuer- und Regelfunktionen für den unmittelbaren Prozeß
- Ermittlung von Sollwerten aus anderen Prozeßdaten für den Prozeß
- Verknüpfungen und Verriegelungsaufgaben
- Auswertung von externen Meßwerten, z.B. aus dem Verbandsgebiet



- Externer Lesezugriff (Bereitstellung von Prozeßdaten für externe Verfahrensüberwachung)
- Bereitstellung von Stör-, Alarm- oder Zustandsmeldungen für Fernübertragung oder Fernmeldung (z.B. für Bereitschaftsdienst).

### 7.3 Anforderungen an die Bedienung

Die Software muß eine leicht erlernbare und komfortable Bedienbarkeit erlauben.

Das Ändern von Parametern, Grenzwerten, Meßbereichen, Schaltpunkten, usw. muß einfach über Maskeneingabe möglich sein. Auch die Festlegung ob Werte in Protokolle aufgenommen werden sollen oder nicht, muß über Masken parametrierbar sein.

Die gesamte Bedienung soll möglichst über entsprechende Menüsteuerungen erfolgen. Fehlbedienungen sollen jedoch soweit als möglich selbsttätig verhindert werden. Der Zugriff zur EDV-Anlage wird meist über Pass-Wörter gesteuert, wobei damit gleichzeitig eine Unterteilung in Bedienhierarchien realisiert werden kann. So ist es z.B. in der kleinsten Hierarchie nur möglich zu beobachten, in der nächst höheren kann bereits gesteuert werden und in der höchsten können auch Sollwerte, Grenzwerte, usw. sowie Parametrierungen der Software durchgeführt werden.

Bei der Beschreibung der Software muß jedoch darauf Bedacht genommen werden, daß es aus wirtschaftlichen Gründen meist ratsam erscheinen wird, standardisierte Softwarepakete, die entsprechend parametrierbar sind, zu verwenden. Die Festlegung von verschiedenen Details muß daher einen genügend großen Spielraum lassen, damit Standardlösungen angeboten werden können.

## 8. AUSSCHREIBUNG VON EDV-SYSTEMEN FÜR KLÄRANLAGEN

Nach Festlegung der Hardwarekonfiguration und der Anforderungen an die Software müssen im Regelfall diese Leistungen beschränkt, meist sogar öffentlich ausgeschrieben werden. Die Verfassung der Ausschreibungsunterlagen muß dabei von befugten und kundigen Personen durchgeführt werden, man kann davon ausgehen, daß im Normalfall Ingenieurbüros mit dieser Leistung betraut werden.

In diesen Ausschreibungsunterlagen wird der Umfang jener Angaben und Unterlagen definiert, den die Bieter in ihrem Angebot abgeben müssen, um eine zweifelsfreie Prüfung auf Übereinstimmung mit den Bedingungen der Ausschreibung zu ermöglichen.

Es empfiehlt sich geeignete Datenblätter vorzubereiten, in denen die Pflichtwerte bereits eingetragen sind und eigene Spalten für die Eintragung der vom Bieter angebotenen Werte vorhanden sind. Damit kann eine gute Gegenüberstellung der angebotenen Werte erfolgen.

Wichtig ist auch, daß die Bieter angehalten werden, mit ihrem Angebot Auskunft über durchgeführte Anlagen zu geben und die entsprechenden Referenzen zu nennen.

Die Durchführung des Angebotsvergleiches und die Ermittlung des Bestbieters ist vorallem bei EDV-Anlagen nicht immer sehr leicht. Einheitspreise sind wegen der standardisierten Lösungen oft nicht direkt vergleichbar, eine 100 %ig genaue Übereinstimmung mit den genauen Forderungen der Softwarebeschreibung aber auch der Hardwarebeschreibung ist meist nicht gegeben.

Die Prüfung der Angebote muß daher von Personen durchgeführt werden, die ein hohes Maß an Sachkenntnis, Objektivität und Neutralität besitzen.

DEMETZ Hans-Walter, Ing.

I - L - F

Ingenieurgesellschaft

Lässer - Feizlmayr

Framsweg 16

6020 Innsbruck

Datum: 15.02.89

Seite 1

I L F - Ingenieurgesellschaft Lässer & Feizlmayr

INFORMATIONSLISTE " VERTEILER B 16 SANDKLASSIERER "

Nummer	Name	Leistung	Spannung	Anlauf	ORT	SPS	C01	C02	C03	C04	C05	C06	BUS	PUL	MOS	BIS	PRB
E16A_16	E-VERT.SANDKLASSIERER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E16E_16DO1	SANDKLASSIERER AUS	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16E_16DO2	SANDKLASSIERER EIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E16E_16DO3	SANDKLASSIERER STÖ	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16M_01DO1	SANDFÖRDERPUMPE 1 AUS	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16M_01DO2	SANDFÖRDERPUMPE 1 STÖ	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16M_02DO1	SANDFÖRDERPUMPE 2 AUS	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16M_02DO2	SANDFÖRDERPUMPE 2 STÖ	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16M_03DO1	KETTENFÖRDERER 1 AUS	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16M_03DO2	KETTENFÖRDERER 1 EIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E16M_03DO3	KETTENFÖRDERER 1 STÖ	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16M_04DO1	KETTENFÖRDERER 2 AUS	-	-	-	-	D	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16M_04DO2	KETTENFÖRDERER 2 EIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E16M_04DO3	KETTENFÖRDERER 2 STÖ	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16M_05DO1	FETTPUMPE 1 AUS	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16M_05DO2	FETTPUMPE 1 EIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E16M_05DO3	FETTPUMPE 1 STÖ	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16M_06DO1	FETTPUMPE 2 AUS	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
E16M_06DO2	FETTPUMPE 2 EIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E16M_06DO3	FETTPUMPE 2 STÖ	-	-	-	-	B	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1

ORT: örtliche Anzeige  
 C01 - C06: Rangierverteiler  
 SPS: Bezeichnung d. zug. SPS  
 PUL: Steuerpult

MOS: Mosaiktafel  
 BIS: Registrierung  
 PRB: Anzeige im Prozeßbild



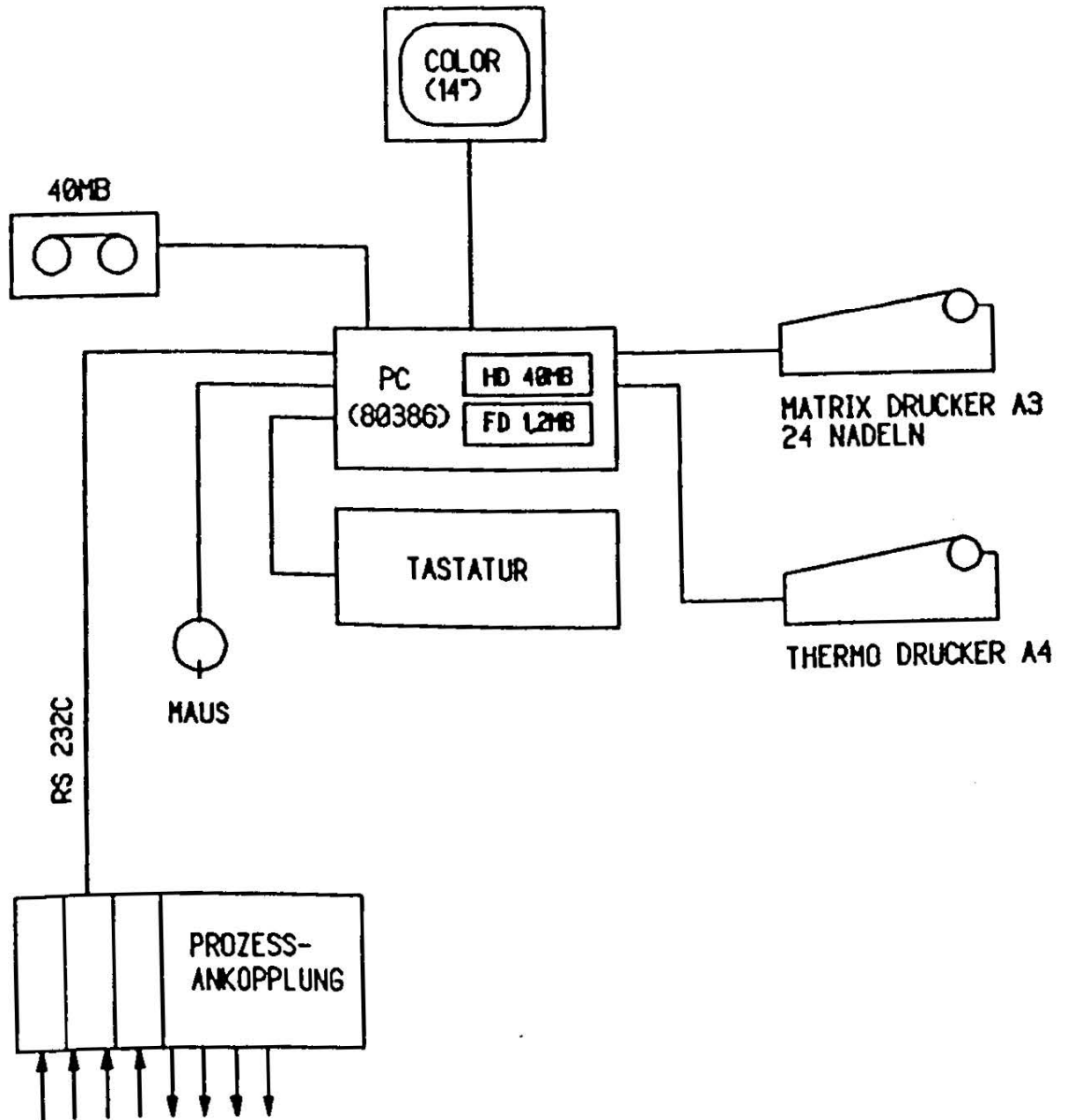


BILD 3

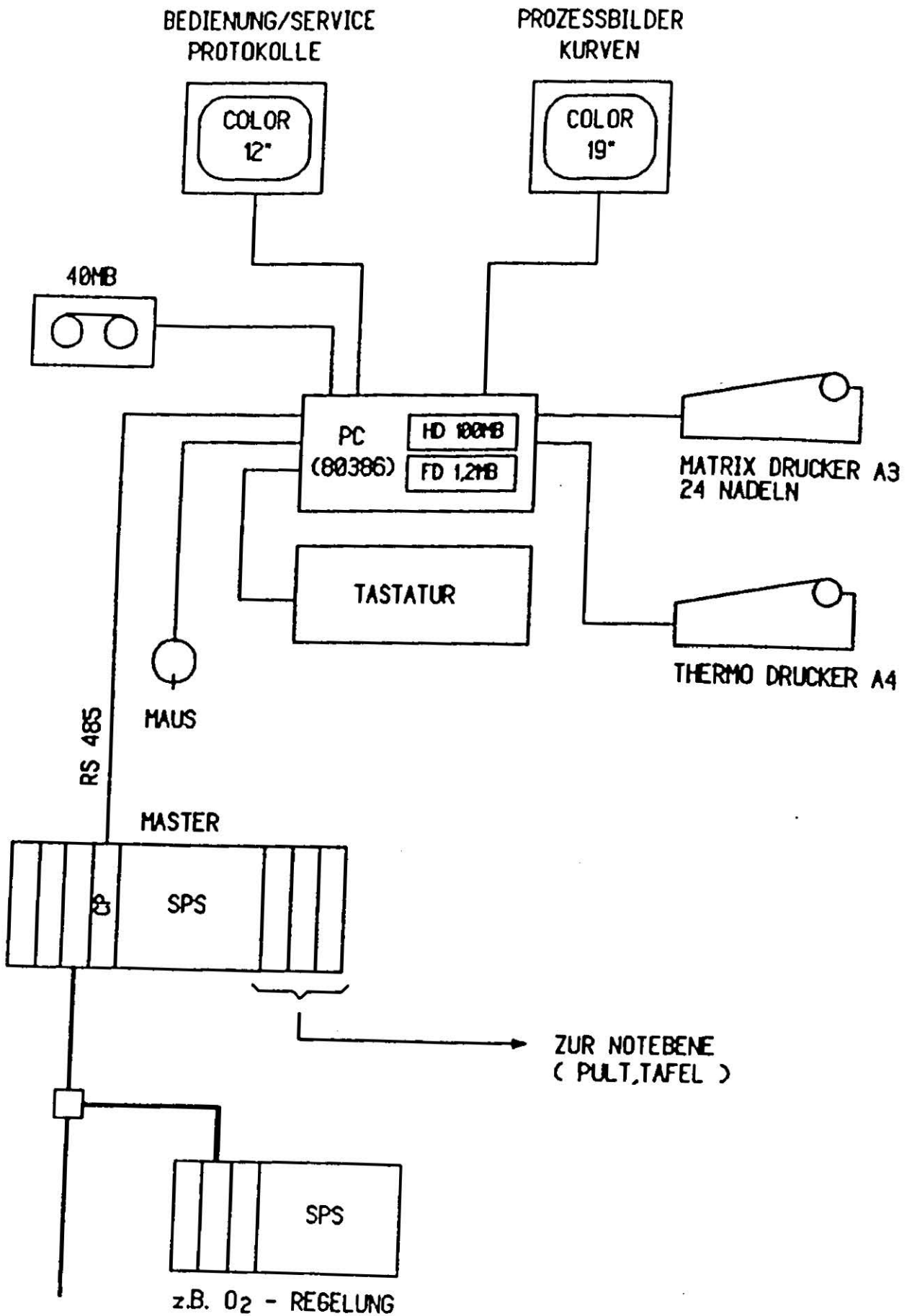
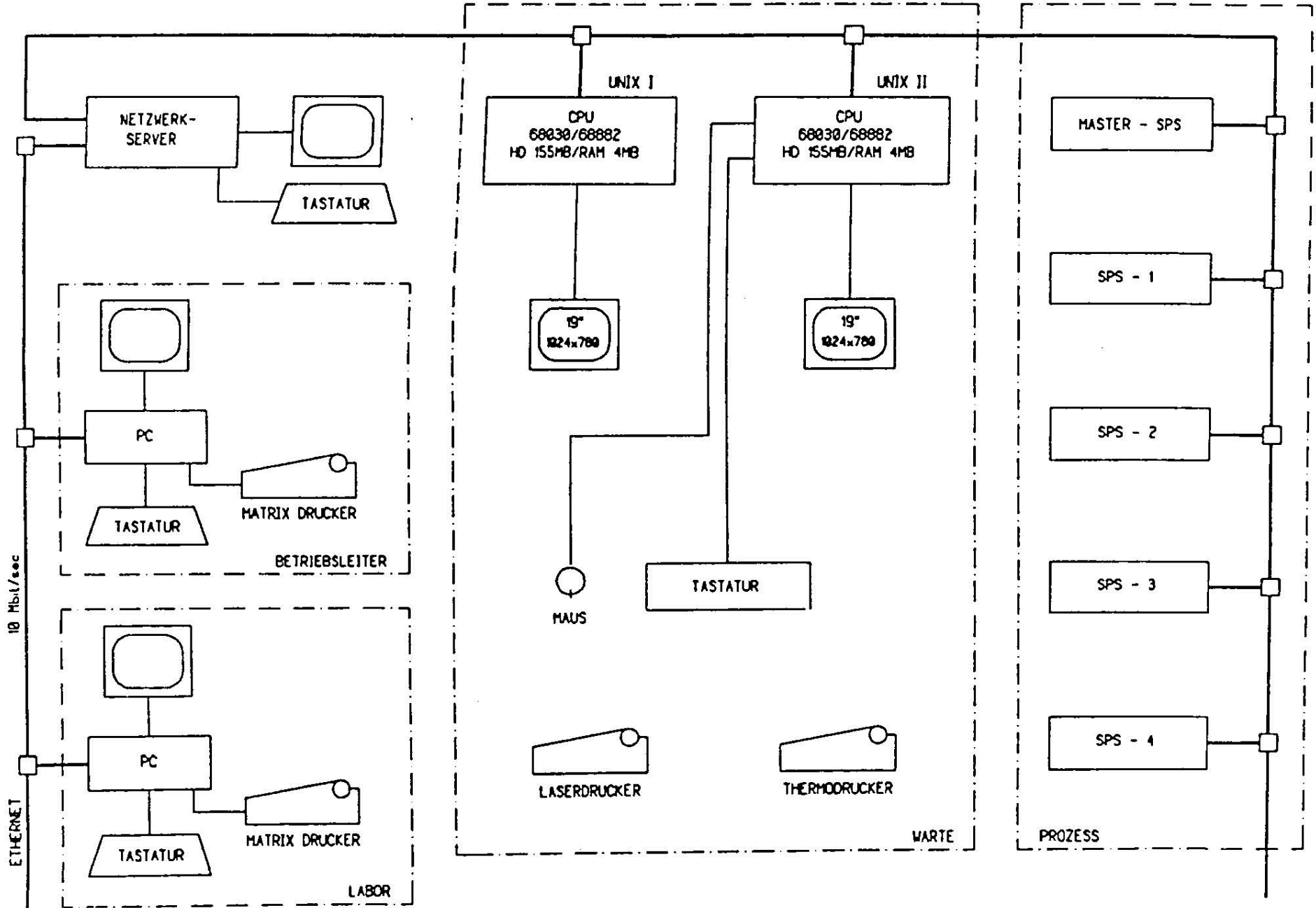


BILD 4

BILD 5





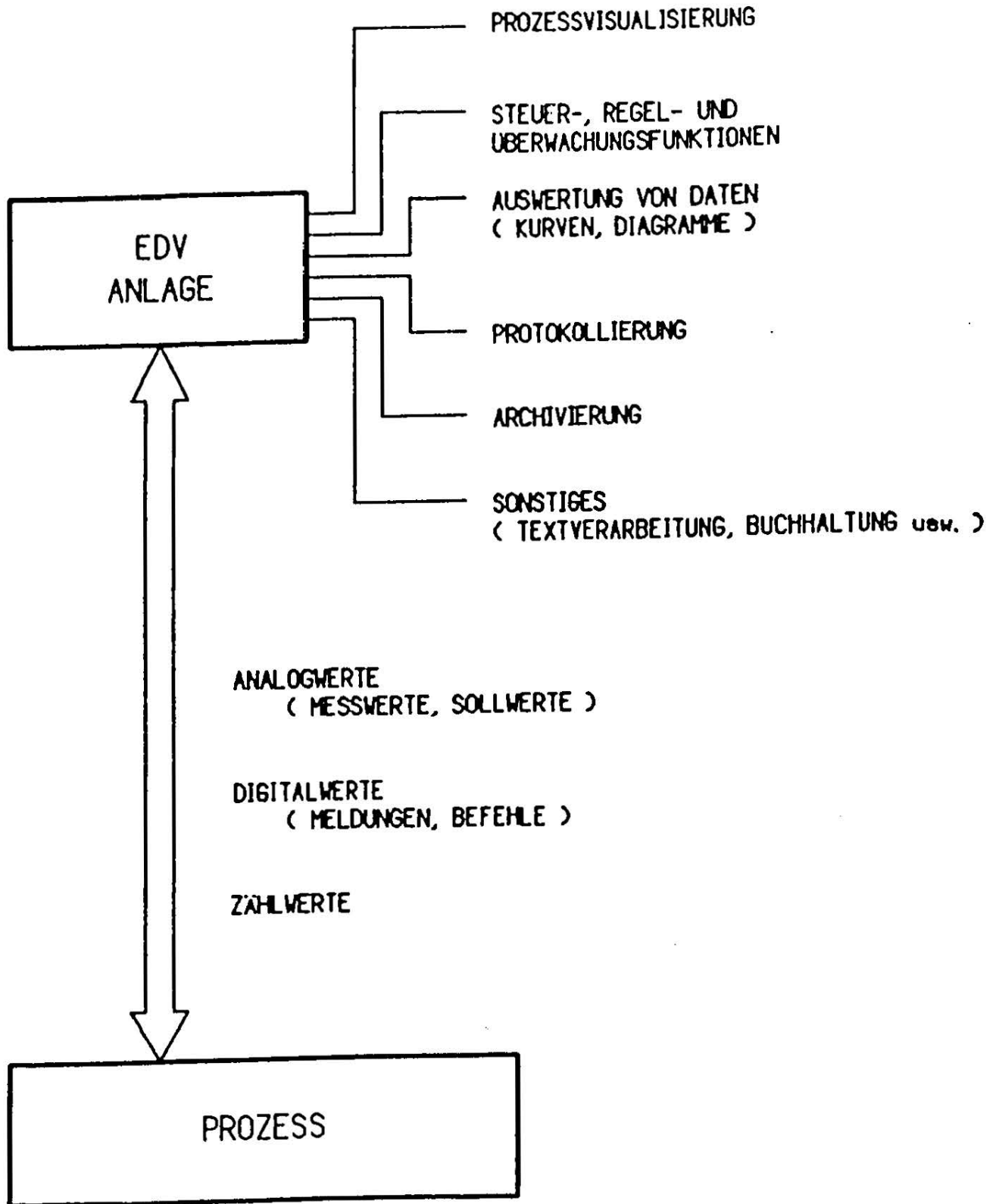


BILD 6

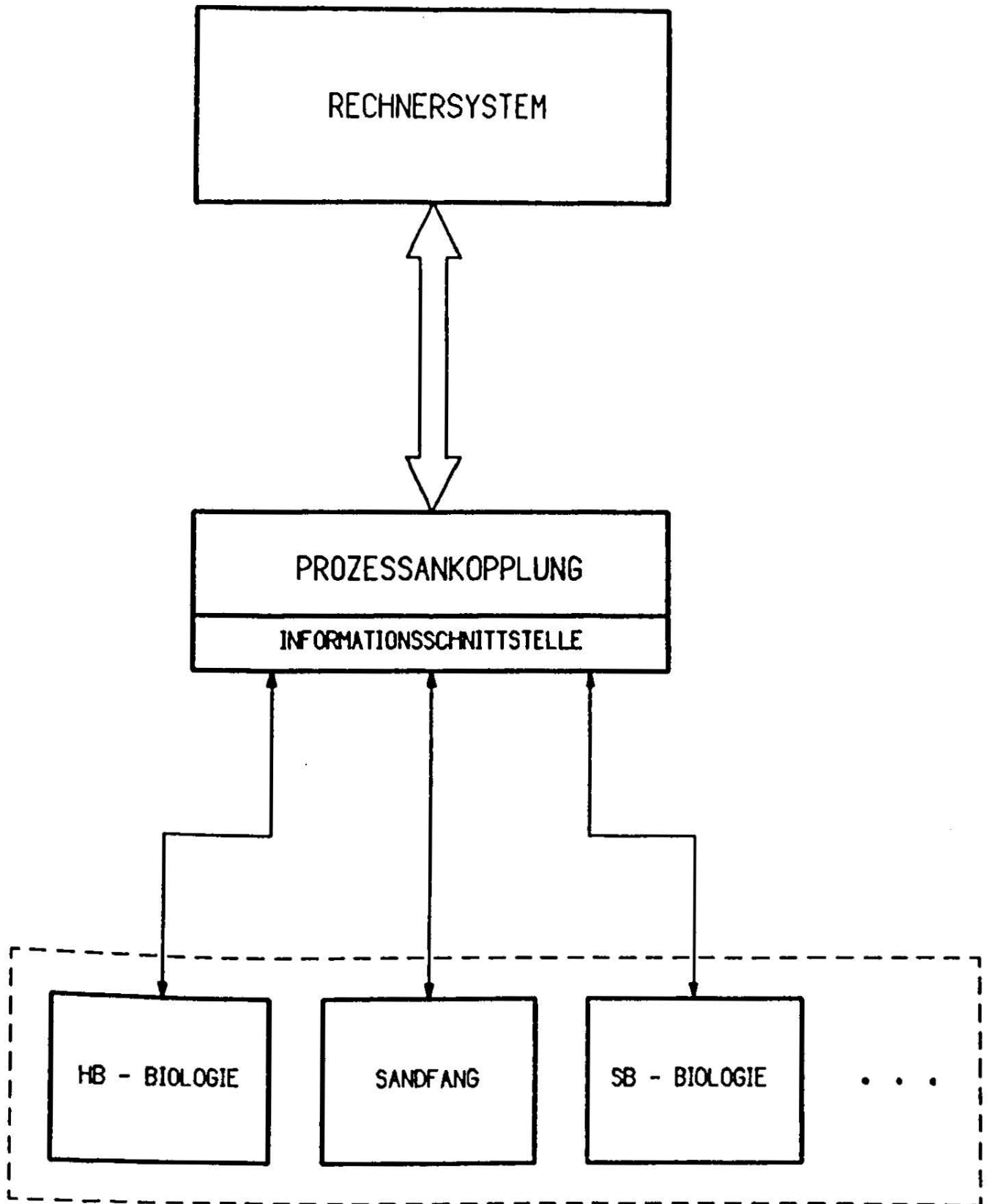


BILD 7

## TESTEN UND INBETRIEBSETZUNG VON EDV - SYSTEMEN

Josef Preuner

### 1. EINLEITUNG

Ich bin beim RHV Vöckla-Redl beschäftigt und habe in der gesamten Bauzeit auf Wunsch des Verbandes mit dem Planungsbüro und den ausführenden Firmen mitgearbeitet. Ich möchte deshalb nicht allzusehr in die allgemeine Theorie eingehen, sondern mehr von meinen praktischen Erfahrungen aus dieser Zeit berichten.

Gegenüber der hier beschriebenen schrittweisen Vorgangsart einer Inbetriebnahme gibt es in der Praxis immer wieder kleine Änderungen, empfehlenswert ist es aber doch, prinzipiell von einem in dieser Form zu rechtgelegten Leitfaden auszugehen.

Die Kläranlage des RHV Vöckla-Redl ist eine zweistufige Anlage mit einem Tropfkörper und einer biologischen Belebung. Im Bau befindet sich derzeit eine Schlammverwertungsanlage mit dem Ziel, alle anfallenden Produkte in den natürlichen Kreislauf zurückzuführen.

Im Bereich des RHV Vöckla-Redl sind insgesamt vier Klärwärter beschäftigt, die Kapazität der Kläranlage beträgt 63 500 EGW.

### 2. VORARBEIT FÜR DIE INBETRIEBNAHME

#### 2.1 Pflichtenheft erstellen

Es soll anhand der bestehenden Ausschreibung ein Pflichtenheft von folgenden Personen erstellt werden:

- Planer
- Anlagenbetreiber
- ausführende Elektrofirma

# Übersichtsschema der KA Vöckla - Redl

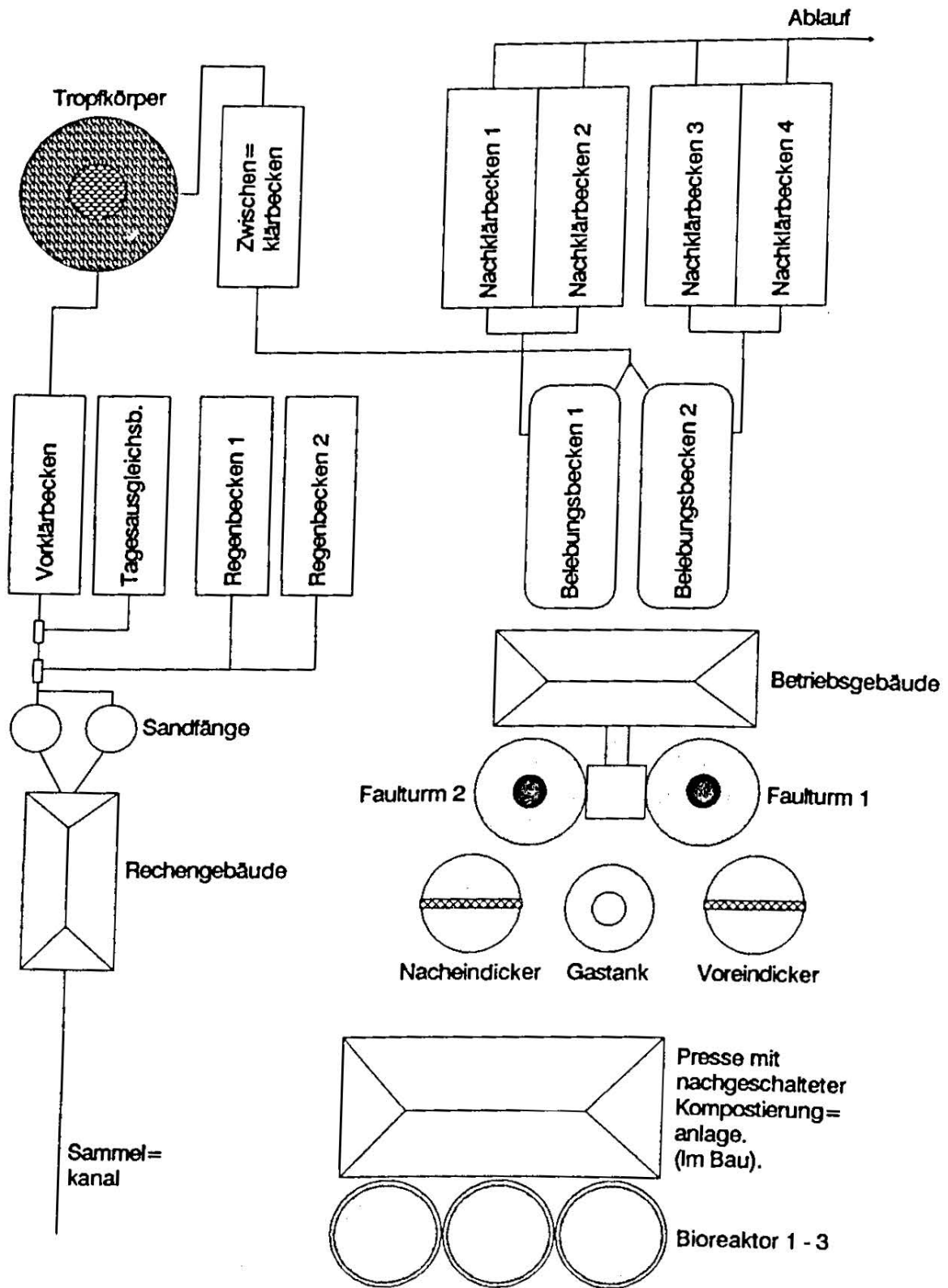


Abbildung 1

- ausführende EDV-Firma
- ausführende Maschinenbaufirma

In diesem Pflichtenheft kann natürlich nicht jedes Detail enthalten sein, es ist aber ein sehr wichtiger Leitfaden für die Inbetriebnahme.

## 2.2 Kontaktpersonen festlegen

Es soll für jeden Teilbereich die zuständige Kontaktperson genannt werden. Da sich die Inbetriebnahme auf die gesamte Anlage ausdehnt, müssen diese Personen immer wieder einbezogen werden.

## 2.3 Inbetriebnahmezeitplan

Die beteiligten Firmen sollen sich an einem gemeinsam erarbeiteten Zeitplan orientieren können. In der Praxis ist meistens eine Gesamtinbetriebnahme in einem Zug nicht möglich, sondern diese besteht aus mehreren Teilen.

## 2.4 Einschaltberechtigung

Bei der Inbetriebnahme der einzelnen Maschinen sollte unbedingt ein Vertreter der Lieferfirma anwesend sein.

Abzuklären ist:

- Wieviele Tage vorher ist die Firma zu verständigen ?
- Ist der anwesende Monteur dazu berechtigt?
- Wenn laut Firmenvertretung keine Anwesenheit nötig ist, so ist dies schriftlich festzuhalten.

## 3. KONTROLLE BEREITS EINGEBAUTER ANLAGENTEILE

Bevor mit der eigentlichen Inbetriebnahme begonnen wird, ist zu kontrollieren, ob die eingebauten Maschinen und Geräte mit den in der

Planungsphase angegebenen Daten übereinstimmen. Am Besten vergleicht man mit dem bereits in dieser Zeit erstellten Datenblättern.

Die Feldinstallation (Kabelverlegung, Verdrahtung, Abschirmung usw.) ist vorher genau zu prüfen. Ein Fehler dieser Art kann die Inbetriebnahme zeitlich sehr negativ beeinflussen, es können aber auch größere Schäden an Geräten entstehen.

Es kann zum Beispiel ein Verwechseln von Steuerspannungen gravierende Folgen haben. Abschirmungsfehler können Fehler verursachen, die zwar nur manchmal auftreten und deshalb sehr schwer zu finden sind.

#### **4. INBETRIEBNAHME**

Die Reihenfolge der Inbetriebnahme hängt sehr stark vom Baufortschritt ab. In den meisten Fällen ist es so, daß der Probetrieb mit Hand-schaltung begonnen wird. Man sollte aber trotzdem danach trachten, speziell bei größeren Anlagen, die nachstehend angeführte Reihenfolge einzuhalten.

##### **4.1 Systematische Einschaltung der Steuerspannungen**

Bevor man überhaupt beginnt, den Hand- oder Automatikbetrieb zu testen, müssen sämtliche Steuerspannungen aufgelegt werden.

Da es bei größeren Anlagen eine Menge von verschiedenen Steuerspannungsarten gibt (Unterstationen, ...), muß gerade diese Arbeit sehr gewissenhaft durchgeführt werden.

##### **4.2 Testen des Handbetriebes**

Der Handbetrieb sollte in der Erstphase ohne Hauptsicherungen getestet werden.

Folgende Geräte sind zu prüfen:

- Vorort-Handscharter
- Motorschutzschalter

Musterdatenblätter

<u>Antriebe</u>		Datum: .....
Kurzbezeichnung: .....	Bezeichnung: .....	
Schema Nr.: .....	Einbauort: .....	
Leistungsaufnahme: .....	Vorortschalter: .....	
Strom bei 3x380 V: .....	Sicherheitsverriegelung: .....	
Drehzahl: .....	Steuerungsverriegelungen:	
Fabrikat: .....		

<u>Messungen</u>		Datum: .....
Kurzbezeichnung: .....	Bezeichnung: .....	
Schema Nr.: .....	Einbauort: .....	
Meßsignal: .....	Vorortschalter: .....	
Fabrikat: .....	Sicherheitsverriegelung: .....	
Type: .....	Steuerungsverriegelungen:	
Sonstiges: .....		

Diese Datenblätter sind vom Maschinenbauer bzw. den Lieferanten der Meßeinrichtungen auszufüllen, sie dienen als Basis für Planung und Inbetriebnahme der Anlage.

Abbildung 2

- Div. Schutzgeräte, die aus Sicherheitsgründen nicht über die EDV-Anlage geführt werden (z.B. Drehmomentschalter für Rechen, usw.)

Die weiteren Schritte sind dann das Einstellen der Motorschutzschalter und das Einschalten der Aggregate im Beisein der Maschinenlieferanten.

#### 4.3 Testen der Verbindungen zur Leittechnik

Bevor die Anlage in Hand-Probebetrieb geht, sollen unbedingt folgende Verbindungen zur Leittechnik überprüft werden:

- Digitale Eingänge (Schalterstellungsmeldungen, Laufrückmeldungen, Störmeldungen, ...)
- Digitale Ausgänge für Motore, Schieber, Ventile, ...

Die Prüfung der Analogsignale muß nicht unbedingt zu diesem Zeitpunkt erfolgen, dies kann auch später geschehen.

#### 4.4 Inbetriebsetzen der Leitsystemhardware

Dazu ist die notwendige Software für die Datenverbindungen zu den einzelnen Unterstationen und den Ausgabegeräten zu installieren. Empfehlenswert ist das Einbauen von Testprogrammen für eine gewisse Zeit.

#### 4.5 Meßstellen konfigurieren und testen

Man muß am PC die Möglichkeit haben, sämtliche Meßwerte zu konfigurieren. Die dazu benötigte Bildschirmseite ist so vorzubereiten, daß zur Bearbeitung keine Programmierkenntnisse notwendig sind.

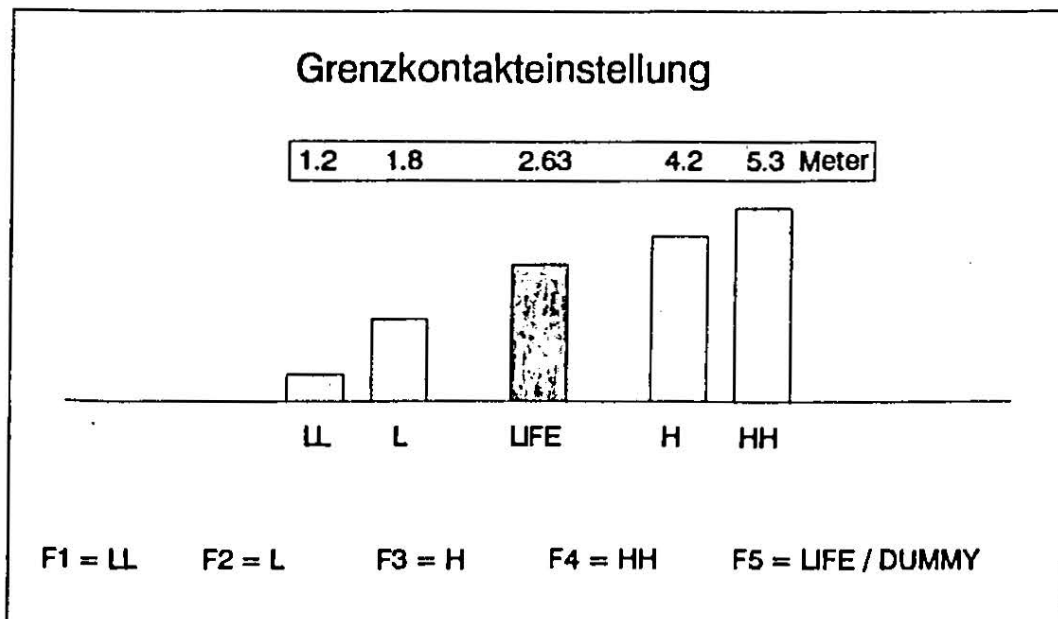
#### 4.6 Vorbereitetes Logikprogramm schrittweise Inbetriebsetzen

Ein Teil des sogenannten Logikprogrammes kann anhand der Vorgespräche und des Pflichtenheftes bereits vor der Inbetriebnahme erstellt werden.



## Anpassung eines Analogwertes

Analogwertkonfiguration					
Kurzbezeichnung: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">NIVEAU1</span>	Bezeichnung: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Niveau Regenbecken</span>				
Stationsnummer: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	Nummer in Station: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span>				
Steckplatz in der SPS: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span>	Kanal: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4</span>				
Physikalische Anpassung: (Beispiel)	<table style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <tr> <td>100% =</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6 Meter</td> </tr> <tr> <td>0% =</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0 Meter</td> </tr> </table>	100% =	6 Meter	0% =	0 Meter
100% =	6 Meter				
0% =	0 Meter				



Soll ähnlich sollen die Bildschirmseiten zur Anpassung eines Analogwertes vorbereitet sein.

Die ganze Arbeit ist dadurch auf das Anschließen des Meßsignales an die SPS und das Eingeben dieser Werte beschränkt.

Abbildung 3

Dieses Programm soll in mehrere verschiedene Unterprogramme gegliedert sein, die dann schrittweise in Betrieb genommen werden. Dieser modulare Aufbau ist auch für die Übersichtlichkeit, besonders bei der Fehlersuche, sehr vorteilhaft. Die Klartexte und Programmkommentare sollen immer exakt eingetragen werden, man erspart sich dadurch bei der Inbetriebnahme eine Menge Ärger.

#### 4.7 Optimieren der Logikfunktionen

Diese Optimierung ergibt sich automatisch als nächster Schritt, der folgende Aufgaben beinhaltet:

- Ergänzen mit Funktionen die bei den Vorbesprechungen nicht berücksichtigt wurden
- Konfigurieren der notwendigen Parameter am PC (Systemzeiten, Zeitschaltprogramme, ...)
- Erstellen von Störungersatzprogrammen  
Ein gutes Programm setzt im Störfall automatisch immer wieder die richtigen Schritte.
- Erstellen von Überwachungsprogrammen  
Je mehr der Betrieb automatisiert ist, desto weniger wird er vom Personal überwacht. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, auch diesen Bereich entsprechend zu automatisieren.

#### 4.8 Testen des Gesamtsystems

Soweit es der Betrieb zuläßt, soll nach Ende der Programmierarbeiten die Anlage in allen möglichen Betriebs- und Störungszuständen getestet werden.

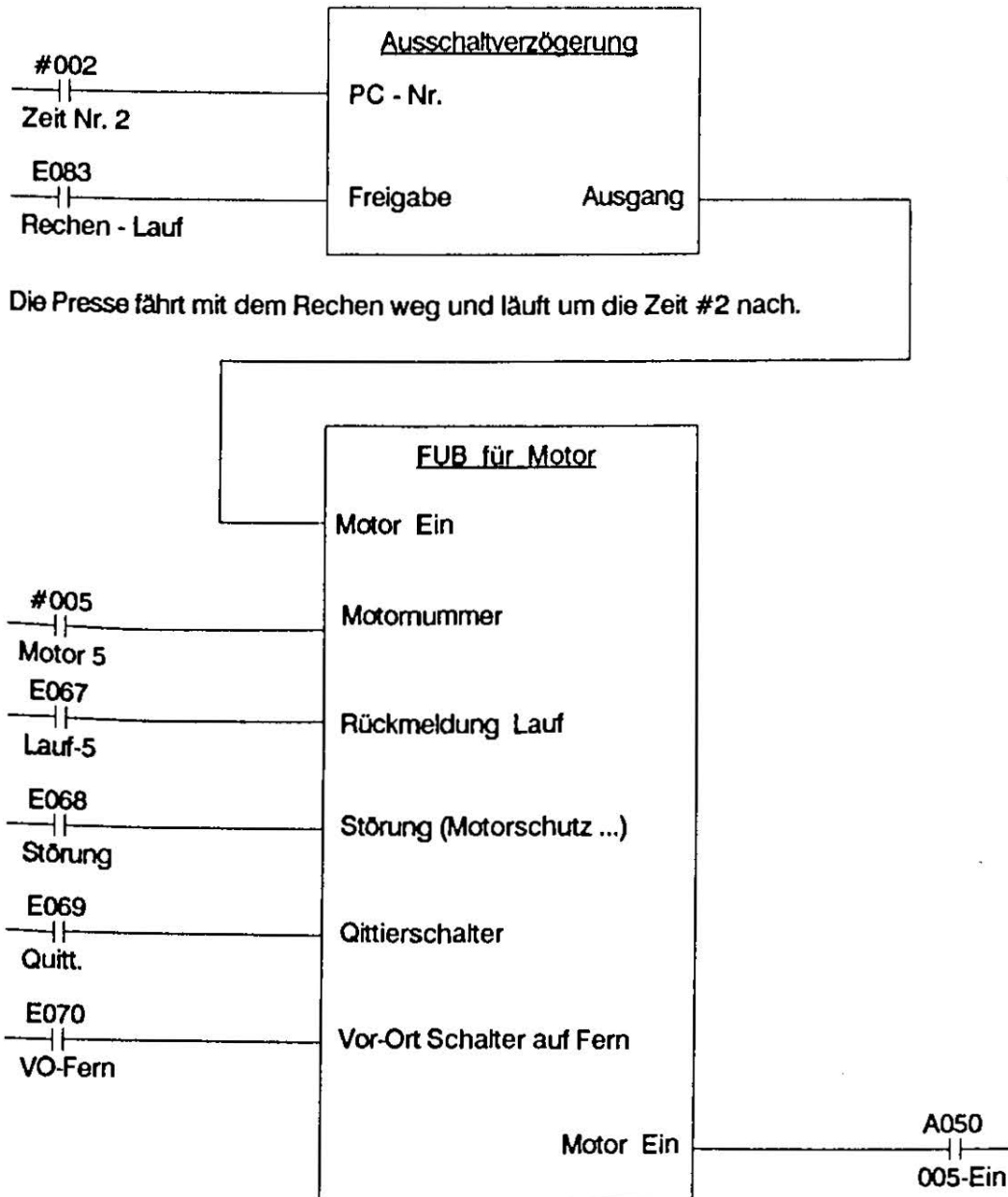
Neben den Steuerungsaufgaben sollen auch sämtliche Ausgaben am PC noch einmal überprüft werden. Besonders wichtig ist das Störmeldesystem.

#### 4.9 Kontrolle mit dem Pflichtenheft und Abnahme

Nach dem Abschluß der Inbetriebsetzungstätigkeit ist die Anlage von

## Beispiel eines SPS - Logikprogrammes

### Steuerung für Rechengutpresse



Zur Ansteuerung der Motore ist zweckmäßig, Funktionsblöcke dieser Art zu verwenden. Es müssen nur mehr die richtigen Ein- und Ausgänge angeschlossen werden, die notwendigen Verriegelungen und die Verbindung zum PC-, Blindschaltbild usw. sind bereits im Block vorbereitet.

Abbildung 4

denselben Personen abzunehmen, die auch das Pflichtenheft erstellt haben.

Diese Abnahme sollte unter anderem auch deshalb sehr exakt durchgeführt werden, da es den Lieferfirmen nur bei gleicher Behandlung möglich ist, gute Qualität anzubieten.

#### 4.10 Nochmalige Optimierung nach Probetrieb

In der Zeit des Probetriebes liegt es am Betreiber, eine sogenannte Mängelliste zu erstellen. Nach dieser Zeit ist die Anlage anhand der Liste noch einmal zu überarbeiten. Je genauer die Mängel- bzw. Verbesserungsliste geführt wird, desto genauer kann der Techniker die Arbeiten durchführen.

#### 5. MITARBEIT DURCH DAS BEDIENPERSONAL

Abschließend möchte ich noch auf einen der wichtigsten Punkte eingehen, auf die Mitarbeit durch die Anlagenbetreiber. Die Aufnahme des Personals soll so gewählt werden, daß die aktive Mitarbeit bereits in der Bau- und Inbetriebnahmephase gewährleistet ist. Je mehr Wissen und Erfahrung sich der dafür zuständige Mann in dieser Zeit aneignen kann, desto zielführender kann die Anlage betreut werden. Wenn man für jede Änderung einen Techniker braucht, ist das sehr kostenintensiv und bringt meistens auch nicht den gewünschten Erfolg, da diesem Mann der Gesamtüberblick über die Anlage fehlt.

Ein gutes Programm ist so vorbereitet, daß eine Logikprogrammverknüpfung nicht wesentlich schwieriger ist als eine Verdrahtungsänderung am Schaltschrank. Voraussetzung dafür ist natürlich eine gute Dokumentation.

PREUNER Josef  
RHV Vöckla Redl  
Zeiling 35  
4871 Redl-Zipf

## WIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE

Josef Preuner

### 1. EINLEITUNG

Die Wirtschaftlichkeit eines EDV-Systems hängt im wesentlichen davon ab, wie vielseitig es genutzt wird. Wenn man davon ausgeht, daß viele Geräte dadurch ersetzt werden können, ist es bereits in der Anschaffung wirtschaftlicher.

Ohne EDV-System notwendige Geräte und Einrichtungen:

- Trommel- und sonstige Schreiber
- Störmeldesysteme
- Maximumwächter
- Eine Menge Hilfs- und Steuerschütze
- Mehr Schaltschränke
- Höherer Kabelaufwand
- usw.

Noch weitaus interessanter ist jedoch die Einsparung laufender Betriebskosten.

Man kann die nachstehenden Möglichkeiten natürlich zum Großteil auch ohne Leitsystem realisieren, man braucht dazu aber einerseits sehr teure Geräte und andererseits hat man mit Sicherheit nicht die gleiche Möglichkeit der Gesamtoptimierung.

Wenn das System entsprechend modular aufgebaut ist, ist auch eine spätere Erweiterung sehr kostengünstig.

In der Kläranlage Vöckla-Redl in Oberösterreich wurde ein, vom Aufbau her relativ einfaches, billiges, aber doch sehr leistungsstarkes Leitsystem installiert.

Ich möchte dazu unter anderem in Form von Skizzen auf den Aufbau dieser Anlage eingehen.

# Übersicht über die zentrale Leittechnik der Kläranlage Vöckla - Redl

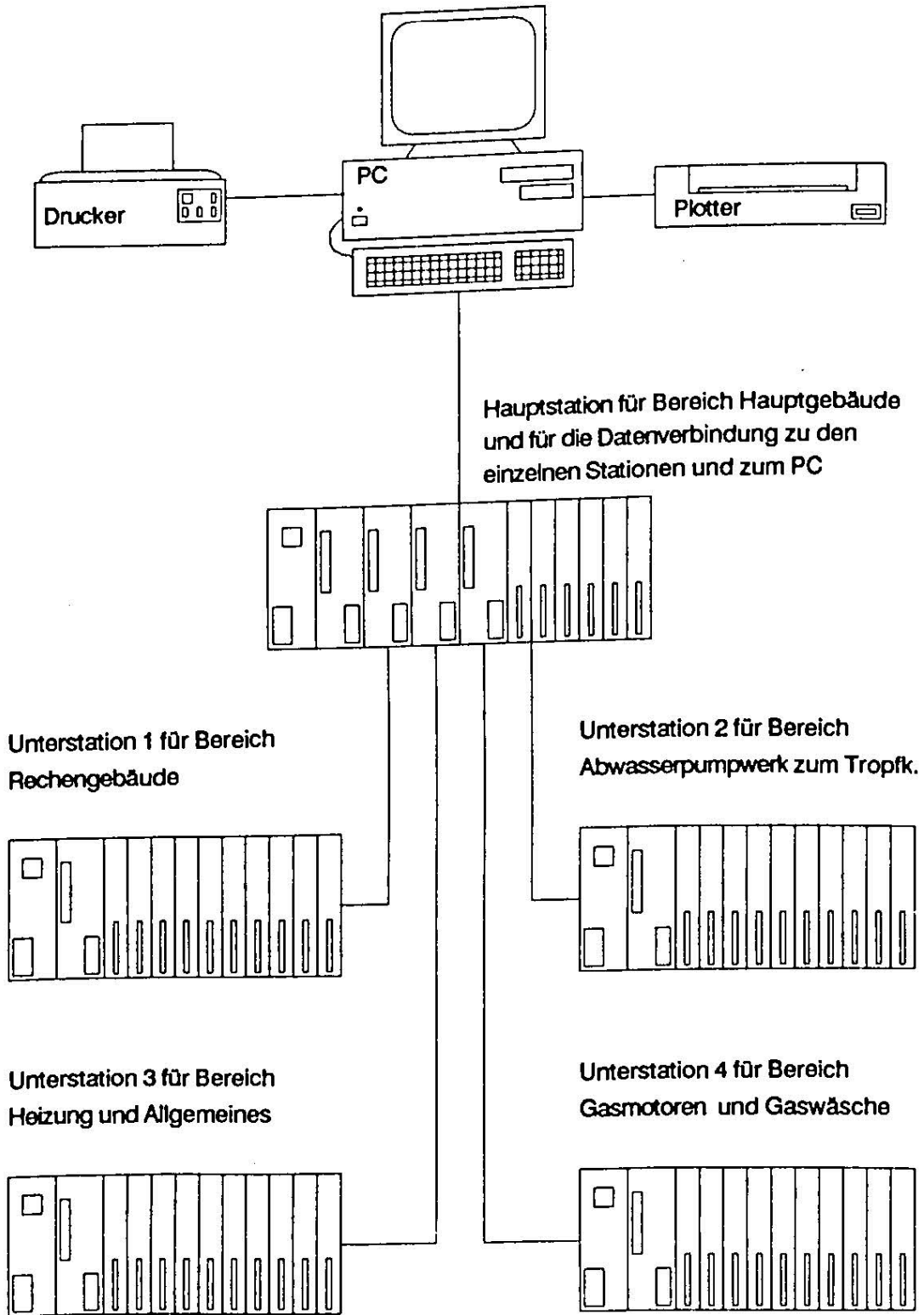


Abbildung 1

## 2. AUFBAU DER ANLAGE

### 2.1. Hauptrechner

Der Hauptrechner ist ein Personalcomputer (80386-SX, es kann aber auch ohne weiteres ein 80286 verwendet werden, die Datenaufbereitung zu einem Diagramm dauert nur einige Sekunden länger).

Der Vorteil, einen handelsüblichen Rechner zu verwenden, ist natürlich der Preis. Sehr wichtig ist es aber auch, im Störfall schnell ein Ersatzgerät zu bekommen. Das Anpassen eines fabriksneuen Rechners an das System dauert maximal eine halbe Stunde und kann mit der nötigen Einschulung vom Personal durchgeführt werden.

Der PC hat im wesentlichen drei Aufgaben zu erfüllen:

- Schicken von Befehlen des Bedieners an die Steuerung
- Speichern und Ausgeben sämtlicher Meßwerte, Diagramme, Protokolle, usw.
- Allgemeine Verwendung (KlärschlammBuchhaltung, Kanaldatenbank, Textverarbeitung, usw.)

Da die einzelnen Steuerungsstationen selbst in der Lage sind, die gesammelten Meßdaten für zwei Tage zu speichern, wird der Hauptrechner nur für Bedienzwecke verwendet.

Wenn kein Personal anwesend ist, wird der Rechner von der SPS automatisch abgeschaltet. Das wirkt sich besonders positiv auf dessen Lebensdauer aus (Festplatte, Bildschirm...).

### 2.2. Haupt- und Unterstationen

Diese Stationen sind im wesentlichen gleich aufgebaut, nur die Hauptstation ist mit einigen Zusatzmodulen bestückt (zur Datenverbindung zu den einzelnen Unterstationen und zum Hauptrechner).

Vorteil: Übersichtlichkeit, geringe Lagerkosten für Ersatzteile  
Die Unterstationen arbeiten, wenn notwendig, auch ohne Verbindung zur Hauptstation, es werden nur die Verknüpfungen zwischen den einzelnen Stationen nicht bearbeitet. Das Programm ist aber so vorbereitet, daß die Notwendigkeit dieser Verbindungen in diesem Fall unterdrückt wird.

Die Verbindung zu den Unterstationen besteht aus einem Energie- und einem Datenkabel. Die Tatsache, daß man sich durch diese Methode sehr viel Kabel und Zubehör (Klemmen, Kabeltrassen, Ziehrohre, Schächte usw.) sparen kann, wirkt sich auf die Gesamtkosten der Anlage sehr positiv aus.

Sehr interessant ist dieses System auch bei Erweiterungen (Gasmotoranlagen, Pumpwerke, Regenrückhaltebecken usw.). Die einzigen Arbeiten an der Zentrale sind in diesem Fall das Herstellen der Verbindung und das Erweitern der Hauptstation um einen Koppelleinschub. Wenn nötig, kann diese Datenverbindung auch über Funk hergestellt werden.

### 2.3. Drucker und Plotter

Für die Ausgabe der Protokolle, Diagramme usw. sind ein Drucker und ein Plotter installiert.

Man findet aber auch speziell bei kleineren Anlagen nur mit einem Drucker das Auslangen.

Da in letzter Zeit die Laserdrucker immer billiger werden, ist es eine Überlegung wert, ein Gerät dieser Art anzuschaffen.

## 3. EINSPARUNG VON BETRIEBSKOSTEN

Wie schon erwähnt, ist die Einsparung von Betriebskosten noch wichtiger, da sich diese Kosten im Laufe der Jahre entsprechend summieren.

Es ist sehr schwierig, diese Einsparungen in Form von genauen Zahlen zu vergleichen. Ich möchte daher eher von den Möglichkeiten berichten, die in der ARA Vöckla-Redl ausgenützt wurden.

### 3.1. Automatisierung der Anlage

Sämtliche, täglich sich wiederholende Abläufe sind zur Gänze automatisiert. Zum Beispiel die täglichen Schlammabzüge, Beschickungen, Sandheben usw.



Diese Automatisierung bringt drei große Vorteile mit sich:

- Einsparung von Arbeitszeit und damit Personalkosten
- Es wird nichts vergessen, die Abläufe geschehen immer in der richtigen Reihenfolge und zum richtigen Zeitpunkt
- Man kann alles genau auf 24 Stunden aufteilen, oder überhaupt mehr in die Nachtstunden (Niedertarifzeit) verlegen. Das wirkt sich Erstens auf die Energiebilanz und Zweitens, durch die gleichmäßige Fahrweise, auf die Reinigungsleistung der Anlage aus.

### 3.2. Protokolle

Die Auswertung der Tages-, Monats- und Jahresprotokolle geschieht automatisch, der Großteil der Daten wird auch automatisch eingetragen. Wenn man davon ausgeht, wie arbeitsintensiv diese Auswertungen sind (Summenwerte, Mittelwerte ausrechnen, Jahresbilanz erstellen usw.), so ist auch das mittels EDV-System eine große Erleichterung. Meist passieren bei der händischen Auswertung immer wieder kleine Fehler, die mittels PC normalerweise nicht möglich sind.

### 3.3. Diagramme

Die herkömmliche Art der Meßwerterfassung mit den verschiedenen Schreibern hat drei große Nachteile:

- Es muß sehr teures Papier verwendet werden, speziell bei den großen, mehrspurigen Trommelschreibern.

Beim Drucker oder Plotter kann jedoch preisgünstiges Kopierpapier oder EDV-Endlospapier verwendet werden.

- Man braucht bei den Schreibern sehr viel Papier, weil prinzipiell alles mitgeschrieben wird.

Mit einem Leitsystem druckt man eigentlich sehr wenig aus, weil man erstens Meßwerte und Kurven am Bildschirm anschauen kann und zweitens die Diagramme nur interessant sind, wenn sie etwas Außergewöhnliches zeigen.

### Stromkosten 1988 - 1989

Gesamtkosten 1988 = 838.499.-

Gesamtkosten 1989 = 609.638.-

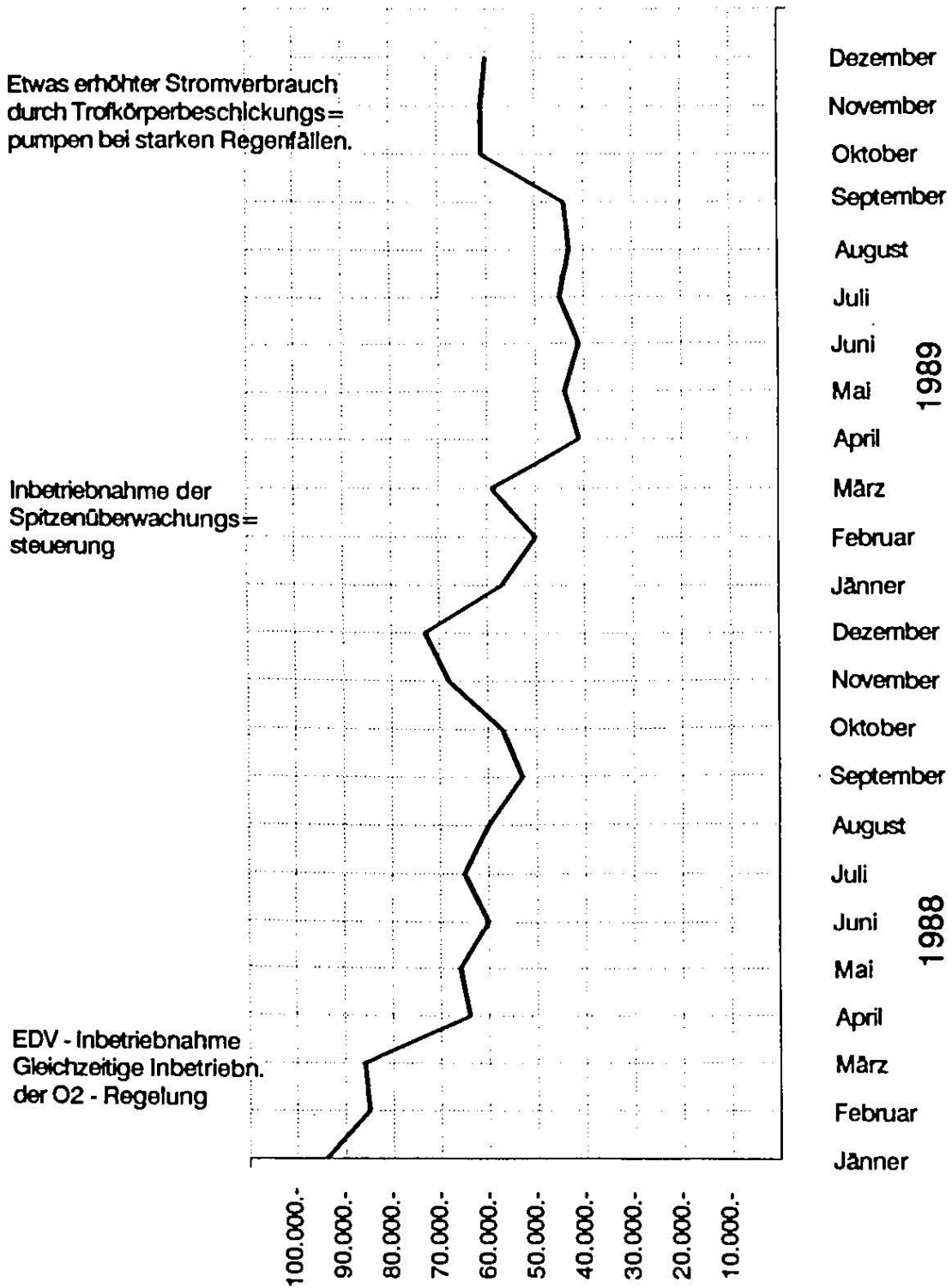


Abbildung 2

- Der Vergleich von längeren Zeiträumen ist äußerst schwierig, weil für die Auswertung eine große Menge an Papier bearbeitet werden muß. Mittels EDV-System kann man ganz gezielt auf verschiedene Zeitbereiche zugreifen, die Bereichslänge anpassen und durch ein direktes Übereinanderlegen von verschiedenen Kurven optimale, für den Betrieb sehr wichtige Vergleiche anstellen.

### 3.4. Energieanpassung

Der Energiebezug aus dem EVU wird genau überwacht und mittels eines entsprechenden Lastabwurfprogramms optimal angepaßt. Ziel dieser Anpassung sind die Senkung der Grundgebühr und die Verlagerung höherer Strombezüge in die Nachtstunden.

Wie Sie in den folgenden Diagrammen sehen können, ist die dadurch erzielte Einsparung nicht unwesentlich.

Im Sommer 1990 wurden im RHV Vöckla-Redl zwei Blockheizkraftwerke mit je 45 kW elektrischer Leistung in Betrieb genommen und auch in das Leitsystem einbezogen. Das Programm wurde entsprechend angepaßt, d.h., sie decken in den Tagstunden, bezogen auf den Gasanfall in den Faultürmen, mehr Last ab als in der Nacht.

Zur Realisierung dieser Steuerungsaufgabe gibt es zwar auch entsprechende Geräte, die Möglichkeiten damit sind jedoch bei weitem nicht so groß und auch teurer (Geräteankauf, komplizierte Verdrahtung...). Beim beschriebenen Leitsystem ist es nur Programmierarbeit, wobei der Großteil des Programms bereits in fertigen Makros vorhanden ist und die entsprechende Anpassung meist bei der Inbetriebnahme einfach mitgemacht wird.

### 3.5. Steuerung des Lufteintrages in den Belebungsbecken.

Unter Anleitung durch Herrn Hofrat Dipl. Ing. E. MAYR wurde in der Anlage Vöckla-Redl ein sogenanntes Belastungsanpassungsprogramm erarbeitet, um eine optimale Nitrifikation und Denitrifikation zu erreichen. Dieses Programm ist jetzt schon über zwei Jahre in Betrieb und wirkt

sich sowohl auf die Abbauleistung als auch auf die Energiebilanz sehr positiv aus.

Die genauere Funktion dieses Programms kann auf den Diagrammen der folgenden Seiten entnommen werden.

### 3.6. Wartungsprogramme

Sehr wichtig ist auch das Wartungsprogramm. Man erspart sich dadurch eine Menge an Arbeit, wie Betriebsstunden ablesen, Wartungskarteien schreiben, Betriebsstunden mit Wartungsintervallen vergleichen usw.

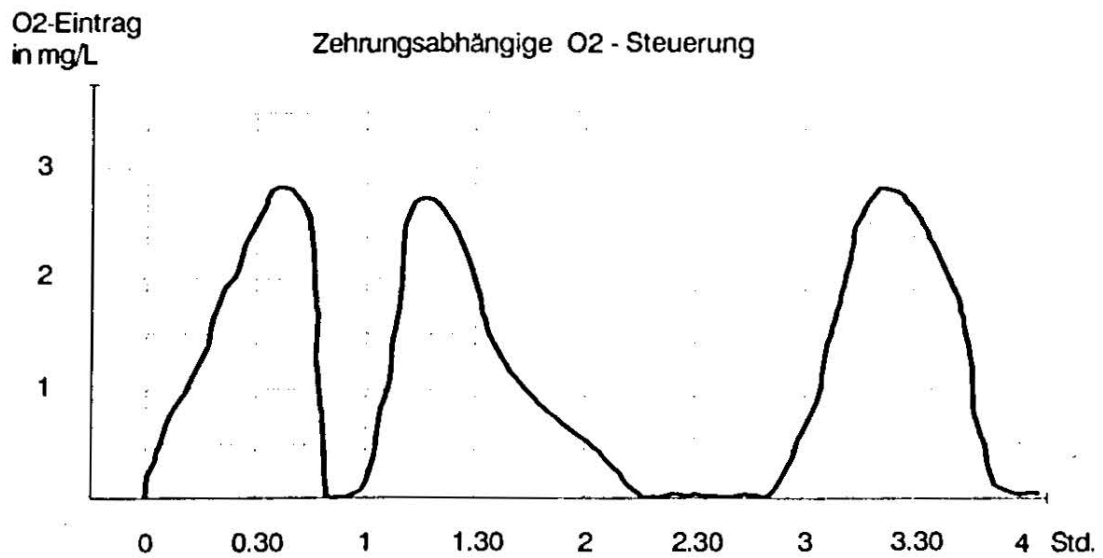
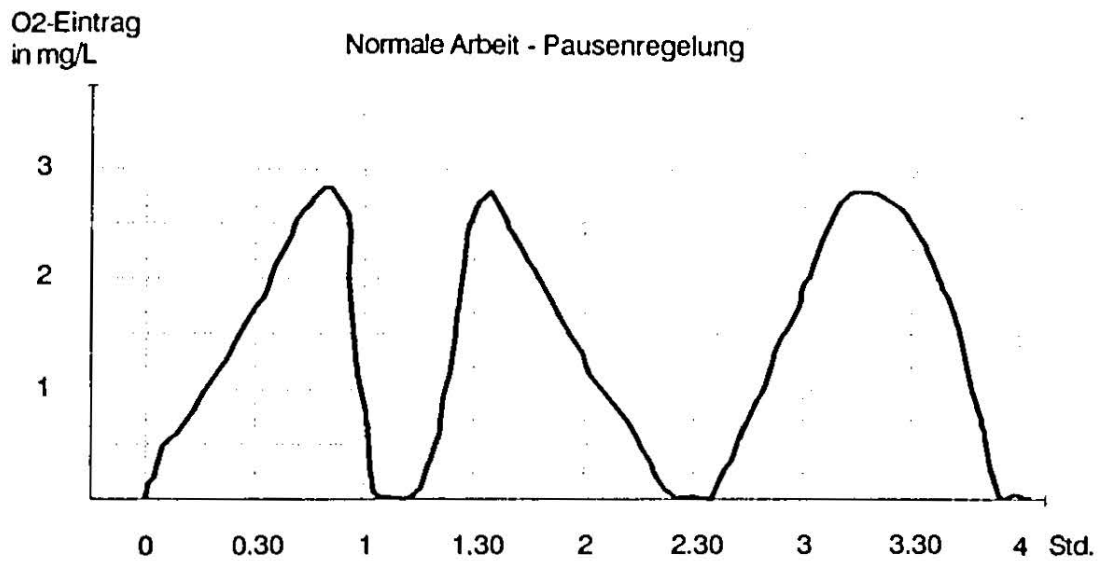
Der für diese Arbeit zuständige Mann druckt sich die sogenannte Liste der anstehenden Wartungen aus und erledigt diese in einer bestimmten Dringlichkeitsreihenfolge.

## 4. SCHLUSSFOLGERUNG

Es gäbe jetzt sicher noch eine Menge einzelner Programmteile, über die man berichten könnte, aber ich glaube, das würde etwas zu weit führen. Prinzipiell sollte man die Anlage, wie schon erwähnt, möglichst optimal ausnützen, es sollte aber auch nicht zur Spielerei führen. Es macht nichts aus, wenn zur Erstellung und Optimierung der Programme etwas mehr Zeit investiert wird, später soll man davon jedoch entsprechend profitieren können.

PREUNER Josef  
RHV Vöckla Redl  
Zeiling 35  
4871 Redl-Zipf

## Zehrungsabhängiger O<sub>2</sub> - Eintrag



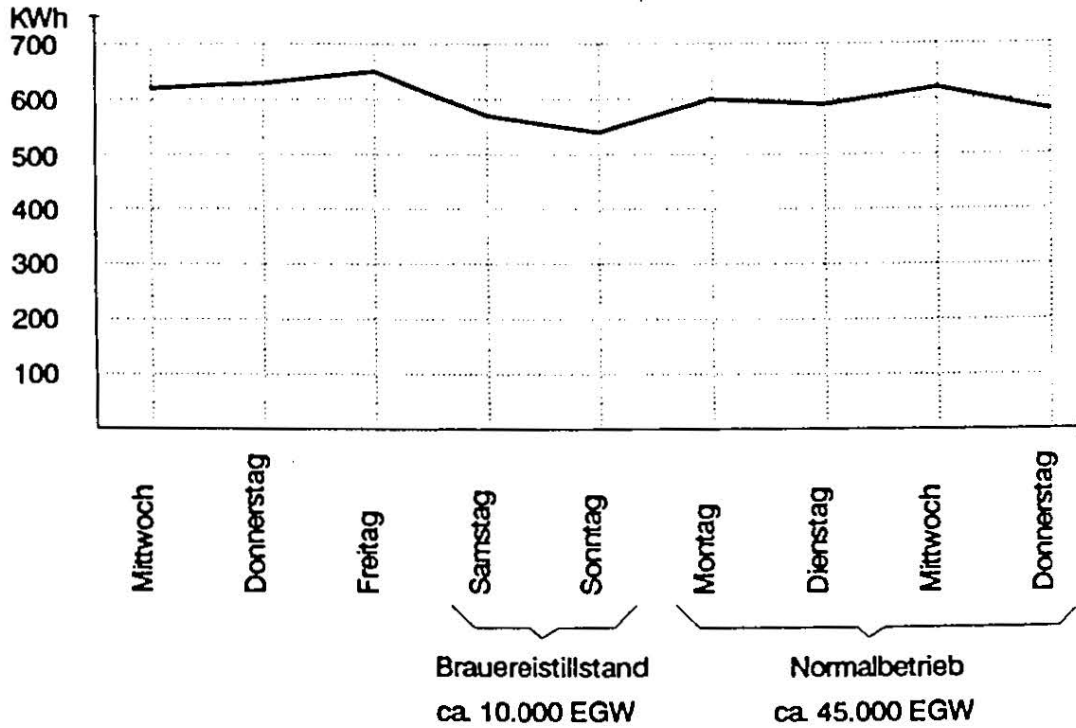
Die Art von Lufteintragsregelung hat 2 Vorteile:

- 1.) Es ist immer eine optimale Nitrifikation und Denitrifikation gewährleistet.
- 2.) Wirtschaftlichkeit: Bei schwacher Belastung wird nicht unnötig Sauerstoff eingetragen.

Abbildung 3

## Energiebilanz Belebung

Energieverbrauch mit normaler O<sub>2</sub> - Regelung



Energieverbrauch mit zehrunabhängiger Sauerstoffeintragsregelung

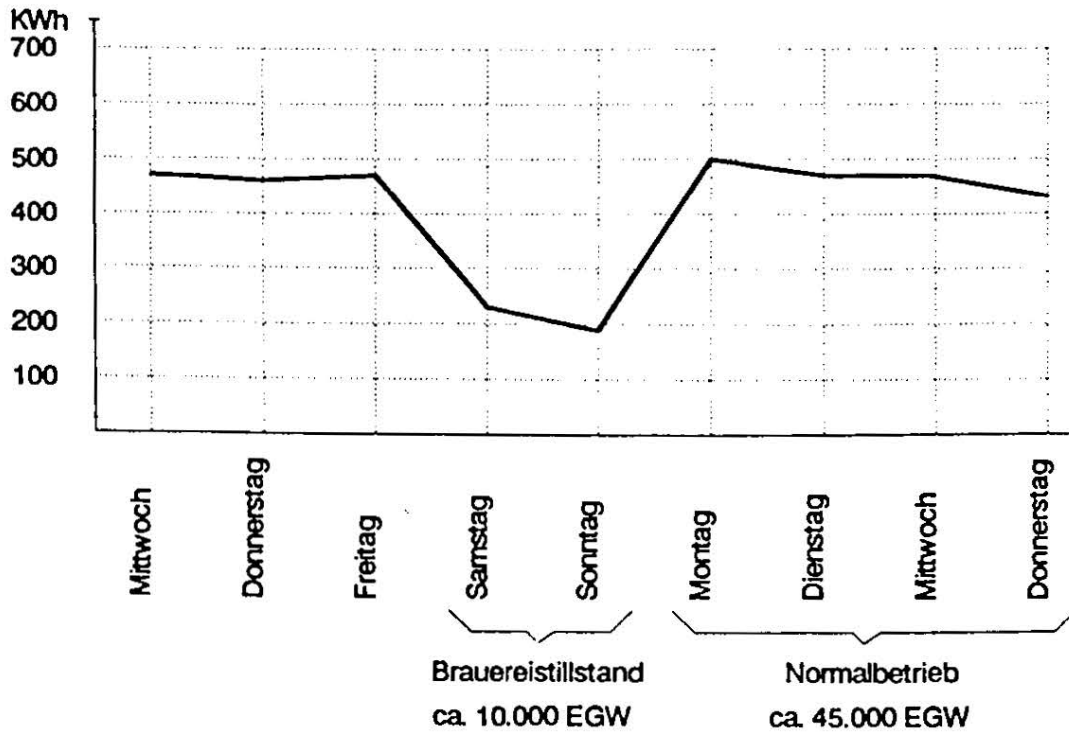


Abbildung 4

REGELUNGSPROBLEME NITRIFIKATION UND DENITRIFIKATION

Gero Fröse

1. EINLEITUNG

Um den gestiegenen Anforderungen an die Ablaufqualität gerecht zu werden und darüber hinaus einen stabilen und wirtschaftlichen Betrieb zu erzielen, werden Regelungen bzw. Steuerungen der Stickstoffelimination in zunehmendem Maße auch auf kleineren Kläranlagen eingesetzt. Das Spektrum reicht dabei von einfachen Zeitintervall-Steuerungen bis zu komplexen Regelungen nach mehreren Parametern, die über Prozeß-Analysengeräte kontinuierlich gemessen werden. Die verhältnismäßig große Zahl unterschiedlicher Verfahren läßt bereits erkennen, da ein ideales, für alle Einsatzbedingungen geeignetes System nicht existiert.

Mit dem vorliegenden Beitrag soll versucht werden, wesentliche Probleme und Einschränkungen unter den Gesichtspunkten

- Meß- und Regelverfahren
- Regelstrategie
- Reaktor-Typ

darzustellen und -soweit möglich- auch Lösungen aufzuzeigen. Dabei sollen neben theoretischen Eigenschaften auch Betriebserfahrungen von Kläranlagen-Betreibern berücksichtigt werden.

## 2. MESS- UND REGELVERFAHREN

### 2.1 Überblick

Die Verfahren sind von der prinzipiellen Wirkungsweise her einzuteilen in Regelungen und Steuerungen.

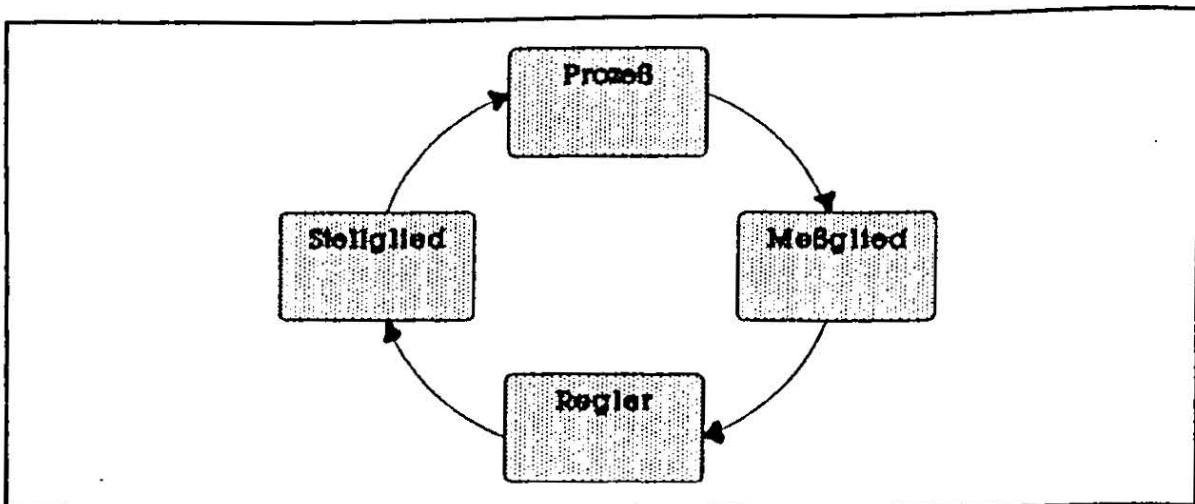


Bild 1: Schema einer Regelung

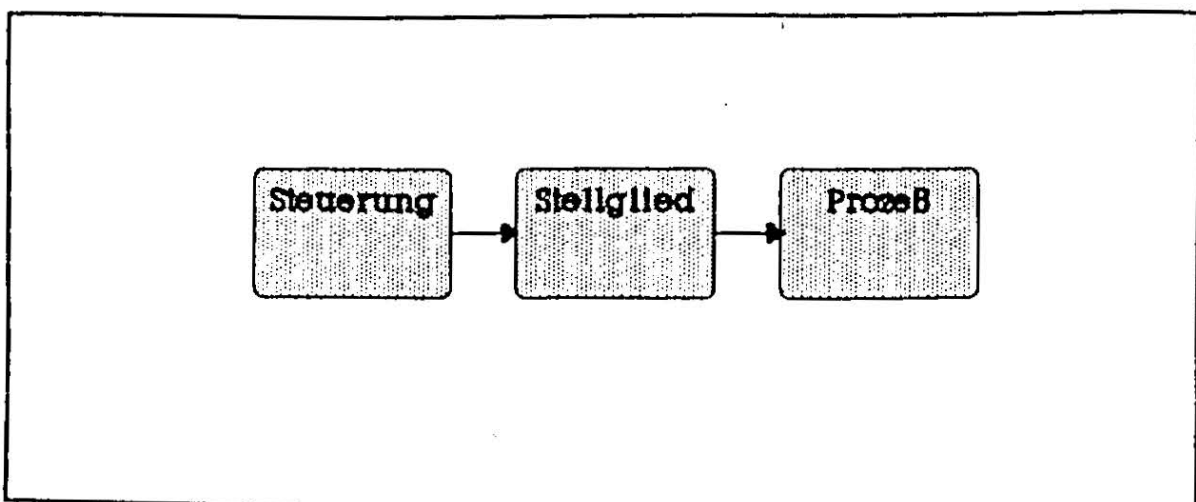


Bild 2: Schema einer Steuerung

Eine Regelung ist dadurch gekennzeichnet, daß über einen Meßwert eine Rückkopplung aus dem Prozeß existiert und somit eine Kontrolle des Regeleingriffs möglich ist.



Handelt es sich bei diesem Meßwert um einen Parameter, der unmittelbar das Ergebnis des Abbau- oder Umwandlungsprozesses repräsentiert, so soll diese Regelung als direkte Regelung bezeichnet werden. Im Falle der Stickstoffelimination gehören Regelungen nach dem Ammonium- und nach dem Nitrit/Nitrat (NO<sub>x</sub>) -Gehalt in diese Kategorie.

<b>Regelungen</b>	
direkt	Ammonium Nitrit/Nitrat
indirekt	Redox-Spannung Ablauftrübung
<hr/>	
<b>Steuerungen</b>	
	Sauerstoffzehrung Sauerstoffgehalt Zeit

Tabelle 1: Verfahren zur Regelung/Steuerung der Stickstoffelimination.

Eine indirekte Regelung liegt vor, wenn ein Meßwert herangezogen wird, der nur mittelbar durch den zu regelnden Prozeß beeinflusst wird. Zu diesen Verfahren zählen Regelungen nach der Redox-Spannung und nach der Ablauftrübung.

Steuerungen arbeiten im Gegensatz zu Regelungen ohne Rückkopplung; sie sind deshalb lediglich in der Lage, die erforderlichen Randbedingungen für einen Prozess herzustellen. Eindeutig zählen hierzu die vor allem auf kleineren Kläranlagen häufig anzutreffenden Zeitintervallschaltungen für die intermittierende Denitrifikation.

Die auf einer O<sub>2</sub>-Messung basierenden Verfahren sollen ebenfalls den Steuerungen zugerechnet werden, da eine Kontrolle der Stickstoffelimination über den O<sub>2</sub>-Gehalt oder die O<sub>2</sub>-Zehrung nicht möglich ist.

- › Im Vergleich dieser Prinzipien läßt sich feststellen, daß direkte Regelungen theoretisch die besten Ergebnisse bringen, da sie unabhängig von der Zusammensetzung des Abwassers und der Biozönose sind, solange die Grenzen des Meßverfahrens eingehalten werden. Probleme, auf die im folgenden noch näher eingegangen wird, ergeben sich allerdings durch den relativ hohen Betriebsaufwand, der je nach Verfahren zu unterschiedlichen Teilen aus der notwendigen Probenaufbereitung, einem komplizierten Aufbau der Analysengeräte und dem Chemikalienverbrauch resultiert.
- ° Die indirekten Regelungen zielen darauf ab, diese Probleme zu vermeiden, wobei hier allerdings auch verfahrensspezifische Unterschiede bestehen. Nachteilig ist hier, daß eine Beeinflussung des mittelbaren Parameters durch die Abwasserzusammensetzung und die Belastung möglich ist. Es ist daher erforderlich, die Regelung bei Inbetriebnahme sorgfältig auf die örtlichen Bedingungen abzustimmen und eventuell auch bei einer gravierenden Änderung dieser Bedingungen einen erneuten Abgleich vorzunehmen.

Dies gilt in noch wesentlich stärkerem Maße für Steuerungen. Die fehlende Kontrollmöglichkeit muß hier durch das Betriebspersonal ergänzt werden, indem der Betrieb sorgfältig beobachtet und bei Bedarf eine Nachjustierung der Steuerung vorgenommen wird. Vorteilhaft ist, daß darüber hinaus nur wenige, im Falle der Zeitsteuerung überhaupt keine Wartungsarbeiten anfallen.

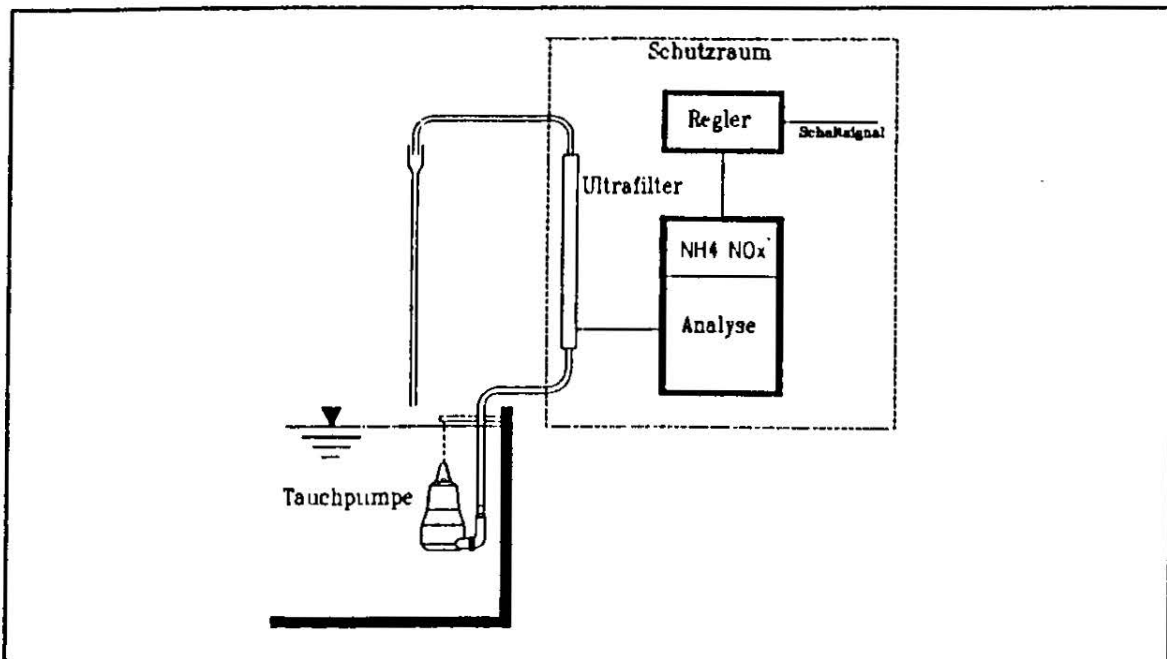
Die Auswahl einer Regelung sollte unter Abwägung aller Eigenschaften und mit Blick auf die jeweiligen Einsatzbedingungen vorgenommen werden. Etwas überspitzt betrachtet kann sich dabei herausstellen, daß mit einer zuverlässig arbeitenden Steuerung ein besseres Gesamtergebnis erzielt werden kann als mit einer direkten Regelung, die infolge unzureichender Wartung nur zeitweise betrieben wird.

## 2.2 Verfahrensspezifische Probleme und Einschränkungen

### 2.2.1 Regelung der Denitrifikation nach dem Nitrit/Nitrat-Gehalt

Zur Messung des  $\text{NO}_x$ -Gehaltes werden heute überwiegend UV-Fotometer eingesetzt (Bild 3). Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß Chemikalien nur für die Reinigung der Küvette, nicht jedoch für die Messung selbst benötigt werden. Weiterhin ist der mechanische Aufbau relativ einfach und robust.

- ↻ Nachteilig ist dagegen wie bei allen fotometrischen Verfahren, daß ein völlig feststofffreier Probenstrom erforderlich ist, da bereits geringe Schwebstoffgehalte das Meßergebnis stark verfälschen können.
- ↻ Ungeeignet ist das Verfahren, wenn das Abwasser einen hohen Gehalt organischer Stoffe aufweist, da diese im UV-Bereich stark absorbieren. Die Grenzkonzentration ist abhängig von der Zusammensetzung des Abwassers. Als Erfahrungswert gilt für kommunales Abwasser eine CSB-Konzentration von ca. 200 mg/l.



**Bild 3:** Schema einer Regelung nach  $\text{NO}_x$  bzw.  $\text{NH}_4$

Ein weiteres Verfahren, das allerdings bisher relativ selten angewendet wird, ist die Messung der NO<sub>x</sub>-Konzentration mit einer ionenselektiven Elektrode. Probleme können sich bei diesem Prinzip aus der Querempfindlichkeit für Chlorid-Ionen und dem hohen Chemikalienverbrauch (Ionenstärke-Puffer) ergeben. Der Vorteil ist, daß diese Messung auch in Abwasser mit hohem Schwebstoffgehalt, bei entsprechender Konstruktion des Analysengerätes u.U. auch in grob gereinigtem Belebtschlamm erfolgen kann.

### 2.2.2 Regelung der Nitrifikation nach der Ammonium-Konzentration

Die Messung der Ammonium-Konzentration erfolgt entweder fotometrisch nach der Indophenolblau-Methode oder mit gassensitiven Elektroden nach Überführung des Ammoniums in Ammoniak durch Alkalisierung. In beiden Fällen werden Chemikalien für die Messung benötigt. Weitere Probleme können sich aus dem relativ komplizierten und kleinteiligen Aufbau der Analysengeräte ergeben. Das fotometrische Verfahren bedingt wie die UV-NO<sub>x</sub>-Messung eine schwebstofffreie Probe, Eigenfärbungen wirken sich hier allerdings weniger aus, wenn sie -wie es bei kommunalem Abwasser häufig der Fall ist- im Gelb-Bereich liegen.

Die Messung mittels gassensitiver Elektrode stellt dagegen wie die ionenselektive NO<sub>x</sub>-Messung wesentlich geringere Ansprüche an die Probenaufbereitung, so daß u.U. auch möglich ist, sedimentierte Proben (Ablauf Nachklärung) direkt zu messen. Ein spezifisches Problem ist, daß es bei Vorhandensein zweiwertiger Ionen zu Ausfällungen kommen kann und ggf. der Zusatz von Komplexbildnern (EDTA) erforderlich ist.

### 2.2.3 Probenaufbereitung

Der für die Analysengeräte erforderliche schwebstofffreie Probenstrom wird üblicherweise durch Ultrafiltration des Belebtschlammes gewonnen.

Probleme, die im Zusammenhang mit der Ultrafiltration auftreten, sind meistens Verstopfungsprobleme und in vielen Fällen auf fehlerhafte Konstruktion oder ungünstige Betriebsweise der Filteranlage zurückzuführen.

So sollten auf jeden Fall längere Verbindungsleitungen und kleine Krümmungsradien vermieden werden sowie Filter und Schlammlleitungen einen Innendurchmesser von mindestens 25mm (1") aufweisen. Weiterhin bilden Absperrvorrichtungen immer potentielle Ansatzpunkte für Verstopfungen, sie sollten daher nur in der unbedingt notwendigen Anzahl eingebaut werden und im geöffneten Zustand den Leitungsquerschnitt nicht verringern.

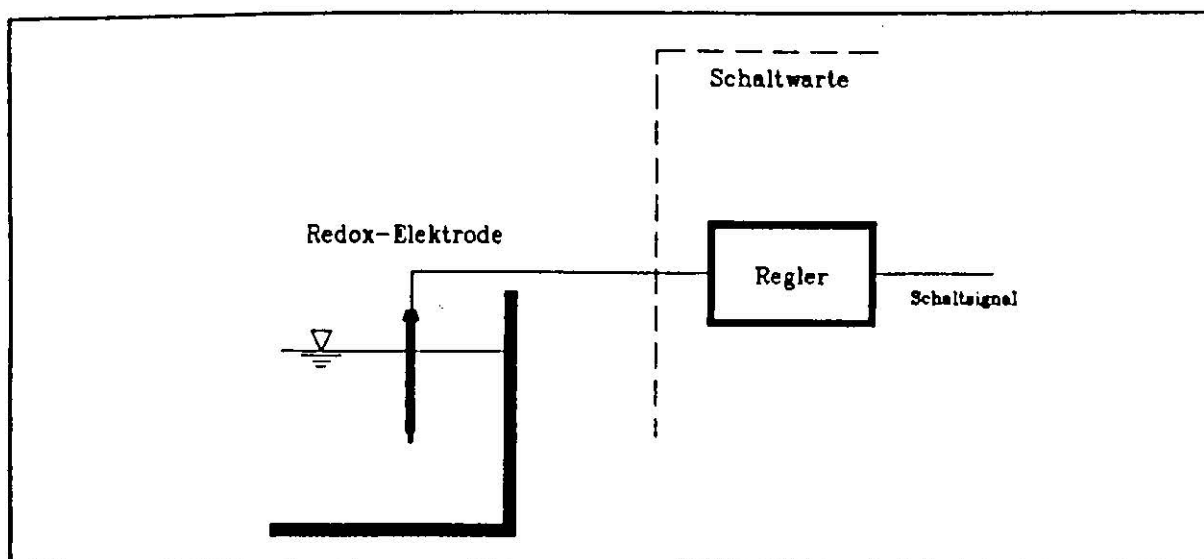
Weiterhin hat es sich im Gegensatz zu den Empfehlungen der Filterhersteller bewährt, die Filter nahezu drucklos und mit relativ hohem Durchsatz (ca. 10 m<sup>3</sup>/h) zu betreiben, da auf diese Weise der Aufbau eines Filterkuchens an der Membran wirkungsvoll unterdrückt wird. Der Nachteil eines höheren Membran-Verschleißes erscheint unerheblich im Vergleich zu den Vorteilen dieser Betriebsweise.

Die zur Beschickung der Filteranlage eingesetzte Pumpe sollte in einem Beruhigungsrohr oder hinter einer Beruhigungswand montiert werden, um das direkte Ansaugen von Lumpen, Kunststoffteilen u.ä. soweit möglich zu verhindern. Wenn es im Einzelfall dennoch zu häufigen Betriebsstörungen durch derartige Stoffe kommt, sollte geprüft werden, ob sich durch Verlegung der Probenahmestelle oder durch ein Schneidwerk an der Pumpe Verbesserungen erzielen lassen.

Auch bei Berücksichtigung dieser konstruktiven und betrieblichen Kriterien hat sich im praktischen Betrieb gezeigt, daß die Ultrafiltration einer regelmäßigen und qualifizierten Wartung bedarf und deshalb einen erheblichen Teil des Betriebsaufwandes direkter Regelungen verursacht. Aus diesem Grund werden zur Zeit (wieder) andere Filtrationsverfahren wie z.B. Glas- oder Teflonfritten an einigen Stellen erprobt. Es bleibt abzuwarten, ob sich mit diesen Methoden auch über längere Zeitspannen betriebliche Vorteile gegenüber der Ultrafiltration ergeben und ob die erzielbare Probenqualität auch den Ansprüchen der fotometrischen Meßverfahren genügt.

### 2.2.4 Regelung der Denitrifikation nach der Redox-Spannung

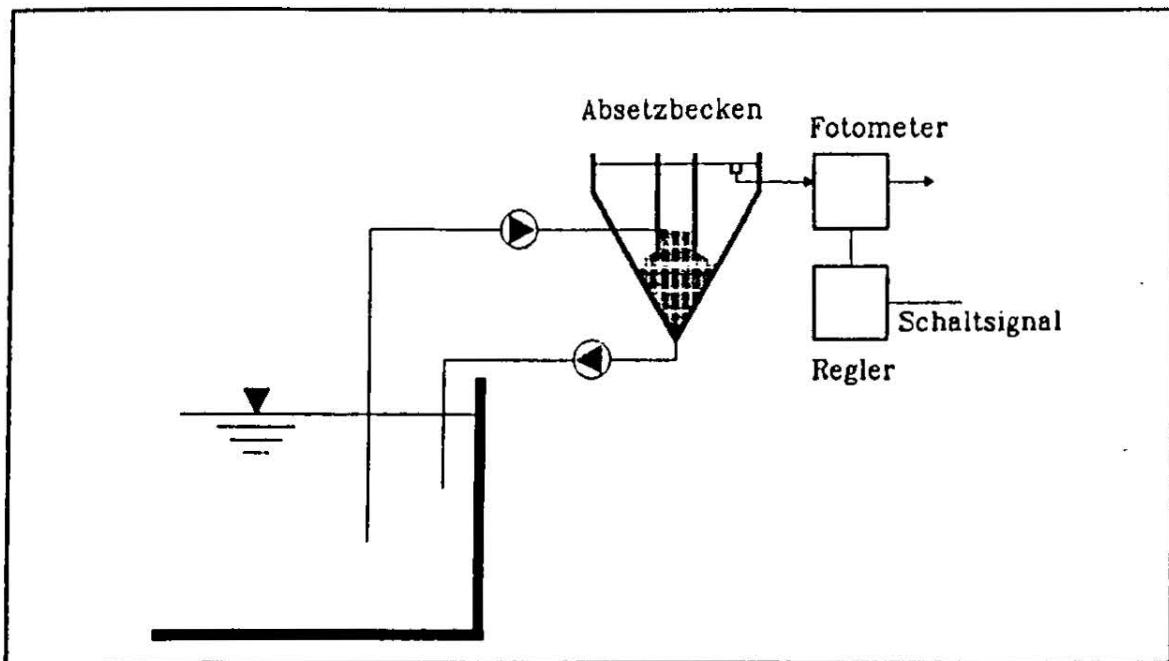
- Die Redox-Regelung basiert auf der Tatsache, daß während einer Denitrifikationsphase der Zeitpunkt der vollständigen NO<sub>x</sub>-Elimination im zeitlichen Verlauf der Redox-Spannung durch einen Knickpunkt erkennbar ist /1/. Mit Hilfe eines geeigneten Knickpunkt-Detektors läßt sich so der Zeitbedarf für die Denitrifikation exakt auf den Prozeßablauf abstimmen.
- Der Aufwand liegt hier im wesentlichen in der Knickpunkt-Erkennung, die auch unter ungünstigen Bedingungen sicher arbeiten muß. Die meßtechnische Ausrüstung ist dagegen wesentlich einfacher und robuster als beispielsweise bei der NO<sub>x</sub>-Messung, da lediglich eine Redox-Elektrode erforderlich ist und eine Probenaufbereitung entfällt (Bild 4).
- Ein Problem dieser Regelung ist, daß sie nur auf Kläranlagen eingesetzt werden kann, die von der Auslegung her eine vollständige Denitrifikation erlauben, da anderenfalls die beschriebenen Redox-Knickpunkte nicht auftreten und damit die wesentliche Voraussetzung für einen sicheren Betrieb nicht gegeben ist. Weiterhin ist es erforderlich, die Belüftung oder Rücklauf-Pumpen intermittierend oder zumindest mit wechselnder Intensität zu betreiben, um den charakteristischen Verlauf der Redox-Spannung als Grundlage der Auswertung zu erhalten.



**Bild 4:** Schema der Regelung nach der Redox-Spannung

### 2.2.5 Regelung der Denitrifikation nach der Ablauftrübung

- Die Meßeinrichtung besteht aus einem kleinen, konstant mit Belebtschlamm beschickten Absetzbecken und einem Trübungsphotometer (Bild 5). Es wird davon ausgegangen, daß beim Übergang vom anoxischen in den anaeroben Zustand –also nach vollständiger NO<sub>x</sub>-Entfernung– die Trübung des Ablaufs deutlich zunimmt und damit ein Kriterium für das Ende einer Denitrifikationsphase zur Verfügung steht.
- Wie die Redox-Regelung setzt auch dieses Verfahren voraus, daß eine vollständige Denitrifikation möglich ist und daß die Belüfter oder Pumpen intermittierend betrieben werden. Ein spezifisches Problem ist nach Angaben von Anlagenbetreibern die kritische Einstellung des maßgebenden Trübungs-Grenzwertes.

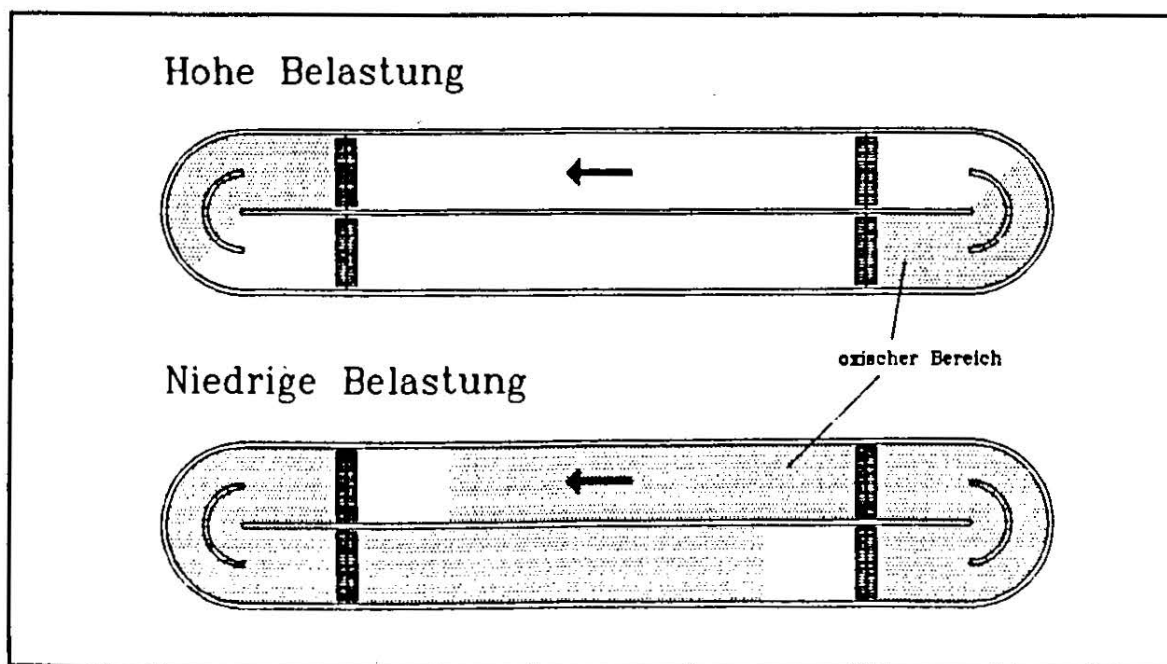


**Bild 5:** Schema der Regelung nach der Ablauftrübung

### 2.2.6 Steuerung nach dem Sauerstoffgehalt

- Eine Steuerung allein nach dem Sauerstoffgehalt ist nur bedingt geeignet, eine effektive Stickstoff-Elimination zu erzielen. So ist es u.U. in vollaufmischten Becken möglich, eine gewisse Denitrifikation

- hervorzurufen, wenn der O<sub>2</sub>-Gehalt sehr niedrig eingestellt wird. Darüber hinaus verhalten sich reale Becken oft nicht wie ideale Mischbecken, so daß örtlich anoxische Bereiche existieren können, auch wenn an der Meßstelle noch gelöster Sauerstoff vorhanden ist. Beide Effekte sind jedoch als sehr unsicher einzustufen, da sie einer Vielzahl nicht quantifizierbarer und kontrollierbarer Einflüsse unterliegen. Hinzu kommt, daß O<sub>2</sub>-Elektroden benötigt werden, die auch im Bereich niedriger Konzentration sehr genau messen.
- Etwas günstigere Verhältnisse sind in Umlaufbecken gegeben. Hier kann mit Hilfe einer O<sub>2</sub>-Steuerung die Ausbildung oxischer und anoxischer Zonen unterstützt, jedoch nicht so weit optimiert werden, daß das Zonenverhältnis dem tatsächlichen Bedarf entspricht. So wird sich bei hoher Belastung eine Verschiebung zugunsten des anoxischen Anteils ergeben, während es im Hinblick auf den Abbau unter diesen Bedingungen günstiger wäre, ein möglichst großes aerobes Volumen bereitzustellen (Bild 6).



**Bild 6:** Oxische und anoxische Zonen in Umlaufbecken



### 2.2.7 Steuerung nach der Sauerstoff-Zehrung

- ▷ Eine erhebliche Verbesserung kann erreicht werden, wenn nicht nach dem Sauerstoff-Gehalt, sondern nach der Sauerstoff-Zehrung gesteuert wird. Bei einem Verfahren, das zuerst auf der Kläranlage Wien-Blumental eingesetzt wurde, besteht die Meßeinrichtung aus einem kleinen Behälter, der kontinuierlich mit Schlamm aus dem Belebungsbecken beschickt und konstant belüftet wird. Das sich einstellende Sättigungsdefizit ist dann proportional zur Zehrung und kann als Meßsignal verwendet werden, um je nach Beckentyp die Belüftungsintensität oder das Zeit- bzw. Volumenverhältnis für die Nitrifikation und Denitrifikation einzustellen.
  
- Bei intermittierender Denitrifikation besteht auch die Möglichkeit, die Zehrung aus dem Abfall des Sauerstoff-Gehaltes zu Beginn einer Denitrifikationsphase direkt zu bestimmen und die Denitrifikationszeit dann proportional zur gemessenen Zehrung einzustellen.

### 2.2.8 Zeitintervall-Steuerung

Diese sehr einfache Methode wird vor allem auf kleinen Kläranlagen angewendet, um die Belüftung intermittierend zu betreiben. Das Ergebnis hängt hier im wesentlichen vom Betriebspersonal ab, das die Ablaufwerte fortlaufend kontrollieren und die Zeitintervalle entsprechend einstellen muß. Weiterhin sollten Schaltuhren verwendet werden, die mindestens eine Abstufung der Intervalle im Tagesverlauf, besser noch im Wochenverlauf zulassen.

### 3. REGELSTRATEGIE

Die im Zusammenhang mit der Regelstrategie und dem Regelungskonzept auftretenden Probleme finden in der Praxis oft viel zu wenig Beachtung. Dies kann, wie auch die nachfolgenden Beispiele zeigen sollen, im ungünstigsten Fall dazu führen, daß eine Regelung den Prozeß nicht optimiert, sondern zum Erliegen bringt. Aber auch in weniger krassen Fällen läßt sich beobachten, daß durch eine zu einfache bzw. nicht ausreichend auf den Prozeß abgestimmte Strategie das Optimum nicht erreicht wird. Dabei kann oft durch sehr einfache Modifikationen ein besseres Ergebnis erzielt werden. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß es der heutige Stand der Rechner-Technik ermöglicht, auch sehr komplexe Regelungen mit vergleichsweise geringem Aufwand zu realisieren und bereits in der Planungsphase durch Simulation zu testen. Dazu erscheint es jedoch auch notwendig, den Dialog zwischen den beteiligten Fachleuten an der Schnittstelle zwischen Abwasser- und Regelungstechnik zu verstärken.

#### 3.1 Zweipunkt-Regler

Direkte Regelungen arbeiten in den meisten Fällen als Zweipunkt-Regelung mit einem oberen und einem unteren Grenzwert für die Meßgröße. Diese Strategie hat einerseits den Vorteil, daß das Verhalten des Reglers einfach nachvollziehbar ist, andererseits den Nachteil, daß in bestimmten Situationen ungünstige Betriebszustände eingestellt werden können.

- o So wird beispielsweise eine Zweipunkt-Regelung nach dem NO<sub>x</sub>-Gehalt auch dann versuchen, durch Belüften den oberen Grenzwert zu erreichen, wenn infolge geringer Belastung der Kläranlage nur sehr wenig Stickstoff zugeführt wird und demzufolge auch kein Nitrat gebildet werden kann. Dieses Verhalten führt insbesondere auf kleinen Kläranlagen mit ausgeprägten Belastungsschwankungen regelmäßig zu unwirtschaftlichen Betriebsphasen.

- o Noch kritischer ist das Verhalten einer Zweipunkt-Regelung nach dem Ammoniumgehalt. Hier bleibt während belastungsschwacher Zeiten die Belüftung u.U. über eine längere Zeitspanne ausgeschaltet, sodaß sich ein anaerobes Milieu einstellen kann.
- o Dieses Problem läßt sich zum Teil umgehen, wenn Regler eingesetzt werden, die eine Bewertung des zeitlichen Verlaufs der Meßgröße vornehmen (PID-Regler). Eine andere, wirksamere Möglichkeit besteht darin, eine Zeitsteuerung, die die Belüftung zwangsweise in bestimmten Zeitintervallen ein- oder ausschaltet, mit einer Zweipunkt-Regelung zu kombinieren.

### 3.3 Störgrößen

- o Ein weiteres regelungstechnisches Problem stellt sich, wenn der gemessene Parameter nicht allein durch den Prozeß, sondern auch durch den Zulauf maßgeblich beeinflusst wird, wie es beispielsweise für Ammonium zutrifft. Die aus einer solchen Störgröße herrührenden Effekte wurden im Rahmen einer Diplomarbeit /2/ am Institut für Siedlungswasserwirtschaft der TU Braunschweig näher untersucht:
- o Aus den in Bild 7 dargestellten Tagesverläufen der  $\text{NH}_4\text{N}$ - und  $\text{NO}_3\text{N}$ -Konzentration ist zu erkennen, daß durch den starken Einfluß der  $\text{NH}_4$ -Zulauffracht der  $\text{NH}_4$ -Gehalt im Belebungsbecken auch bei intensiver Belüftung nur sehr langsam auf den unteren Grenzwert sinkt und daß
- o während dieser Zeit der  $\text{NO}_3$ -Gehalt erheblich ansteigt. Im Hinblick auf die Forderung nach Einhaltung einer bestimmten Gesamtstickstoff-Konzentration wäre es in dieser Situation günstiger gewesen, vorübergehend eine höhere  $\text{NH}_4$ -Konzentration zuzulassen, zumal dies nach den reaktionskinetischen Zusammenhängen eine höhere Nitrifikationsrate zur Folge gehabt hätte.

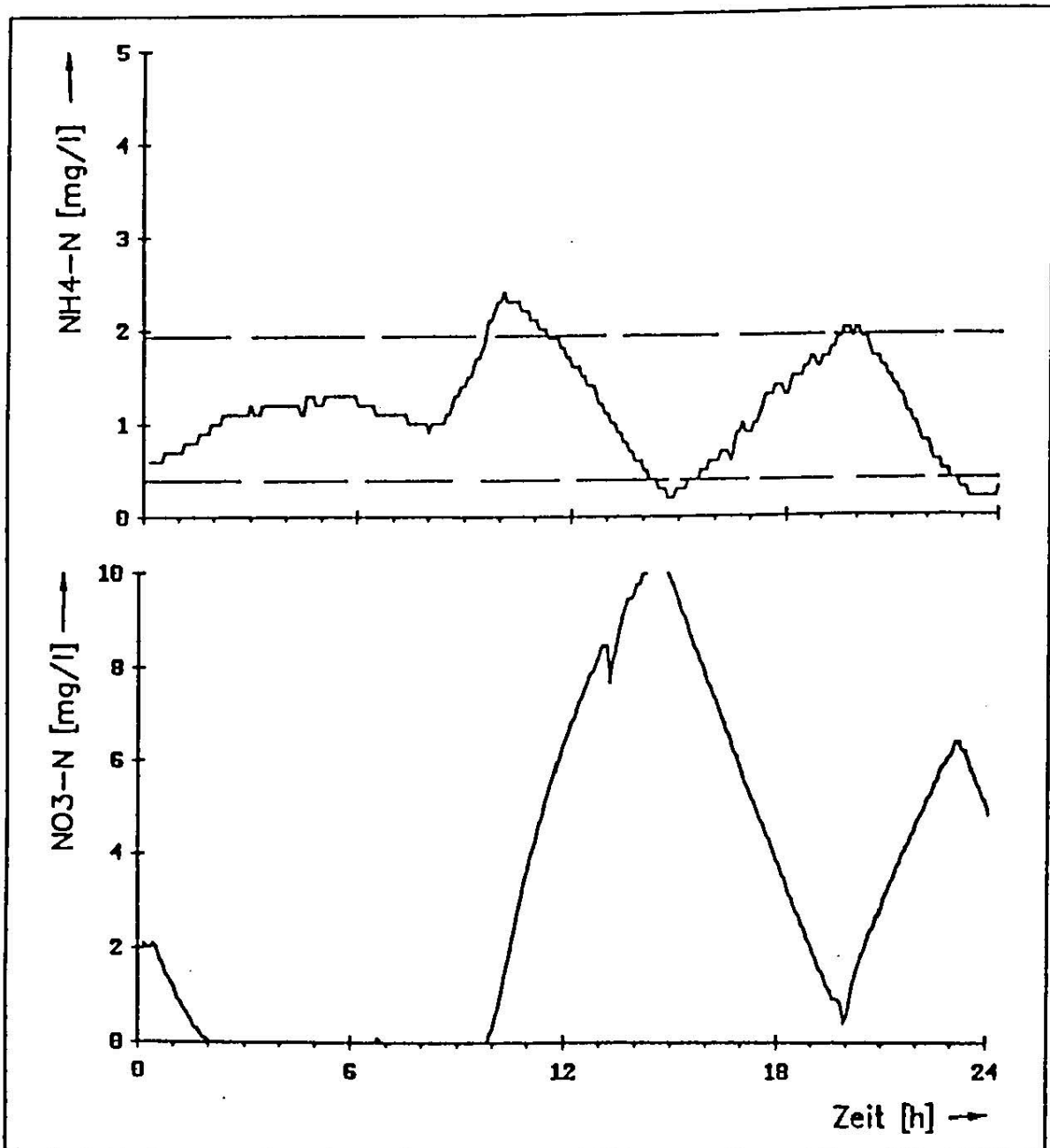


Bild 7: NH<sub>4</sub>N- und NO<sub>3</sub>N-Ganglinie bei Ammoniumregelung

- Der beschriebene Effekt ist grundsätzlicher Art, er hätte durch Wahl eines niedrigeren Ammonium-Maximalwertes zwar abgeschwächt, jedoch nicht völlig unterdrückt werden können. *↪ alles unterkühlern*

Anzumerken ist allerdings, daß der Einfluß belastungsabhängig ist und auf schwächer belasteten Anlagen weniger, u.U. auch nicht mehr störend in Erscheinung tritt.

### 3.4 Fehlsteuerungen

Ein anderes Problem der Regelstrategie bzw. des Regelungs-Konzeptes läßt sich am Beispiel der Reinigung von Abwasser aus der Tierkörperverwertung (TKV) veranschaulichen:

TKV-Abwasser ist gekennzeichnet durch eine geringe Pufferkapazität und einen hohen Anteil leicht abbaubarer organischer Stoffe bei einem  $BSB_5/TKN$ -Verhältnis von ca. 3/1. Dazu kommen erhebliche Belastungsschwankungen durch den diskontinuierlichen Produktionsablauf. Unter diesen Randbedingungen kann es insbesondere während längerer Produktionspausen (Wochenende) zu einem vollständigen Verbrauch der Pufferkapazität und einem drastischen Abfall des pH-Wertes kommen, wenn noch ein Restgehalt Ammonium nitrifiziert wird, während gleichzeitig die organischen Stoffe bereits weitgehend abgebaut sind und demzufolge kaum noch Pufferung durch Denitrifikation zurückgewonnen werden kann /3/.

- o Eine Regelung, die in dieser Situation der Nitrifikation den Vorzug gibt, verstärkt die pH-Absenkung und kann letztlich einen völligen Zusammenbruch der Nitrifikation hervorrufen.

Auch hier kann eine Lösung nur durch Kombination mit einer weiteren Regelung -in diesem Fall einer pH-Regelung- und eine an die besonderen Bedingungen angepaßte, umfassende Regelstrategie erreicht werden.

### 4. REAKTOR-TYP

Die Ausführung der Reaktionsräume ist von erheblichem Einfluß auf die Möglichkeit, den Betrieb einer Kläranlage durch Regelungen oder Steuerungen zu optimieren.

So beschränkt sich bei einer vorgeschalteten Denitrifikation mit festen Volumenanteilen die Regelmöglichkeit auf eine Beeinflussung des internen Rücklaufs. Da dieser aus wirtschaftlichen Gründen und auch im Hinblick auf den Sauerstoffeintrag in das Denitrifikationsbecken nach oben begrenzt ist, steht nur eine relativ geringe Regelbandbreite zur

Verfügung. Darüber hinaus kann nur die Denitrifikation beeinflusst werden.

Wesentlich flexibler wird die vorgeschaltete Denitrifikation, wenn mehrere Kaskaden vorgesehen werden, die je nach Bedarf als Nitrifikations- oder Denitrifikationsraum genutzt werden können. Sieht man bei einer solchen Anlage nur eine Meßstelle vor, so ergibt sich allerdings das Problem, daß nicht eindeutig entschieden werden kann, welche der beiden Möglichkeiten eines Regeleingriffs -Veränderung der Rücklauftrate oder des Volumenverhältnisses- die jeweils günstigere ist.

Anlagen mit intermittierender oder alternierender Nitrifikation/Denitrifikation sind grundsätzlich in einem weiten Bereich und sowohl in Bezug auf die Nitrifikation als auch die Denitrifikation regelbar, da die Volumenanteile nicht durch das Bauwerk, sondern durch das Verhältnis Nitrifikationszeit/Denitrifikationszeit bestimmt werden können. Ein Nachteil der alternierenden Denitrifikation ist, daß zwei Meßstellen erforderlich sind. Dem steht allerdings der Vorteil einer etwas höheren Denitrifikationsrate gegenüber.

- o Die simultane Nitrifikation/Denitrifikation in Umlaufbecken ist hinsichtlich des Regelbereichs gleichzusetzen mit dem intermittierenden bzw. alternierenden Betrieb, die Anordnung der Meßstelle ist jedoch durch das belastungsabhängig veränderliche Konzentrationsgefälle auf der Fließstrecke kritischer.

Literatur:

- /1/ R. Kayser:  
Regelung der Belüftung von Belebungsanlagen zur  
Stickstoffelimination.  
Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen,  
TU Braunschweig, H.42, 1987.
- \* /2/ B. Debbeler, M. Kopp:  
Entwicklung einer kombinierten Strategie zur Regelung der  
Stickstoffelimination auf einer kommunalen Kläranlage.  
Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Siedlungs-  
wasserwirtschaft, TU Braunschweig, 1990.
- \* /3/ H. Pfeiffer, R. Kayser, G. Fröse:  
Weitergehende Reinigung von Abwässern aus der Tierkörper-  
verwertung -Stickstoffelimination durch simultane Nitri-  
fikation/Denitrifikation.  
BMFT-Forschungsbericht, 1984.  
[H 15]

Anschrift des Verfassers:

Dipl.Ing. G. Fröse  
c/o Ingenieurbüro Fröse & Olderdissen  
Große Straße 5  
D-3300 Braunschweig

## REGELUNGSPROBLEME BEI DER PHOSPHORELIMINATION

Thomas Teichfischer

### 1. EINLEITUNG

Die Produktivität eines Ökosystems wird durch den Nährstoff begrenzt, der am wenigsten zur Verfügung steht. Da Phosphor in der Regel von allen Nährstoffen am ehesten ins Minimum gerät, ist er von besonderer ökologischer Bedeutung und steht bei der Betrachtung des Eutrophierungsproblems eindeutig im Vordergrund.

Die Schlüsselrolle dieses Stoffes wird besonders deutlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß 1 g Phosphat-Phosphor die Entwicklung von mindestens 100 g Phytoplankton ermöglicht. Für den aeroben Abbau dieser Biomasse werden wiederum ca. 150 g Sauerstoff benötigt. Das heißt, daß durch 1 g  $\text{PO}_4\text{-P}$  im Gewässer eine Sekundärbelastung von 150 g  $\text{BSB}_5$  induziert werden kann (UHLMANN, 1982).

Die Phosphorelimination ist somit ein entscheidendes Ziel der weitergehenden Abwasserreinigung. Phosphorverbindungen können im Gegensatz zu Kohlenstoff- oder Stickstoffverbindungen nicht biologisch abgebaut bzw. aufoxidiert und damit unschädlich gemacht werden. Es besteht nur die Möglichkeit, die Phosphate entweder chemisch-physikalisch (Flockung/Fällung) oder biologisch durch Einlagerung in die Biomasse festzulegen und als Fällschlamm bzw. mit dem Überschussschlamm aus dem Klärprozeß zu entfernen.



## 2. VERFAHREN DER PHOSPHORELIMINATION

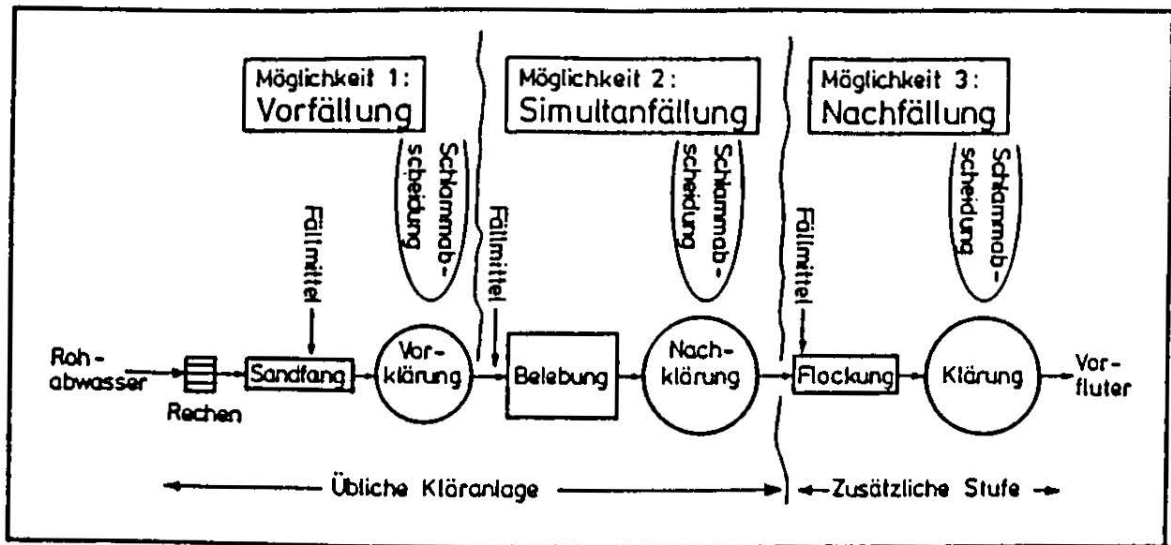
### 2.1. Chemisch-physikalische Verfahren

Die klassische Verfahrensweise zur Elimination von Phosphor aus Abwässern ist die Fällung. Sie ist ein chemischer Vorgang, bei dem durch gezielte Zugabe von chemischen Verbindungen (i.d.R. Metallsalze oder Kalk) die Löslichkeit des in gelöster Form vorliegenden Phosphors so herabgesetzt wird, daß er möglichst weitgehend in einen ungelösten, d.h. feststoffartigen Zustand übertritt. Als Feststoff ist er dann einer mechanischen Abtrennung durch einfaches Absetzen oder durch Flockungsfiltration zugänglich.

Grundsätzliches zu Fällmitteln und Fällungsreaktionen ist an anderen Stellen beschrieben (BAHRS (1987), HESSE/SEYFRIED (1989), HOECHST-SYMPOSIUM 1986). Hier soll vermehrt auf unterschiedliche Verfahrensmöglichkeiten eingegangen werden, da sich aus der Art der Prozeßführung verschiedene Steuerungskonzepte und Regelstrategien ergeben.

Grundsätzlich kann zwischen Vorfällung, Simultanfällung und Nachfällung unterschieden werden. Bei der Vor- und Simultanfällung (vgl. Abbildung 1), die parallel im gleichen Becken mit anderen Prozessen der Abwasserreinigung ablaufen, werden die Fällprodukte weitgehend in die Feststoffgebilde aus diesen anderen Prozessen (z.B. in den flockigen Belebtschlamm) eingebunden. Die ausgefällten Phosphate werden mit dem Vorklärschlamm oder dem Überschußschlamm aus der Nachklärung dem System entzogen.

Die Nachfällung ist, wie in Abbildung 1 dargestellt, der normalen Abwasserreinigung nachgeschaltet. Hier ist besondere Sorgfalt auf eine die Flockenbildung unterstützende Betriebsweise, eventuell sogar durch zusätzliche Dosierung



**Abb. 1.:** Verschiedene Verfahren der Phosphatfällung  
(aus BAHR, 1987)

spezieller Flockungsmittel, zu legen. Grundsätzlich hängt der Erfolg jeglicher Maßnahmen zur Phosphorentfernung in ganz erheblichem Maße davon ab, wie stark der Abtrieb von phosphorhaltigen feinen Flocken in den Vorfluter ist, also letztlich vom Wirkungsgrad der mechanischen Schlammabtrennung.

## 2.2. Biologische Verfahren

Phosphor ist ein lebensnotwendiger Nährstoff für alle Organismen. Er ist Baustein vieler Zellstrukturen und Verbindungen des Energiestoffwechsels. So ist auch jedes Bakterienwachstum in biologischen Kläranlagen stets mit einer Phosphorinkorporation in die Zelle verbunden. Außerdem können sich Phosphorverbindungen an die Flocken des belebten Schlammes anlagern. Beim konventionellen Belebungsverfahren ergeben sich auf diese Weise P-Gehalte im Schlamm von etwa 1-2 % bezogen auf die Trockenmasse. Dies macht

eine Eliminationsrate von etwa 20 % des mit dem Rohwasser der Kläranlage zufließenden Phosphors aus.

Unter biologischer Phosphorelimination versteht man nun eine über das normale, wachstumsbedingte Maß hinausgehende Phosphoraufnahme und -bindung durch den belebten Schlamm. Sie basiert auf der durch eine geeignete Prozeßführung hervorgerufenen Selektion einer Belebtschlamm-biozönose, die einen vergleichsweise höheren Gehalt an Phosphor inkorporieren kann.

Es gibt zwei Formen der Phosphatspeicherung:

Die Polyphosphatüberkompensation läßt sich bei Mikroorganismen beobachten, denen nach einem Phosphatmangel wieder Phosphat im Nährmedium angeboten wird. Die Mikroorganismen nehmen dann mehr Phosphat auf als es für ihr Wachstum nötig wäre. Diese Überkompensation ist für die Abwassertechnik weniger relevant, da Phosphate im allgemeinen im (kommunalen) Abwasser in ausreichender Menge vorhanden sind.

Bei der erhöhten Phosphoraufnahme ("luxury uptake") wird dagegen Phosphat auch ohne den vorausgehenden Mangel in höheren Mengen von Mikroorganismen aufgenommen als es für ein normales Wachstum ausreichend wäre. Notwendige Voraussetzung hierfür ist, daß der belebte Schlamm einem ständigen sequentiellen Wechsel zwischen anaeroben und aeroben Milieubedingungen unterworfen wird. Unter anaeroben Bedingungen ist dabei eine Freisetzung von Phosphat aus dem Schlamm in die umgebende Wasserphase zu beobachten. Unter anschließenden aeroben Verhältnissen findet in umgekehrter Richtung eine erhöhte Aufnahme aus der Wasserphase in die Schlammfeststoffe hinein statt. Die aerob aufgenommene P-Menge übersteigt dann die anaerob rückgelöste meist beträchtlich. Dabei kann der Transport durch die Zellwand

hindurch nur in Form des Phosphat-Ions ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) erfolgen (BOLL, 1989).

Näheres zu den mikrobiologischen Grundlagen ist bei BOLL (1988), COMEAU (1985), EKAMA/MARAIS (1985) und SCHÖN/STREICHAN (1987) ausführlich dargestellt.

Bei einer geeigneten Prozeßführung ergibt sich für die zu den oben angesprochenen Stoffwechselfvorgängen befähigten Mikroorganismen ein entscheidender Selektionsvorteil, was eine Anreicherung von P-akkumulierenden Bakterien im System bedeutet.

Die technische Umsetzung der geschilderten Beobachtungen mündete in die Entwicklung zweier Haupttypen von Abwasserreinigungsverfahren zur biologischen P-Elimination (s. Abbildung 2):

- Hauptstromverfahren (z.B. Bardenpho-, Phoredox-, UCT-, EASC-Verfahren)
- Nebenstromverfahren (z.B. Phostrip)

Bei den Hauptstromverfahren ist dem Belebungsbecken ein anaerobes Mischbecken für Rohwasser und Rücklaufschlamm vorgeschaltet. Dort wird leicht abbaubares Substrat (organische Säuren) von den Bio-P-Bakterien aufgenommen und Phosphat in Lösung gebracht. Anschließend wird in dem vom Hauptstrom des Abwassers durchflossenen Belebungsbecken (aerob) das rückgelöste Phosphat verstärkt aufgenommen und mit dem Überschußschlamm aus dem System entfernt.

In den Nebenstromverfahren wird zusätzlich zur üblichen Entnahme mit dem Überschußschlamm aus einem Teilstrom phosphorreichen Schlammes (meist Rücklaufschlamm) Phosphat in

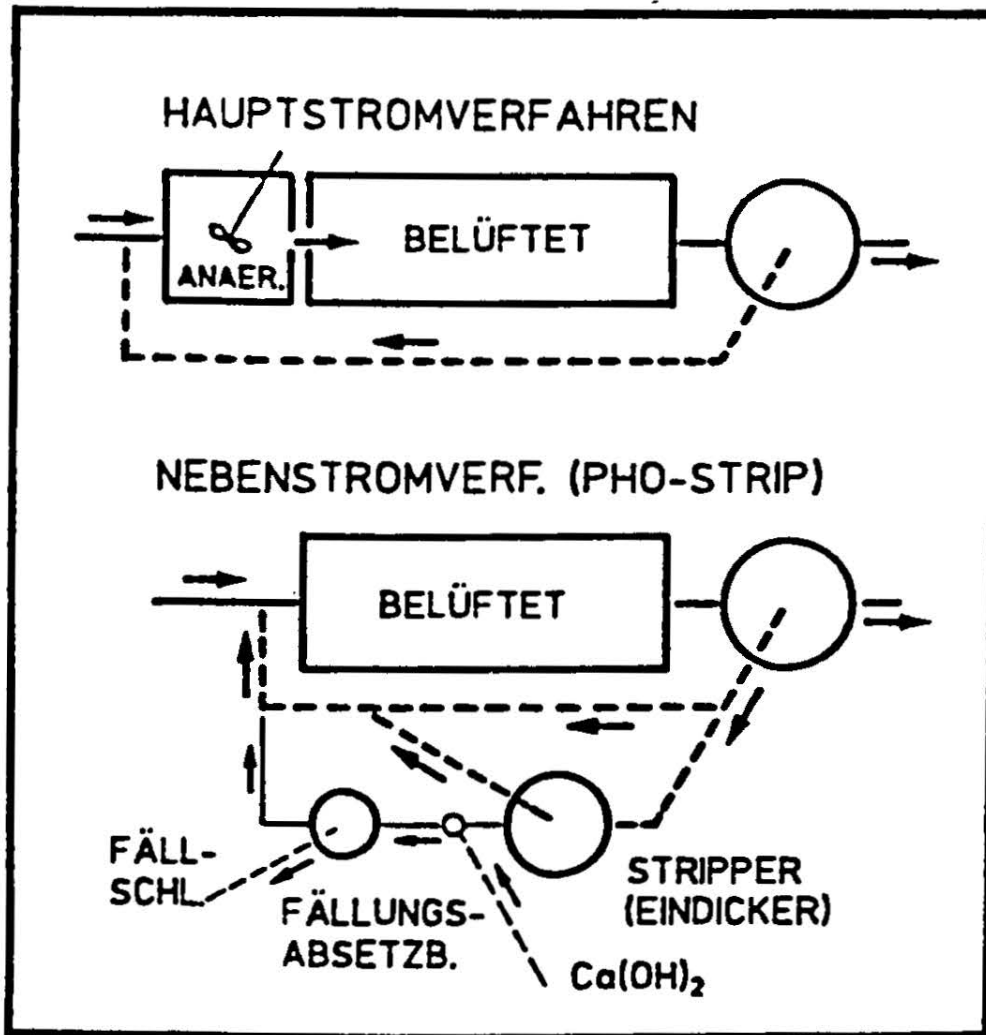


Abb. 2.: Verfahren zur biologischen P-Elimination  
(aus BOLL, 1989)

einem als Eindicker ausgebildeten Absetzbecken ("Stripper") in die flüssige Phase rückgelöst und chemisch, in der Regel mit Kalkmilch, aus dem Eindickerüberlauf herausgefällt. Diese Verfahren stellen somit schon eine Kombination aus biologischen Mechanismen und einer chemischen Fällung dar.

### 2.3. Kombinierte Verfahren

Von einem kombinierten Verfahren würde man in erster Linie dann sprechen, wenn eine klassische chemische Fällung, wie in Kapitel 2.1. beschrieben, gleichzeitig mit einer vermehrten biologischen P-Entnahme im selben Hauptstrom stattfindet. Dabei wird davon ausgegangen, daß durch Bio-P nicht der gesamte Phosphor entfernt wird und die noch verbleibenden Restgehalte ausgefällt werden.

Da für die rein biologische P-Elimination zur Zeit noch keine zu erwartenden Ablaufwerte sicher vorhergesagt werden können, wird man bei Planungen von Kläranlagen, die P-Grenzwerte einzuhalten haben, zusätzlich zum Hauptstromverfahren immer eine Dosierstation für Fällmittel (gewissermaßen als Feuerwehr) vorsehen.

## 3. REGELSTRATEGIEN ZUR PHOSPHORELIMINATION

### 3.1. Regelung der chemisch-physikalischen P-Elimination

#### 3.1.1. Klassische Fällung

Eine optimale Dosierung der Fällmittelmengen ist erforderlich, um die Betriebskosten der chemischen Fällung zu minimieren. Sowohl zu hohe als auch zu niedrige Dosiermengen beeinträchtigen außerdem die Reinigungsleistung des Verfahrens. Erhöhte Fällmittelmengen verursachen schließlich neben weiterer Aufsalzung der Gewässer noch verstärkten Schlammanfall, dessen Behandlung und Beseitigung mit zusätzlichen Kosten verbunden sind. Aus diesen Gründen ist es unerläßlich, die Fällmitteldosierung dem verfahrenstechnisch notwendigen Bedarf in engen Grenzen anzupassen.

Im Folgenden werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie dieses realisiert werden kann. Dabei ist zu unterscheiden, ob der Prozeß lediglich gesteuert wird (das Meßsignal wird durch den Eingriff, also die Dosierung des Fällmittels, nicht beeinflußt), oder ob ein wirklicher Regelkreis aufgebaut wird. Im letzteren Fall wird ein vorgegebener Wert einer Größe (z.B. der  $\text{PO}_4$ -Konzentration) aufgrund von Messungen eben dieser Größe kontinuierlich hergestellt und aufrechterhalten.

Die Steuerung der Kalkfällung ist relativ einfach, da hierbei nur ein bestimmter pH-Wert einzuhalten ist. Am zweckmäßigsten läßt sich die entsprechende Dosierpumpe über die pH-Messung im Fällreaktor ansteuern, so daß nur geringe Abweichungen vom Sollwert eintreten (pH-Sollwert-Regelung).

Die Zugabe von Metallsalzen als Fällmittel hat sich, unabhängig vom Zugabeort (Vor-, Simultan- oder Nachfällung), an der zu fällenden Phosphatfracht zu orientieren.

Die einfachsten über eine fest eingestellte Dosiermenge hinausgehenden Lösungen sind zeit- und durchflußabhängige Steuerungen. Dieses wird auf kleinen Kläranlagen in der Form praktiziert, daß über eine Zeitschaltuhr z.B. unterschiedliche Einstellungen für Tag und Nacht vorgegeben werden bzw. die Ansteuerungen der Dosierpumpe über die Abwassermengenmessung erfolgt. Eine Anpassung an unvorhergesehene Konzentrationsänderungen im Zulauf ist damit aber nicht möglich. Häufig auftretende Spitzen müssen aus Sicherheitsgründen mit Überdosierungen abgedeckt werden.

Auf größeren Kläranlagen lohnt sich der Mehraufwand für eine Steuerung über eine laufende Phosphormessung. Geräte zur kontinuierlichen Orthophosphat-Bestimmung arbeiten inzwischen auch recht störungsfrei und werden von verschiede-



nen Herstellern in immer komfortableren und wartungsärmeren Versionen angeboten. Zur Einrichtung und Wartung einer entsprechenden Meßstelle mit Ultrafiltration (für jegliche Art von Prozeßphotometern) sei auf die Ausführungen von BOLL (1987) verwiesen. Da zumindest nach der biologischen Stufe der zu fällende Phosphor nahezu vollständig als Orthophosphat vorliegt, kann bei der Nachfällung über eine kontinuierliche  $PO_4$ -Messung im Zulauf zur Fällung und das Wassermengensignal eine  $PO_4$ -Fracht-Steuerung durchgeführt werden.

Ungünstiger sieht es im Zulauf von Vor- und Simultanfällung aus. Hier liegt ein schwankender Anteil des zu fällenden Phosphors noch in anderer Form vor. Entsprechend dieser Erkenntnis wird auf der Kläranlage Berlin-Marienfelde statt der einfacheren Orthophosphat-Bestimmung die viel aufwendigere Bestimmung von gelöstem Gesamtphosphat im Zulauf zur Simultanfällung durchgeführt. Wie bei DONNERT et al. (1987) beschrieben, wird mit Hilfe eines Prozeßrechners über die Fracht an gelöstem Gesamtphosphat gesteuert. Gegenüber der wassermengenabhängigen Steuerung werden 16 % weniger Fällmittel benötigt. Damit könnten in den Berliner Klärwerken Ruhleben und Marienfelde immerhin 2 Mio. DM/a eingespart werden.

Weitere mögliche Steuerparameter (Leitfähigkeit, Trübungsdifferenz) sind von OVERATH (1979) untersucht worden, haben sich in der Praxis aber nicht durchgesetzt.

Noch vor wenigen Jahren stand man einer echten Regelung der Phosphatfällung skeptisch gegenüber. Bei HRUSCHKA (1983) heißt es: "Eine Regelung der Fällmittelzugabe ist (außer für Kalk) nicht sinnvoll, da die Regelgröße erst nach der Flockentrennung gemessen wird und die daraus resultierende Totzeit in der Regelstrecke im allgemeinen zu groß ist".



Da es aber heute möglich ist, viele gelöste Inhaltsstoffe (u.a. auch Phosphat) praktisch an jeder beliebigen Stelle im Abwasserreinigungsprozeß kontinuierlich zu erfassen (s. oben), kann auch für die Phosphatfällung ein Regelkreis aufgebaut werden. Dieses wurde bei Versuchen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der TU Braunschweig auf der Kläranlage Hamburg-Köhlbrandhöft realisiert. Es wurde laufend der Orthophosphatgehalt im total durchmischten Belebungsbecken gemessen und automatisch mit dem Sollwert für die Ablaufkonzentration verglichen. Ein Schema der Orthophosphat-Sollwert-Regelung ist in Abbildung 3 dargestellt.

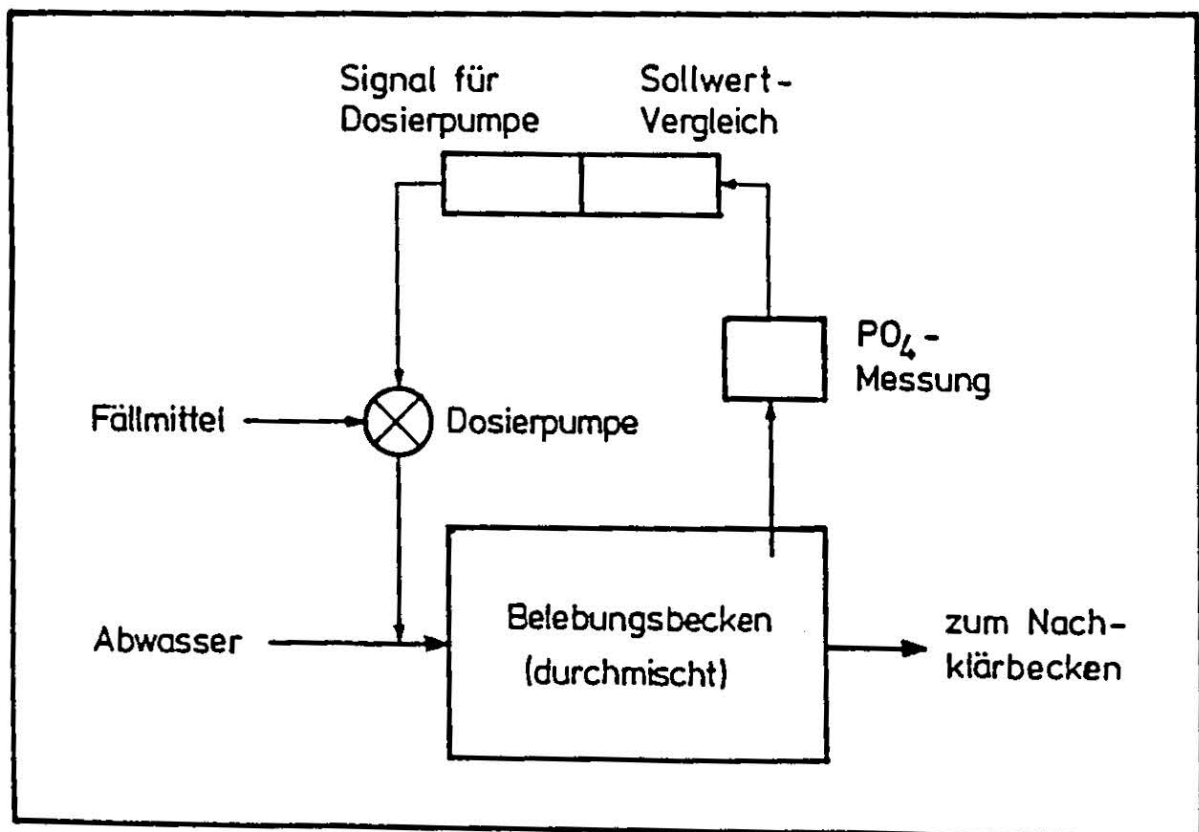


Abb. 3.: Orthophosphat-Sollwert-Regelung bei der Simultanfällung (aus BAHRS, 1987)

### 3.1.2. Regelung bei kombinierten Verfahren

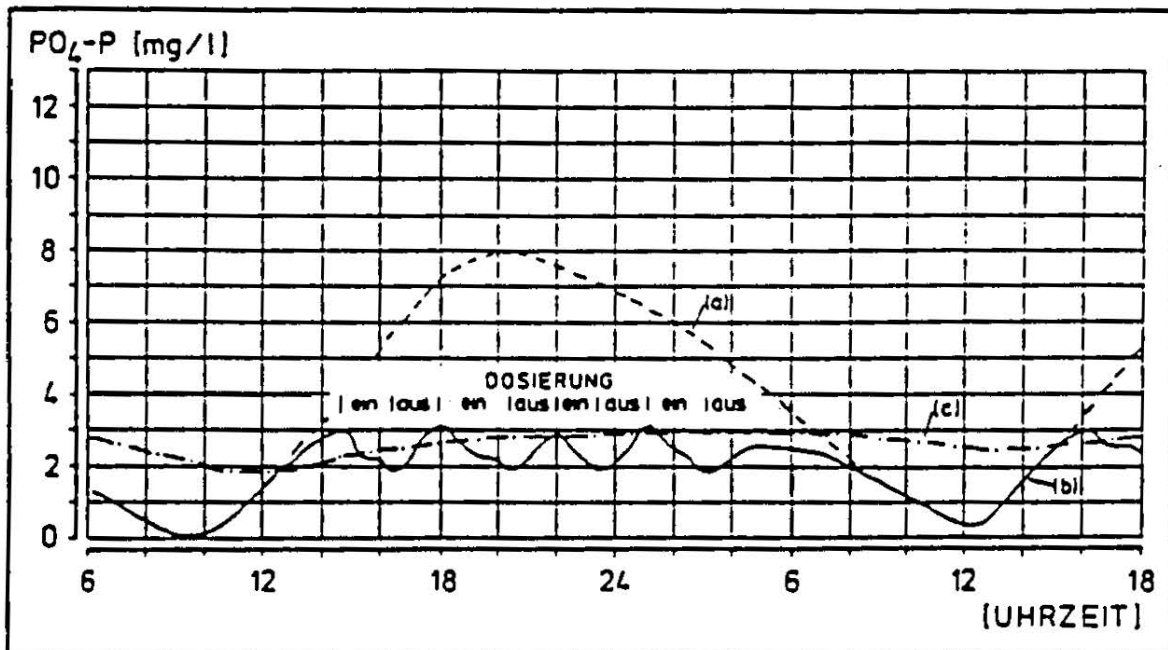
Wie bereits angesprochen, bestehen im Hinblick auf die Eliminationsleistung der rein biologischen P-Elimination noch große Unsicherheiten. Um geforderte Phosphor-Grenzwerte im Ablauf sicher einhalten zu können, wird man die mehr oder weniger weitgehende biologische Phosphatentnahme durch eine (meist simultane) chemische Fällung unterstützen.

In diesem Fall lassen sich die zu fällenden Rest-P-Frachten kaum abschätzen, da die schwankenden Zulauffrachten noch von wechselnden Entnahmeraten durch Bio-P überlagert werden. Eine Steuerung ist hier also nahezu unmöglich.

BOLL (1988) hat in halbtechnischen Untersuchungen den gelösten P-Restgehalt am Ende eines in vier Kaskaden aufgeteilten Belebungsbeckens kontinuierlich gemessen und die Fällmittelzugabe in Form eines Regelkreises (entsprechend dem in Abbildung 3 dargestellten) in Abhängigkeit von dieser Größe vorgenommen. Auf diese Weise konnte sich die Fällmittelzugabe exakt an dem biologisch nicht aufgenommenen Rest-P-Gehalt orientieren. Es sollte so eine vorrangige Ausnutzung des (kostengünstigen) biologischen Eliminationspotentials sichergestellt und nur im Bedarfsfall auf die unterstützende Fällung zurückgegriffen werden.

Über einen Zweipunktregler wurde mit Hilfe des P-Meßsignals eine Dosierpumpe angesteuert, die bei Bedarf Fällmittel in die letzte Kaskade des Belebungsbeckens förderte. Sie wurde bei Überschreiten eines vorgegebenen oberen P-Grenzwertes in Gang gesetzt und dosierte bis zum Erreichen eines ebenfalls vorgegebenen unteren P-Schaltpunktes. Zur Dämpfung der Regelung war die Dosierpumpe mit einer Arbeitszeit-Pausen-Schaltung ausgestattet.

Abbildung 4 zeigt exemplarisch einen Ausschnitt der on-line gemessenen Phosphatganglinien. Der Schrieb des  $\text{PO}_4$ -Gehaltes am Ende des Belebungsbeckens läßt die Dosierphasen zwischen den gewählten Grenzwerten von 2 und 3 mgP/l deutlich erkennen. Der typische stark schwankende Tagesgang der alleinigen biologischen P-Elimination konnte auf diese Weise sehr wirkungsvoll stabilisiert werden.



**Abb. 4.:** Typische  $\text{PO}_4\text{-P}$ -Ganglinien am Ende des Belebungsbeckens (a,b) und am Ablauf der Nachklärung (c)  
 (a) nur biologische P-Elimination ohne Fällung  
 (b) biol. P-Elimination unterstützt durch Fällung  
 (c) Nachklärbeckenablauf im Fall (b)  
 (aus BOLL, 1988)

Nach dem beschriebenen Regelungsschema wurde im großtechnischen Versuch in Berlin-Ruhleben verfahren (s. Abb. 5). Es zeigte sich, daß auf diese Weise auch P-Ablaufkonzentrationen von  $< 0.5$  mg/l sicher eingehalten werden konnten.

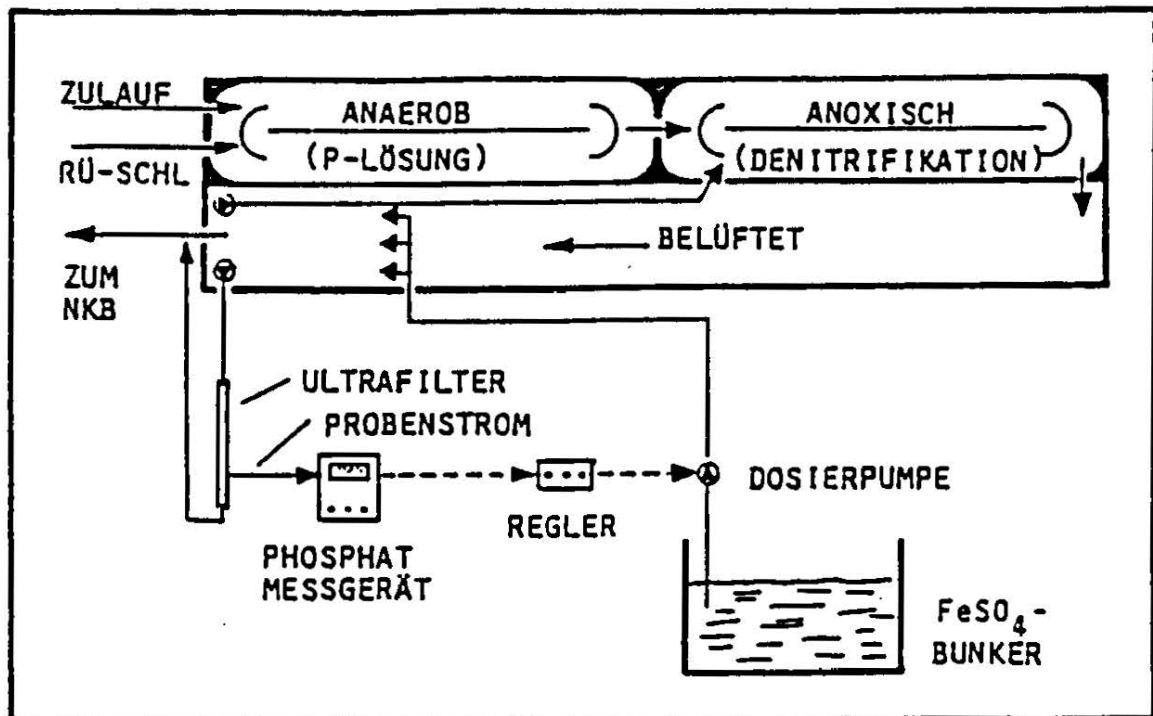


Abb. 5.: Regelungsschema zur Unterstützung der biologischen P-Elimination durch Simultanfällung auf dem Klärwerk Berlin-Ruhleben (aus BOLL, 1989)

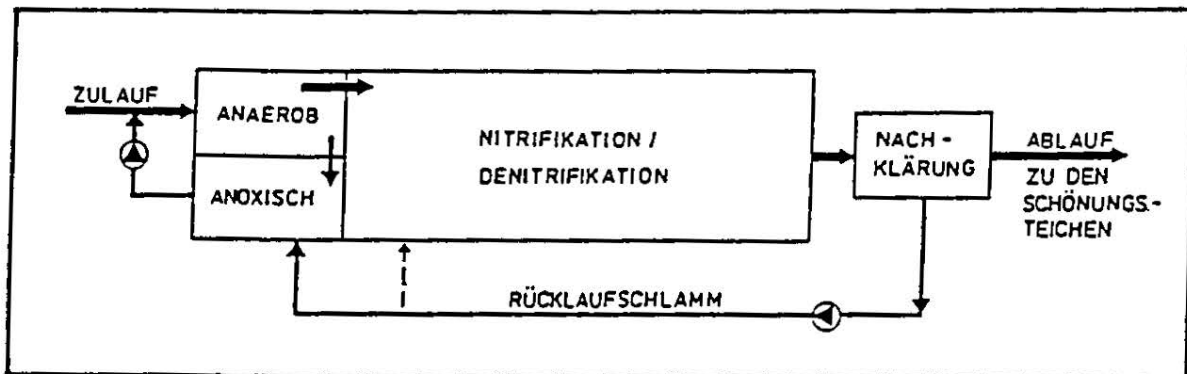
### 3.2. Regelung bei der vermehrten biologischen P-Elimination

Abgesehen von der Kalkmengendosierung beim Nebenstromverfahren, die nach der in Kapitel 3.1.1. beschriebenen pH-Sollwert-Regelung erfolgt, bestehen bei den (Hauptstrom-) Verfahren der biologischen P-Elimination derzeit nur geringe Möglichkeiten der steuernden oder regelnden Einflußnahme.

Ein entscheidendes Kriterium für eine erfolgreiche biologische Phosphorentnahme ist, daß möglichst kein Nitrat mit dem Rücklaufschlamm in das anaerobe Mischbecken gelangt, weil dadurch die P-Rücklösung behindert würde. Eine möglichst hohe Rücklösung wiederum induziert dann die vermehr-

te P-Aufnahme im Belebungsbecken. Auch aus anderen Gründen ist eine möglichst weitgehende Stickstoffelimination bei der Abwasserreinigung anzustreben; hierfür gibt es entsprechende Verfahrensweisen und Regelstrategien.

Aber auch bei der Entwicklung von Verfahren zur biologischen P-Elimination ist dieser Gesichtspunkt berücksichtigt worden (UCT-, JHB-Verfahren). Eine Weiterentwicklung in dieser Richtung ist von HARTWIG (1989) vorgestellt worden. Das am Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover entwickelte (und deshalb ISAH genannte) Verfahren ist in Abbildung 6 dargestellt und kommt auf der Kläranlage Hildesheim erfolgreich zur Anwendung.



**Abb. 6.:** Fließschema beim ISAH-Verfahren  
(aus HARTWIG, 1989)

Der Rücklaufschlamm wird hier in einem separaten anoxischen Becken denitrifiziert. Um die dafür erforderliche Substratmenge zur Verfügung zu stellen, kann die Pumpe zwischen dem anoxischen und dem anaeroben Becken auf einen im Vergleich zur Rücklaufschlammmenge größeren Durchfluß eingestellt werden. Es strömt dann Substrat aus dem anaeroben Becken

durch ein Fenster in das Rücklaufschlammdenitrifikationsbecken.

Ein anderer Weg, auf den Prozeß der biologischen P-Elimination stabilisierend einzuwirken, wird am Institut für Siedlungswasserwirtschaft der TU Braunschweig beschritten.

Bei Untersuchungen auf der Kläranlage Ebstorf wurde die Beobachtung gemacht, daß starke Regenereignisse die Milieubedingungen im anaeroben Mischbecken deutlich verschlechtern. Aus Abbildung 7 ist zu entnehmen, daß sich das Redox-Potential schlagartig in Richtung zum Positiven bewegt, daß also das Milieu deutlich weniger anaerob wird. Gleichzeitig verschlechtert sich die P-Rücklösung, erkennbar an der extrem niedrigen  $PO_4$ -P-Konzentration im Mischbecken. Weitere Messungen haben ergeben, daß bei derartigen Regenereignissen die Zulaufkonzentrationen an organischen Säuren von ca. 50 mg/l (als Essigsäure) sehr schnell auf Null absinken.

Die Folge ist ein Ansteigen der P-Konzentration im ersten der zwei hintereinandergeschalteten Belebungsbecken. Dieser Anstieg pflanzt sich in abgeschwächter Form über das zweite Becken bis in den Ablauf der Nachklärung fort.

Der biologische Prozeß der Phosphatrücklösung und vermehrten Wiederaufnahme ist empfindlich gestört bzw. kurzzeitig zum Erliegen gekommen. Die Annahme liegt nahe, daß der Mangel an leicht abbaubarem Substrat während des stark verdünnten Abwasserzuflusses die Hauptursache für diese Störung ist. Es wird zur Zeit untersucht, ob in derartigen Fällen durch eine externe Zugabe von Essigsäure die biologischen Prozesse stabilisiert werden können.

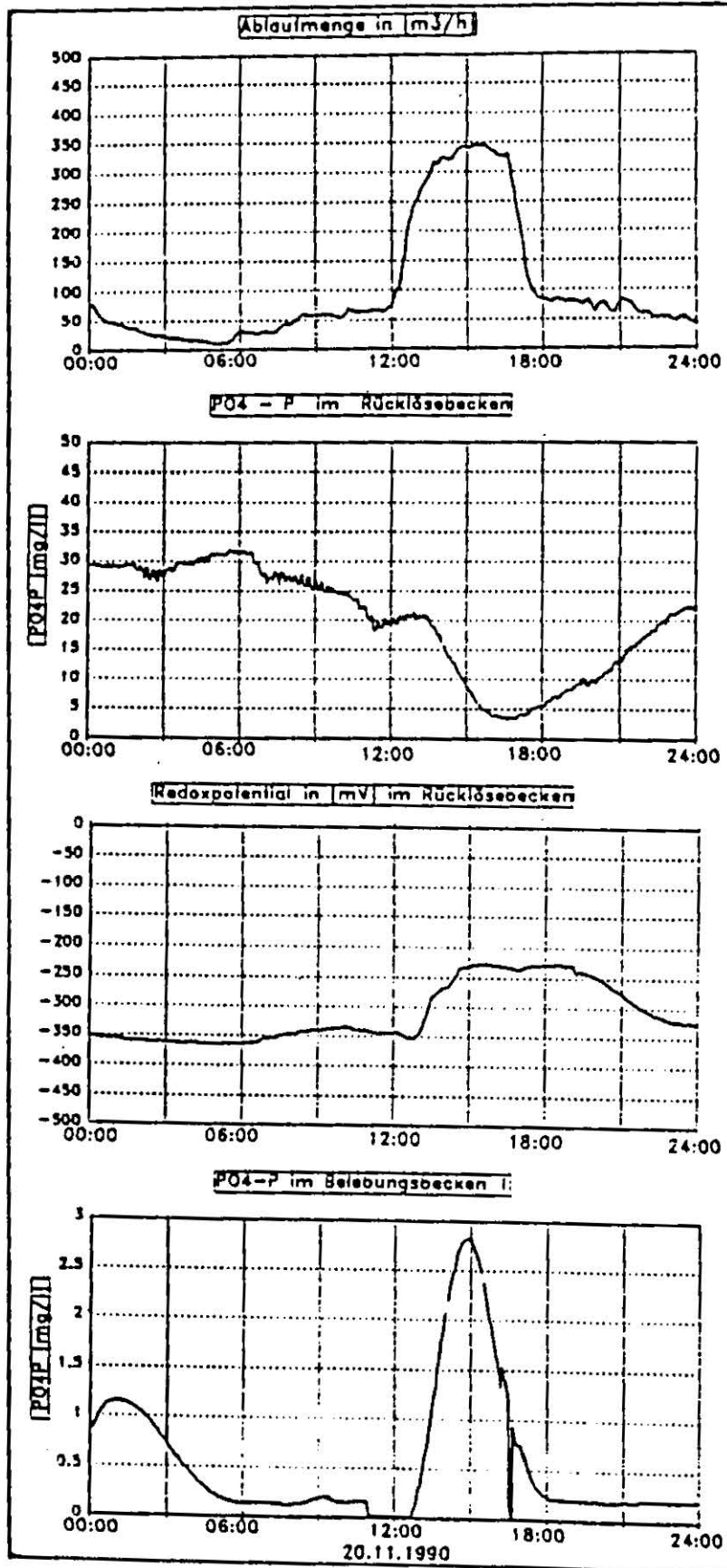


Abb. 7.: Untersuchungsergebnisse der Kläranlage Ebstorf

Weiterhin sollen mögliche Steuer- oder Regelparameter auf ihre Eignung für dieses Vorhaben überprüft werden. Als Steuerparameter für die Dosierung von Essigsäure ins anaerobe Becken bietet sich (mit gewissen Einschränkungen) die Abwassermenge an. Mögliche Regelparameter sind Phosphatgehalt, Redoxpotential oder auch die potentielle Atmungsaktivität im Rücklösebecken. Dadurch würde ein für den Prozeß vorteilhaftes Milieu ständig überwacht bzw. wiederhergestellt. Noch eleganter wäre allerdings eine Regelung nach dem Parameter, für den ein bestimmter Grenzwert einzuhalten ist (hier Phosphat), so daß gleichzeitig eine wirkliche Kontrolle des Erfolges der getroffenen Maßnahme stattfindet.



#### 4. Zusammenfassung

Die rein chemisch-physikalische Phosphatentfernung aus Abwässern ist heute auf einem Stand, der es ermöglicht, mit Hilfe von on-line-Messungen und Prozeßrechnern durch entsprechende Steuerungen und Regelstrategien geforderte Grenzwerte sicher einzuhalten. Die chemische Fällung bringt aber einige Nachteile mit sich, die gerade bei kleineren Anlagen, wo keine aufwendigen Regelungen betrieben werden, in hohem Maße zum Tragen kommen (Kosten, Aufsalzung der Kläranlagenabläufe, zusätzlicher Schlammanfall, mögliche Beeinträchtigung biologischer Prozesse).

Vor diesem Hintergrund stellen die Verfahren der erhöhten biologischen Phosphorentfernung eine interessante Alternative dar. Bei der Kombination solcher Verfahren mit einer Fällung der Phosphat-Restgehalte können erhebliche Mengen an Fällmitteln eingespart werden. Auch hier ist durch entsprechende Regelung des Reinigungsprozesses die jeweils geforderte Ablaufqualität sicher einzuhalten.

Möglicherweise kann auch die alleinige biologische P-Elimination zumindest in einer Reihe von Kläranlagen durch entsprechende Regelung soweit stabilisiert werden, daß gesetzte Grenzwerte konstant unterschritten werden können.

Literaturhinweise

- BAHRS, D.  
(1987) Verminderung des Phosphorgehaltes durch chemische Fällung  
Weiterbildungsseminar 26.09.1987  
Institut für Siedlungswasserwirtschaft  
TU Braunschweig
- BOLL, R.  
(1987) Betriebs- und Wartungsanleitung für die Regelung der Denitrifikation nach dem Nitratgehalt  
Heft 42 der Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft, TU Braunschweig, S. 99-102
- BOLL, R.  
(1988) Zur erhöhten biologischen Phosphorentfernung mit dem Belebungsverfahren  
Heft 46 der Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft, TU Braunschweig
- BOLL, R.  
(1989) Biologische Phosphatelimination in Kombination mit Simultanfällung  
Heft 47 der Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft, TU Braunschweig, S. 57-76
- COMEAU, Y. et al.  
(1985) Phosphate Release and Uptake in Enhanced Biological Phosphorus Removal from Wastewater  
Journal WPCF, Vol. 59, No. 7, pp. 707-715
- DONNERT, D.  
et al.  
(1987) Betriebsversuche zur phosphatfrachtgesteuerten Simultanfällung im Klärwerk Berlin-Marienfelde  
K.A., Heft 1, 1987, S. 51-58
- EKAMA, G./  
MARAIS, G.v.R.  
(1985) Zusätzliche Phosphorelimination beim Belebungsverfahren - Erfahrungen in Südafrika  
GWF - Wasser/Abwasser, 5/1985, (Jg. 126), S. 241-289

- HARTWIG, P.  
(1989) Betriebssergebnisse des Klärwerks  
Hildesheim  
Heft 47 der Veröffentlichungen des  
Instituts für Siedlungswasserwirtschaft  
der TU Braunschweig, S. 139-153
- HESSE, G./  
SEYFRIED, C.F.  
(1989) Literaturstudie zur Phosphatelimination  
mit Schwerpunkt Fällungsreinigung  
Veröffentlichungen des Instituts für  
Siedlungswasserwirtschaft und Abfall-  
technik der Universität Hannover
- HRUSCHKA, H.  
(1983) Prozeßführung auf Kläranlagen durch  
Einsatz elektronischer Rechner  
Berichte aus Wassergütewirtschaft  
und Gesundheitsingenieurwesen der  
TU München, Heft 39
- HOECHST AG  
(1986) Entfernung von Phosphaten aus Abwässern  
und Nutzbarmachung von Klärschlämmen  
Hoechst-Symposium am 28. November 1986
- OVERATH, H.  
(1979) Die Steuerung der  
Flockungsmitteldosierung  
Berichte aus Wassergütewirtschaft  
und Gesundheitsingenieurwesen der  
TU München, Heft 25, S. 205-229
- SCHÖN, G./  
STREICHAN, M.  
(1987) Mikrobiologische Grundlagen der biolo-  
gischen Phosphatentfernung aus Abwasser  
Heft 42 der Veröffentlichungen des  
Instituts für Siedlungswasserwirtschaft,  
TU Braunschweig, S. 334-348
- UHLMANN, D.  
(1982) Hydrobiologie, 2. Auflage, Stuttgart 1982

Dipl.-Ing. Thomas Teichfischer  
Institut für Siedlungswasserwirtschaft  
TU Braunschweig  
Pockelsstraße 4  
D-3300 Braunschweig

## MÖGLICHKEITEN DES EDV-EINSATZES ZUR BETRIEBSKONTROLLE

Gösta Ladiges

### 1. EINLEITUNG

Nach den Anforderungen des Entwurfs der 1. Abwasserverwaltungsvorschrift (1990) müssen Kläranlagen in der Bundesrepublik Deutschland ab einer gewissen Größe eine weitgehende Nährstoffelimination gewährleisten. Die geforderten Grenzwerte müssen an der 2-Stunden-Mischprobe bzw. der "qualifizierten Stichprobe" eingehalten werden, was zur Folge hat, daß die Ablaufwerte normalerweise noch weit unter den maximal zulässigen Werten liegen müssen.

Zur Nitrifikation und Denitrifikation sind einstufige Belebungsverfahren am besten geeignet, da hier der Kohlenstoff des Zulaufs voll für die Denitrifikation zur Verfügung steht. Es stehen dabei unterschiedliche Verfahren wie die am häufigsten eingesetzte simultane und vorgeschaltete Denitrifikation oder seltener angewandte Möglichkeiten wie die alternierende, intermittierende und die Kaskadendenitrifikation zur Verfügung. Zur Phosphatelimination werden die Anlagen mit einer biologischen Phosphatelimination ausgerüstet, die durch eine Phosphatfällung unterstützt wird.

Die Kläranlagen sind auf den Betrieb bei niedrigen Temperaturen bemessen. Sie unterliegen Schwankungen der Abwassermenge und -zusammensetzung. Um die geforderten Ablaufwerte einhalten zu können und um die Anlage optimal auch bezüglich eingesetzter Chemikalienmengen und Energieverbrauch betreiben zu können, bedürfen die wesentlichen Prozesse einer Regelung.

Einfache Regelkreise lassen sich auf elektrischem Wege realisieren. Je differenzierter und umfassender die Regelstrategien jedoch sind, desto schwieriger wird eine Umsetzung mit elektrischen Schaltungen allein. Hier bietet sich der Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung an, entweder in Form eines Zentralrechners oder als dezentrale Lösung mit Hilfe von preiswerten Prozeßrechnern. Hierauf wird im folgenden näher eingegangen.

Die Regelungen sind in der Regel auf die Kontrolle einzelner Prozesse beschränkt. Der gesamte Klärprozeß umfaßt aber eine Vielzahl einzelner biologischer, chemischer, hydraulischer und mechanischer Teilschritte, die einen unterschiedlich starken Einfluß aufeinander ausüben. Um dem Kläranlagenpersonal ein Hilfsmittel für den Betrieb ihrer Anlage an die Hand zu geben, bietet sich der Einsatz eines zentralen Kontroll- und Überwachungssystems an, das in der Lage ist, aus den vorliegenden Meßdaten und Informationen Schlüsse über den Zustand der Anlage zu ziehen, Störungsursachen zu finden und Abhilfemaßnahmen vorzuschlagen. Am Ende des Artikels wird ein Expertensystem vorgestellt, das für solche Aufgaben eingesetzt werden soll.

## 2. PROZEBREGELUNG ZUR NÄHRSTOFFELIMINATION

### 2.1. Einfache Steuer- und Regelstrategien nach verschiedenen Einzelparametern

Eine Steuerung und Regelung ist sowohl nach spezifischen wie auch nach unspezifischen Meßgrößen möglich. Die spezifischen Parameter sind bei der Nährstoffelimination die Nitrat-, Ammonium- und Phosphatkonzentrationen, für die eine kontinuierliche Messung möglich ist und auch in steigendem Maße eingesetzt wird. Als unspezifische Größen stehen unterschiedliche Parameter zur Verfügung.

### Zeitsteuerung

Am einfachsten ist es, die Prozesse nach einem festen Zeitprogramm ablaufen zu lassen. Auf diese Art läßt sich sowohl die Nitrifikation und Denitrifikation steuern wie auch die Fällmittelzugabe einstellen, wobei die Wahl eines geeigneten Zeitprogramms die Kenntnis des Anlagenverhaltens in den verschiedenen Situationen voraussetzt. Die dafür gewählten Zeiten müssen in gewissen Zeitabständen überprüft und den aktuellen Gegebenheiten angepaßt werden. Der große Nachteil der Zeitsteuerung ist, daß im Gegensatz zu Strategien unter Verwendung einer oder mehrerer Meßgrößen auf plötzliche Änderungen im Zulauf oder in der Anlage nicht sofort reagiert werden kann.

### Sauerstoffregelung

Eine gezielte Nitrifikation und Denitrifikation läßt sich durch eine alleinige Regelung nach dem Sauerstoffgehalt nur schwer erreichen. Sie kann aber gut zur Unterstützung anderer Regelungsstrategien genutzt werden. So läßt sich der Sauerstoffgehalt in den belüfteten Beckenteilen auf Konzentrationen einstellen, die für eine Nitrifikation ausreichen und es kann eine unnötig hohe Belüftung vermieden werden.

### Sauerstoffverbrauchsregelung

Mit dem Sauerstoffverbrauch liegt eine Meßgröße für die Zehrung im Abwasser-Schlammgemisch vor. Ein einfaches und robustes Meßgerät wurde an der TU Braunschweig entwickelt und ist in (KAYSER, 1989) näher beschrieben. Eine Regelung nach dem Sauerstoffverbrauch ist unter anderem auf den Kläranlagen in Wien Blumental, Braunschweig und Tel-Aviv im Einsatz.

### Regelung nach dem Redoxpotential

Das Redoxpotential ist eine indirekte Meßgröße für den Nitratgehalt des Abwassers, da es ein Maß für die oxidierenden und reduzierenden Vorgänge im Becken ist. Bei abneh-

mendem Nitratgehalt sinkt das Redoxpotential und knickt beim Erreichen des Nitrat-Nullpunktes stark ab. Die Messung des Redoxpotentials erfolgt über eine an geeigneter Stelle im Becken angebrachte Sonde, wobei es jedoch im Gegensatz zu der Verwendung der meisten anderen Meßparametern nicht möglich ist, nach dem Redoxpotential direkt die Belüftung zu regeln. In Kapitel 2.2. wird näher auf diese Regelstrategie eingegangen.

#### Regelung nach dem Nitrat- oder Ammoniumgehalt

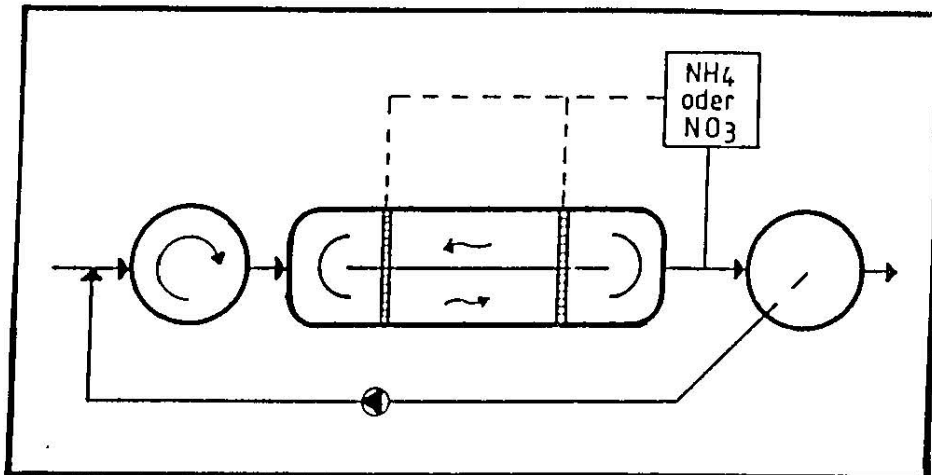
Der Ammonium- und der Nitratgehalt stellen die eigentlich betrachteten Meßgrößen bei der Regelung zur Stickstoffelimination dar. Es stehen zuverlässige Meßgeräte zur kontinuierlichen Messung beider Abwasserkonzentrationen zur Verfügung. Auch die Probenstromaufbereitung mittels Ultrafiltration ist seit Jahren erfolgreich im Einsatz und ist in (BOLL, 1987) näher beschrieben.

Die gewählte Regelstrategie sollte optimal auf das jeweilige Verfahrenskonzept und die angestrebten Reinigungsziele abgestimmt werden. Je nach Verfahren bieten sich unterschiedliche Regelstrategien an:

Bei simultaner Denitrifikation läßt sich eine nahezu vollständige Denitrifikation durch die Belüftungsregelung nach entweder dem Nitrat- oder alternativ dem Ammoniumgehalt mit häuslichem oder ähnlich zusammengesetztem Abwasser erreichen (LADIGES, 1989), (ABELING, 1989) (s. Abb. 1). Beide Regelparameter haben ihre Vor- und Nachteile. Die Ammoniumregelung minimiert insbesondere in den belastungsarmen Nachtstunden die Belüftungsenergie. Zudem steht ständig der wichtigste Meßwert zur Überwachung der Nitrifikation zur Verfügung. Es besteht jedoch die Gefahr, daß in belastungsschwachen Zeiten durch die sehr geringe Belüftung anaerobe Phasen auftreten, in denen es beim Einsatz der biologischen Phosphatelimination zu Rücklösungen und somit zu erhöhten



Phosphatgehalten im Ablauf kommen kann. Dies kann durch eine Regelung nach dem Nitratgehalt verhindert werden, da hierbei ständig ein Rest-Nitratgehalt im Belebungsbecken gewährleistet wird.

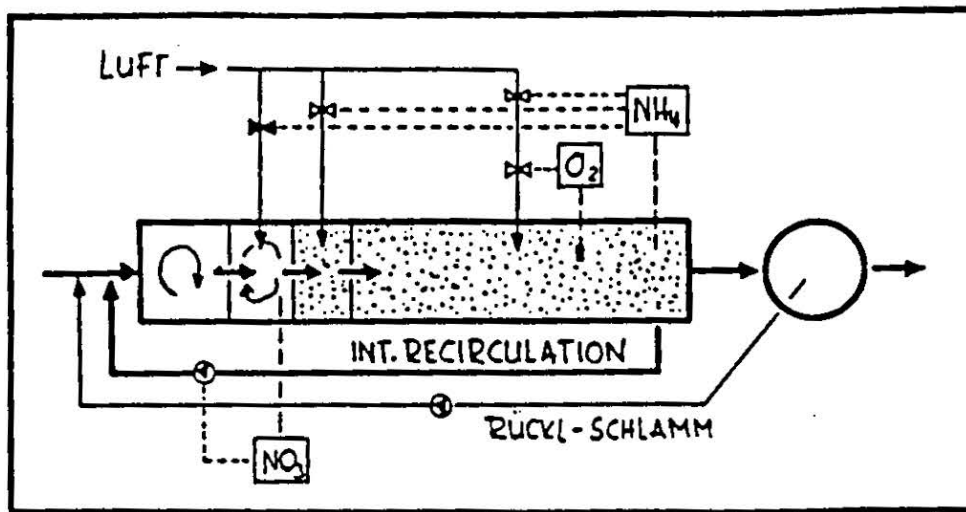


**Abb. 1:** Regelung der simultanen Denitrifikation nach dem Nitrat- oder dem Ammoniumgehalt

Bei der vorgeschalteten Denitrifikation lassen sich zwei Regelkreise aufbauen: Durch eine Ammoniummessung im Nitrifikationsteil wird die Belüftung weitgehend minimiert und es können wahlweise einzelne Beckenteile gerührt oder belüftet werden. Hier bietet sich auch die oben erwähnte Kombination mit einer Sauerstoffregelung an. Die Rezirkulationsmenge kann über eine Nitratmessung im Ablauf des Denitrifikationsteils geregelt werden (s. Abb. 2).

Für die anderen Verfahren zur Nitrifikation und Denitrifikation lassen sich unter Berücksichtigung der allgemeinen und verfahrensspezifischen Randbedingungen ähnliche Regelungsstrategien entwickeln.





**Abb. 2:** Regelung der vorgeschalteten Denitrifikation

#### Regelung nach dem Phosphatgehalt

Wie auch zur Messung des Nitrat- und des Ammoniumgehaltes stehen auch für den Phosphatgehalt zuverlässige Monitore zur Verfügung. Die Probenstromaufbereitung erfolgt auch hier über eine Ultrafiltration. Während die biologische Phosphatelimination derzeit nur in begrenztem Umfang regelbar ist, kann die Fällmittelzugabe über eine Phosphatmessung am Ende des Belebungsbeckens geregelt werden. Einfacher aber unflexibler ist eine zeitlich festgelegte oder zulaufmengenproportionale Fällmitteldosierung. Näheres hierzu im Vortrag von Herrn TEICHFISCHER (1991).

#### 2.2. Beispiele für kombinierte Regelstrategien unter Einsatz von EDV

Auch einfache Regelaufgaben können von einem Rechner übernommen werden, sei es durch dezentralen Einsatz von Prozeßrechnern oder über einen Zentralrechner. Häufig werden, gerade auf kleineren Anlagen, die Regelaufgaben aber ohne EDV-Einsatz bewältigt, was bei der Anwendung von kompli-

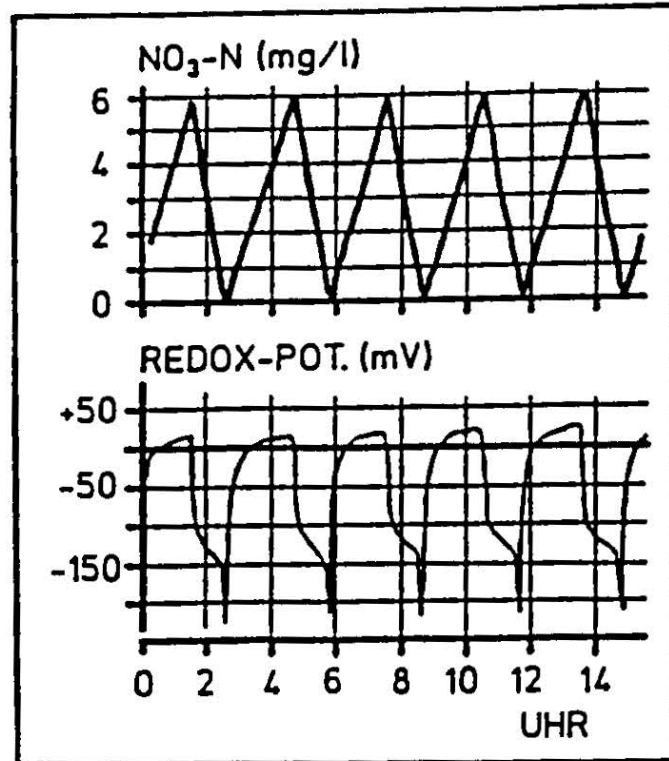
zierteren Regelstrategien jedoch nur noch sehr schwer möglich ist.

Ein typisches Beispiel für eine Regelstrategie, die ohne EDV-Einsatz nicht möglich wäre, ist die bereits im vorhergehenden Kapitel kurz dargestellte Regelung nach dem Redoxpotential. Die Belüftungsregelung nach oberen und unteren Grenzwerten für das Redoxpotential ist nicht möglich, da in unterschiedlichen Belastungssituationen starke Schwankungen des Meßwertes auftreten und verwertbare Rückschlüsse auf den Nitratgehalt des Abwassers unmöglich machen. Die Auswertung der Meßwerte und Ansteuerung der Belüfter wird daher von einem Kleinrechner übernommen, der bei Auftreten des "Nitrat-Nullpunkt-Knicks" die Denitrifikationsphase beendet.

In Abb. 3 ist der Verlauf von Redoxpotential und Nitratgehalt bei einer aktiven Redoxregelung dargestellt. Die Nitrifikationszeit wird über vorgegebene Zeitintervalle eingestellt. Deutlich zu erkennen ist hier das starke Abfallen des Meßwertes kurz vor dem Ende der Belüftungszeit.

Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, muß das beschriebene Regelprinzip von verschiedenen Sicherheitsabfragen überlagert werden wie z.B. der maximalen Denitrifikationszeit oder oberen und unteren Werten für die Redoxspannung.

Die Redoxregelung ist vor etwa 3 Jahren erstmalig erfolgreich eingesetzt worden und befindet sich inzwischen auf mehreren Kläranlagen in Deutschland und in Österreich im Einsatz (FRÖSE, 1990).

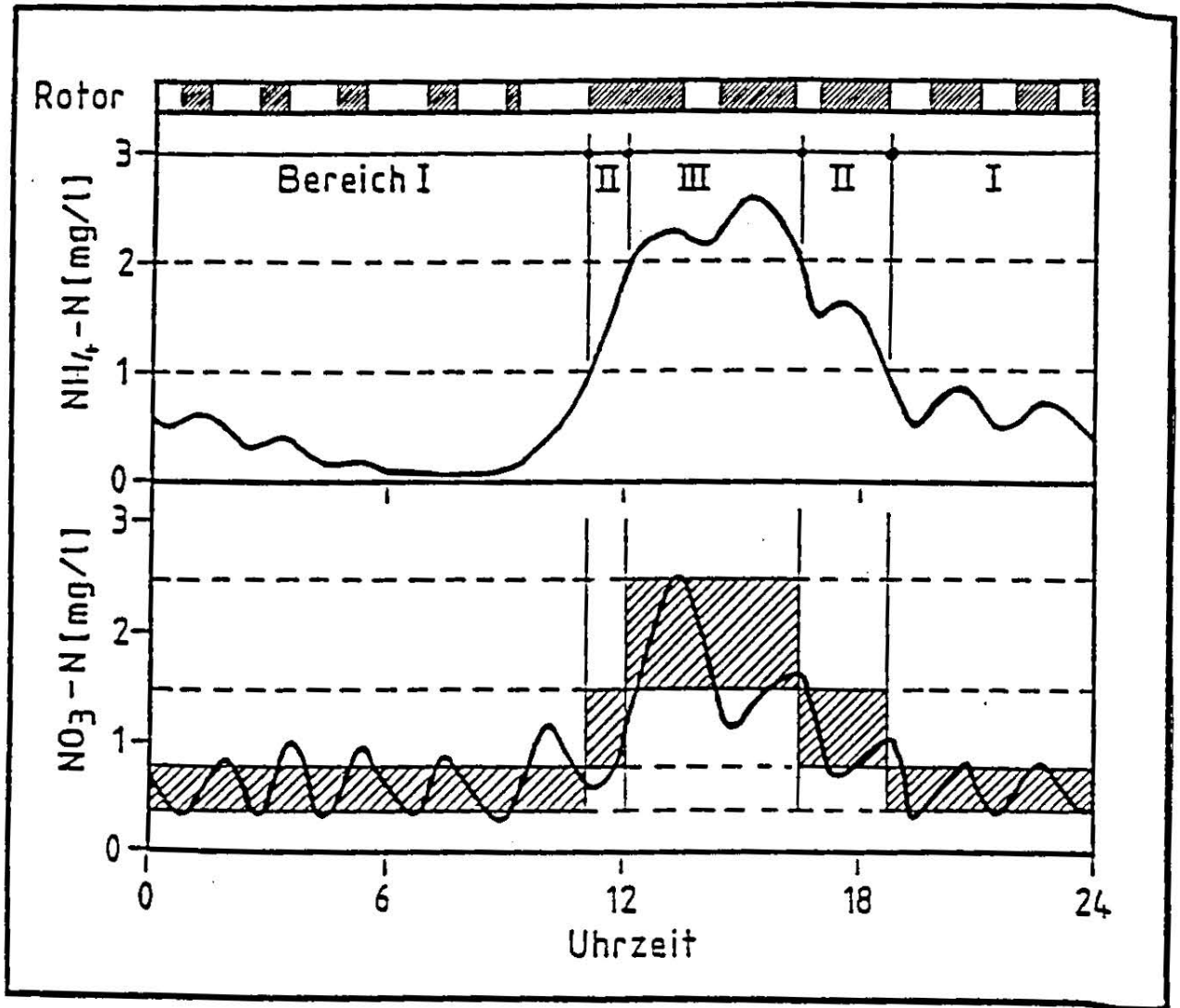


**Abb. 3:** Nitratgehalt und Redoxpotential bei einer Redoxregelung

Ein weiteres Beispiel ist die kombinierte Ammonium- und Nitratregelung, wie sie zu Versuchszwecken auf der Kläranlage Salzgitter-Bad eingesetzt wurde. Die Belebungsstufe der Anlage besteht aus zwei parallelen Umlaufbecken, die normalerweise zur simultanen Denitrifikation nach dem Nitratgehalt geregelt werden. Da die Schaltwerte für mittlere Tagesverhältnisse eingestellt werden, wird in den belastungsschwachen Nachtstunden unnötig lange belüftet, weil durch die geringen Ammoniumzulaufkonzentration das Nitrat nur langsam gebildet werden kann. In den Tageszeiten mit hoher Belastung kann der zufließende Stickstoff nicht mehr vollständig nitrifiziert werden mit der Folge, daß der Ammoniumgehalt ansteigt und es zu der für Kläranlagen ohne ein vorgeschaltetes Ausgleichsbecken typischen Tagesspitze kommt.

Um die Vorteile der Nitrat- mit denen der Ammoniumregelung zu verbinden (s. Kap. 2.1.), wurde eine kombinierte Regelstrategie entwickelt. Das Prinzip der Nitratregelung wurde beibehalten, nur wurde nach variablen Grenzwerten geschaltet, deren Höhe nach dem Ammoniumgehalt festgelegt wurde: Ist nur wenig  $\text{NH}_4\text{-N}$  im Ablauf der Belebungsbecken, kann nach sehr kleinen Nitratwerten geregelt werden. Steigt der Ammoniumgehalt an, so werden auch die Schaltwerte stufenweise erhöht. Zu belastungsarmen Tageszeiten wird die Belüftung im Vergleich zu einer reinen Nitratregelung verringert, ohne daß es zu ungewollten Phosphatrücklösungen kommen kann. In der Tagesspitze werden die Ammoniumkonzentrationen stark verringert, allerdings unter Inkaufnahme von erhöhten Nitratkonzentrationen.

Die Erfassung und Auswertung der Meßwerte und die Ansteuerung der Belüfter wurde von einem kleinen Prozeßrechner übernommen. Wie in Abb. 4 zu sehen ist, wechseln die Schaltwerte im Tagesverlauf, bei der dargestellten Einstellung bei jeweils 1,0 und 2,0 mg  $\text{NH}_4\text{-N/l}$ . In der Spitzenzeit zwischen 11 und 19 Uhr wird nach den hohen bzw. mittleren Schaltwerten geregelt, die übrige Zeit wird nur so viel belüftet, daß ständig geringe Nitratkonzentrationen im Ablauf vorzufinden sind. Die Ammoniumspitze läßt sich nicht vermeiden, sie wird durch die erhöhte Belüftung in Stoßzeiten aber abgedämpft.



**Abb. 4:** Stickstoffkonzentrationen bei kombinierter Nitrat- und Ammoniumregelung

In die jeweiligen Regelstrategien lassen sich noch weitere Parameter mit einbinden. So könnten Meßgrößen wie Sauerstoffgehalt, Abwassermenge oder die Temperatur als zusätzliche Kriterien in der gewählten Strategie mit berücksichtigt werden. Auch wäre eine Kombination mit Störsignalen oder Plausibilitätskontrollen sowie zusätzlich eine Anbindung an die Labordaten denkbar. Sollen außerdem die wesentlichen Prozesse der Kläranlage aufeinander abgestimmt werden, so läuft dies letztendlich auf eine Betrachtung der Gesamtanlage unter Berücksichtigung der gesamten zur Verfügung stehenden Informationen hinaus. Für derartige Einsatzfälle ist der Einsatz eines Expertensystems möglich.

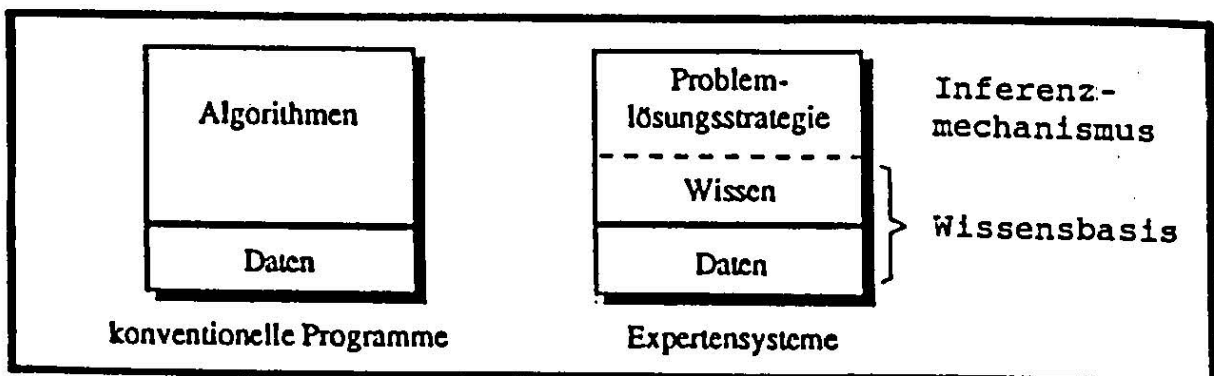
### 3. EINSATZ EINES EXPERTENSYSTEMS ZUR ÜBERGEORDNETEN BETRIEBSKONTROLLE

Üblicherweise übernimmt die Überwachung und Steuerung der Anlage der Klärmeister, eventuell in Zusammenarbeit mit einem oder mehreren seiner Mitarbeiter. Bei Anlagen zum reinen Kohlenstoffabbau war der Reinigungsprozeß auch noch relativ leicht zu überblicken. Kläranlagen zur weitergehenden Nährstoffelimination sind aber durch die zusätzlich ablaufenden Prozesse der Nitrifikation, Denitrifikation, biologischen Phosphatelimination und Fällung erheblich viel komplizierter geworden, sodaß es schwer ist, in jeder Situation die gesamten Prozesse und deren Zusammenhänge im Auge zu behalten und die jeweils relevanten gegenseitigen Beeinflussungen zu berücksichtigen. Der Betriebsleiter sammelt im Laufe der Zeit Erfahrungen mit seiner Anlage, sodaß er auch ohne ein tiefes Verständnis der ablaufenden biologischen und chemischen Vorgänge in den meisten Fällen die richtigen Entscheidungen trifft. Hat er jedoch keinen Dienst oder treten ungewohnte Situationen auf, so kann dies zu erheblichen Störungen führen. Ein zentrales Kontroll- und Überwachungssystem kann hier sehr hilfreich sein.

Die derzeit im Einsatz befindlichen Systeme reichen zu diesem Zweck jedoch nicht aus, da sie sich darauf beschränken, bei einfach feststellbaren Unregelmäßigkeiten wie Abweichungen der Analogsignale von vorgegebenen Grenzwerten oder dem Ausfall einzelner Aggregate, durch optische oder akustische Signale oder bestenfalls durch einfache Meldungen am Bildschirm auf die Störungen aufmerksam zu machen. Eine Verknüpfung der einzelnen Werte untereinander oder eine Beurteilung der Störung an Hand der Situation auf der Anlage erfolgt nicht, sodaß das diensthabende Personal lediglich deutlicher auf die Störung hingewiesen wird, ohne daß eine Hilfestellung beim Finden der Fehlerursachen bzw. beim Beheben der Störung gegeben wird.

Derzeit wird, nicht nur im Bereich der Abwassertechnik, heftig diskutiert, ob und wie zu diesem Zweck Expertensysteme eingesetzt werden können. Diese Systeme sollten in ihrer Vollendung in der Lage sein, die gesamten Prozesse der Abwasserreinigung ständig im Auge zu behalten und dabei den hochqualifizierten Fachmann jederzeit vor Ort zu ersetzen. Dies würde es erfordern, daß das gesamte allgemein vorhandene Wissen über die Abwasserreinigung wie auch die anlagenspezifischen Fakten und Zusammenhänge in "expertensystemverfügbarer" Form im Rechner gespeichert und ständig zugreifbar sind. Bis ein solches System geschaffen ist, bedarf es aber noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsarbeit, sowohl auf dem Gebiet der Siedlungswasserwirtschaft wie auch der Informatik.

Expertensysteme sind ein relativ neuer Bereich der Informatik als Zweig der sogenannten "Künstlichen Intelligenz". Der Aufbau eines Expertensystems unterscheidet sich von dem eines Programms durch die Trennung von Wissen und Wissensverarbeitung. Während in der konventionellen prozeduralen Programmierung vor allem zwischen Daten und auf dem Datenmaterial ablaufendem Algorithmus unterschieden wird, differenziert man bei Expertensystemen zwischen Daten, anwendungsspezifischem Wissen und einer Problemlösungsstrategie (Inferenzmechanismus). Die ersten beiden Punkte faßt man auch unter dem Begriff Wissensbasis zusammen.



**Abb. 5:** Aufbau von konventionellen Programmiersystemen und Expertensystemen (PUPPE, 1988)



Häufig wird von einem Expertensystem erwartet, daß man damit einen großen "Wissens- und Datensammler" zur Verfügung hat, in den relativ wahllos Einzelfakten eingegeben werden können. Das System sollte daraus dann selbst die richtigen Schlüsse ziehen. Dies käme dem Verhalten menschlicher Experten nahe, was auch den Namen "Expertensystem" rechtfertigen würde. Diese Vorzüge bietet die derzeit verfügbare Hard- und Software jedoch nicht, denn der Aufbau des Systems, die Aufbereitung des Wissens und die Umsetzung des Wissens in die Wissensbasis erfordert einen erheblichen Aufwand. Es wird daher in zunehmendem Umfang der passendere Ausdruck "wissensbasiertes System" verwandt.

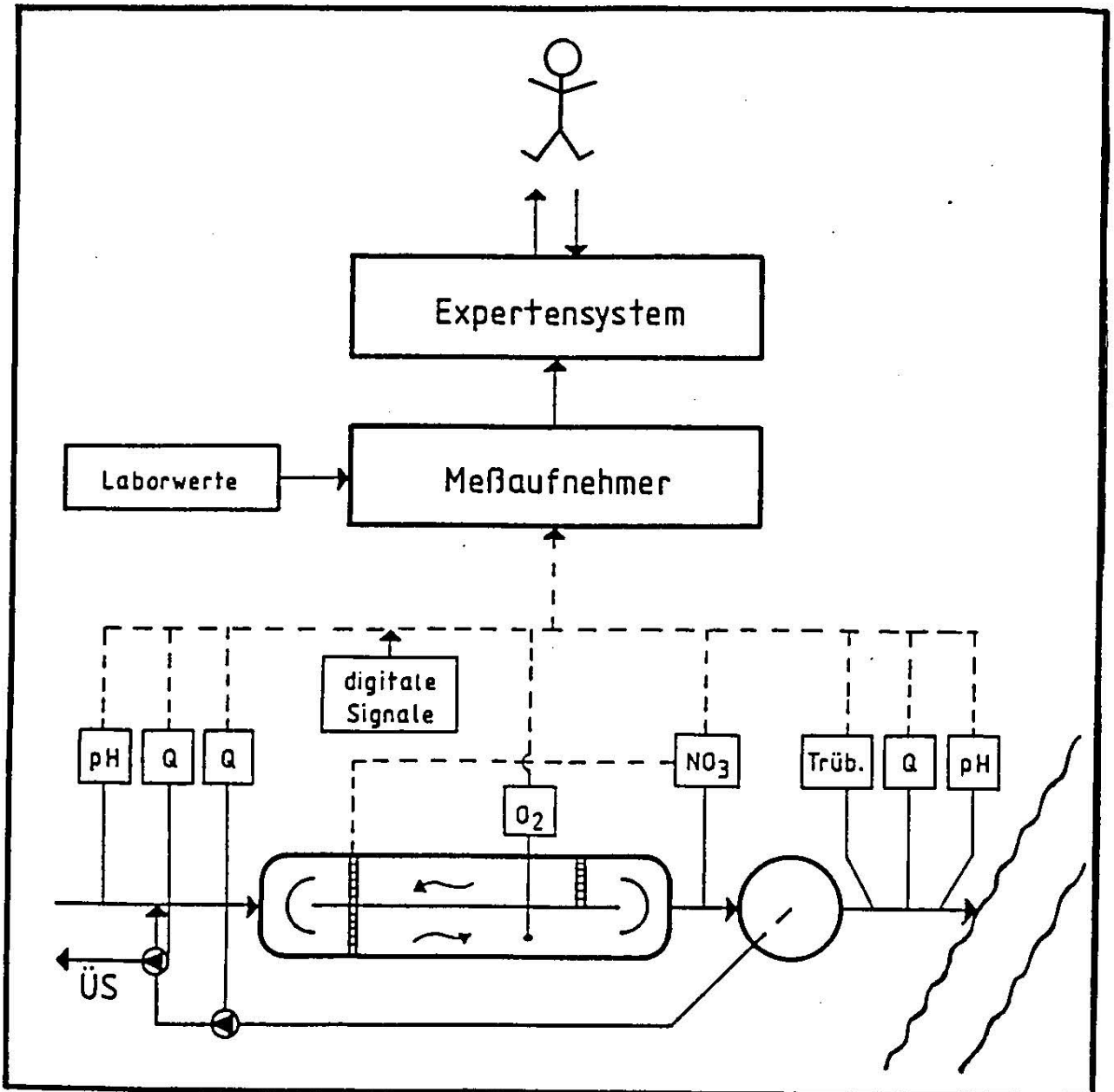
Da insbesondere in der Entwicklungsphase das eingegebene Wissen ständig geändert und erweitert wird, kann die Trennung zwischen Wissen und Wissensverarbeitung sehr hilfreich sein.

In einem laufenden Forschungsvorhaben wird ein Expertensystem zum Einsatz auf Kläranlagen entwickelt. Es soll realzeitfähig sein, d.h. ständig über online-Signale mit den ablaufenden Prozessen verbunden sein, auf die Laboraten Zugriff haben und daraus den momentanen Zustand der Kläranlage beurteilen. Das System wird auf Basis eines 386'er PC aufgebaut, da diese Rechner zuverlässig und so preiswert sind, daß auch der Einsatz auf kleineren Anlagen möglich wird.

Dies Expertensystem wird auf der Kläranlage Salzgitter-Bad, einer Anlage zur simultanen Denitrifikation für das Abwasser von 35.000 EGW, entwickelt und eingesetzt. Wie bereits erwähnt wurde, wird die Belüftung hier nach dem Nitratgehalt geregelt. Zusätzlich wird im Ablauf der Nachklärbecken kontinuierlich die Trübung gemessen, was ein guter Indikator für abtreibenden Schlamm und somit für den CSB-,



org.N und Gesamtphosphatgehalt im Ablauf ist. Die übrigen online-Signale sind die auf einer Kläranlage üblichen Meßwerte wie  $O_2$  in den Becken, pH-Wert im Zu- und Ablauf, Wassermengen an unterschiedlichen Stellen in der Anlage und der augenblickliche Betriebsstatus verschiedener Anlagenteile als digitale Signale (s. Abb. 6).



**Abb. 6:** Einbindung des Expertensystems in die Meß- und Regeltechnik der Kläranlage Salzgitter-Bad

Ein Meßaufnehmersystem auf PC-Basis sammelt die anfallenden Analog- und Digitalwerte, nimmt die Laborwerte auf und leitet die benötigten Werte dem Expertensystem-Rechner zu.

Das Expertensystem überprüft, ob die aufgenommenen Meßwerte auf einen "unnormalen" Zustand der Anlage hindeuten. Ist dies der Fall, werden die gespeicherten Regeln nach möglichen Ursachen für den Störfall durchsucht. Dafür werden alle zur Verfügung stehenden Signale und Informationen abgefragt und bearbeitet. Fehlen Informationen zur Beurteilung der Situation, wird über Abfragen am Bildschirm das Kläranlagenpersonal zur Eingabe der benötigten Fakten hinzugezogen.

Da dies Expertensystem noch neu und daher wenig erprobt ist, und außerdem der größte Teil der anderen Entwicklungen solcher Systeme auf dem Abwassergebiet eher einen orientierenden Charakter haben (PARTY et.al, 1989), wurden diesem Expertensystem keine eigenen Kompetenzen in Form von aktiven Eingriffsmöglichkeiten in die Prozesse gegeben. Das System besitzt lediglich eine beratende Funktion. Ist ein Störfall aufgetreten bzw. ist die Ursache dafür gefunden worden, so wird dies über Bildschirmausgaben mitgeteilt und es werden geeignete Gegenmaßnahmen vorgeschlagen.

In der derzeitigen Version enthält das Expertensystem Regeln und Berechnungsprogramme zu drei wesentlichen Gebieten:

1. Diagnose der Ursache für Nitrifikationsstörungen und Vorschlagen von Abhilfemaßnahmen
2. Diagnose der Ursache für erhöhte Trübung im Ablauf und Schlammabtrieb aus den Nachklärbecken, Vorschlagen von Gegenmaßnahmen
3. Überwachen einer ordnungsgemäßen Funktion der Belüftungsregelung

Alle drei Teilgebiete sind auf Informationen aus den anderen Teilen angewiesen. So ist z.B. eine mögliche Ursache für erhöhte Ammoniumablaufwerte ein zu geringes aerobes Schlammalter. Abhilfe kann durch eine Erhöhung des Schlammgehaltes in den Belebungsbecken geschaffen werden. Dies ist aber nicht beliebig möglich, da bei zu hohen Werten die Gefahr besteht, daß Schlamm über die Nachklärbecken abtreibt. Die anlagenspezifischen Grenzwerte sollte sich das System selbst aus früheren Ereignissen unter Zuhilfenahme des Signals für die Trübung im Ablauf der Nachklärbecken ermitteln. Eine weitere Abhilfemaßnahme wäre die Vergrößerung des aeroben Volumens durch verstärkte Belüftung. Dies erhöht aber die Nitratablaufwerte und beeinflusst dadurch die Säurekapazität, was wiederum zu Nitrifikationsproblemen führen kann.

Das Expertensystem besitzt in begrenztem Umfang im ingenieurmäßigen Sinne "selbstlernende", besser "selbsteichende" Funktionen wie im oben erwähnten Fall des Schlammabtriebes bei zu hohen Schlammkonzentrationen im Belebungsbecken. Zum eigentlichen "Selbstlernen" in Form von einer ständigen Erweiterung des gespeicherten Wissens wurde die Möglichkeit zur Eingabe neuer Kriterien durch das Kläranlagenpersonal geschaffen. Diese werden bei späteren Problemfällen auf einfache Art und Weise mit abgefragt, eine Umwandlung in tatsächliche Regeln kann zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

Das Expertensystem in seiner ersten Version befindet sich zur Zeit am Anfang seiner Erprobungsphase auf der Kläranlage. Beim Einsatz vor Ort wird sich zeigen, an welchen Stellen das System noch modifiziert und erweitert werden muß. Dies gilt sowohl für die Benutzerschnittstelle, die interne Verarbeitung der Regeln als auch für das gespeicherte Wissen selbst.

#### 4. ZUSAMMENFASSUNG

Die Reinigungsprozesse in einer Kläranlage werden durch äußere Einflüsse wie auch durch Schwankungen in der Anlage so stark beeinflusst, daß die geforderten Grenzwerte ohne eine Regelung der wesentlichen Prozesse nicht ständig eingehalten werden können. Während einfache Regelstrategien auf rein elektrischem Wege umgesetzt werden können, bedarf es bei komplizierteren oder kombinierten Strategien einer Unterstützung der EDV. Als Beispiele werden hier die Belüftungsregelung nach dem Redoxpotential wie auch eine kombinierte Nitrat-/Ammoniumregelung dargestellt.

Die Regelungen beschränken sich auf die Kontrolle von Einzelprozessen. Der gesamte Ablauf der Abwasserreinigung in einer Kläranlage besteht aber aus einer Vielzahl sich gegenseitig beeinflussender Teilschritte, sodaß es für das Kläranlagenpersonal oftmals schwierig ist, die gesamten Vorgänge und deren Zusammenhänge im Auge zu behalten und in schwierigen Situationen schnell die richtigen Entscheidungen zu treffen. Als Hilfsmittel bietet sich ein übergeordnetes Kontroll- und Überwachungssystem an, das in der Lage ist, sich aus den vorliegenden Meßdaten und Informationen einen Überblick über die Situation auf der Anlage zu verschaffen, Störungsursachen zu finden und Abhilfemaßnahmen vorzuschlagen. Für diesen Einsatzzweck wird in einem laufenden Forschungsprojekt ein Expertensystem entwickelt, das hier vorgestellt wird.

#### Danksagung

Die Entwicklung des Expertensystems wird aus Mitteln des BMFT, Vorhaben 02 WA 882 87, gefördert.

Dipl.-Ing. Gösta Ladiges  
Institut für Siedlungswasserwirtschaft  
TU Braunschweig  
Pockelsstraße 4  
D-3300 Braunschweig

LITERATURVERZEICHNIS

- ABELING, U. Betriebsergebnisse der Kläranlage Husum  
Veröffentlichungen des Instituts für  
Siedlungswasserwirtschaft, Heft 47  
TU Braunschweig, 1989
- BOLL, R. Betriebs- und Wartungsanleitung für die Rege-  
lung der Denitrifikation nach dem Nitratgehalt  
Veröffentlichungen des Instituts für Stadt-  
bauwesen, Heft 42, TU Braunschweig, 1987
- FRÖSE, G. RedOx-Prozessor  
Firmenprospekt des Ingenieurbüros  
Fröse/Olderdisen, Braunschweig 1990
- KAYSER, R. Möglichkeiten und Grenzen der Flexibili-  
sierung von Kläranlagen durch Prozeßregelung  
Veröffentlichungen des Instituts für  
Siedlungswasserwirtschaft, Heft 47  
TU Braunschweig, 1989
- LADIGES, G. Betriebsergebnisse der Kläranlage  
Salzgitter-Bad  
Veröffentlichungen des Instituts für  
Siedlungswasserwirtschaft, Heft 47  
TU Braunschweig, 1989
- PATRY, G.G. Dynamic Modelling and Expert Systems  
CHAPMAN, D. in Wastewater Engineering  
Lewis Publishers, Michigan, 1989
- PUPPE, F. Einführung in Expertensysteme  
Springer Verlag, 1988
- TEICHFISCHER, Th. Regelungsprobleme bei der Phosphat-  
elimination  
Vortrag im Rahmen dieser Tagung  
Wien, 1991
- N.N. Entwurf einer Änderung des Anhangs 1  
(Gemeinden) zur Rahmen-AbwasserVwV vom  
08. September 1989  
Stand 03.Juli 1990

REALISIERTE PROJEKTE DER  
aqua-System

Peter Köhle und Arnulf O. Krebs

1. ZUSAMMENFASSUNG

"EDV-Einsatz auf Kläranlagen" bedeutet für aqua-System eine weiterführende - nach der Prozeßebene stattfindende - Aufbearbeitung abwassertechnischer Daten. In diesem Sinne verstehen wir uns auch nicht als Konkurrenten, sondern vielmehr als Partner von Unternehmen im Bereich Prozeßtechnik/Prozeßdatenverarbeitung.

Das vorgestellte Kläranlagen-Management-System KMS zeigt am Beispiel der zentralen Kläranlage Steyr, wie einzelne Komponenten von Hardware, Software und Orgware sinnvoll zusammenwirken.

Ein Ausblick auf Programme zur Dimensionierung, Simulation und in naher Zukunft Systeme mit künstlicher Intelligenz soll zeigen, was heute möglich ist und auch schon in der Praxis eingesetzt wird.

2. EINLEITUNG

Der Einsatz von EDV auf Kläranlagen ist heute keine Frage mehr des "ob", vielmehr ist er die Frage des "wie". Und auch der neue Regelblattentwurf des ÖWWV gibt hier Vorgaben vorallem für die Konzeptionierung und Gestaltung der EDV (ÖWWV, 1990). Gefordert wird zusätzlich die Weiterverarbeitung der Daten etwa in Statistiken, Berechnungen und intelligente Massendatenauswertung.

Und auch der Gesetzgeber fordert in der Wasserrechtsgesetznovelle 1990 ausdrücklich die Ausdehnung des Begriffes Gewässerschutz (OBERLEITNER, 1990), die Emissionsbegrenzung (auch für Teilströme) sowie gesetzliche Bewilligungen für Indirekteinleiter mit dem Schutzziel der Erhaltung der Wirksamkeit der Reinigungsanlage (OBERLEITNER, 1990).

Die Arbeiten im Gesamtbereich Siedlungswasserwirtschaft umfassen zwar eine Vielzahl von Einzelproblemen - Abwasserverschmutzung, Kanalisation, Kläranlage und letztlich auch den Vorfluter - sind aber nicht

# SINN DER EDV AUF DER ARA

- ➔ Erhöhung des Informationsflusses
- ➔ Überwachung von Funktionen und Prozessen
- ➔ Berechnung von Betriebszuständen (Optimierung)
- ➔ Protokollierung von Betriebsdaten
- ➔ Buchführung über die Klärschlammabgabe
- ➔ Planung von Wartung und Unterhalt
- ➔ Erstellung der Jahresberichte  
allgemeine Anwendungen  
(Textverarbeitung, Buchhaltung, Tabellenkalkulation etc.)

isoliert zu betrachten, sondern müssen als einheitliches System aufgefaßt werden. Vorgänge bei einem Indirekteinleiter oder in der Kanalisation haben, abgesehen von weiteren Auswirkungen, auch Auswirkungen auf das gesamte direkt anschließende System. Der Einsatz von EDV-Informationssystemen zur Thematik Einleiter und Kanalisation auf der Kläranlage selbst hat also durchaus seine Berechtigung.

Das bedeutet nun, daß neben der Prozeßstabilität (dem reibungslosen Funktionieren der Anlage) auch weitere Problemstellungen zu berücksichtigen sind, und EDV - vor allem auf preisgünstigen Personal-Computern - ein wichtiger Weg zur Lösung dieser Anforderungen ist: rasche Verfügbarkeit aller Einzelheiten und Offenheit für die Zukunft.

Hier setzen wir mit unserem Leistungsprogramm an, welches im Bereich Software die Entwicklung und den Vertrieb von Programmen sowie die Integration bestehender Insellösungen umfaßt. Die Software ist prinzipiell auf jedem beliebigen Personal Computer (Industriestandard) einsetzbar.

Im Bereich Hardware liefern wir alle benötigten Komponenten bis hin zu komplexen Netzwerken, wobei wir völlige Unabhängigkeit von Hardwareherstellern wahren.

Beratung und Schulung nach Systeminstallation runden unser Leistungsangebot ab. Ein ganzheitliches Konzept zum Vorteil des Anwenders.

Unsere Mitarbeiter sind Spezialisten für komplexe Problemstellungen. Sie verfügen über fundierte Erfahrungen in den Bereichen Abwasser- und Entsorgungstechnik, Software Engineering und Hardwaretechnik sowie Projektmanagement.

Zusätzliches Know-how erhalten wir durch die Zusammenarbeit mit Hochschulen und Forschungsinstituten sowie durch Kooperationen mit in- und ausländischen Partnern.

### 3. KMS KLÄRANLAGEN-MANAGEMENT-SYSTEM

Als eine der Folgen dieser integrativen Sichtweise haben wir ein Kläranlagen-Management-System entwickelt, welches beispielsweise beim REINHALTEVERBANMD STEYR UND UMGEBUNG erstmalig in Österreich eingesetzt wurde (KREBS, 1990).



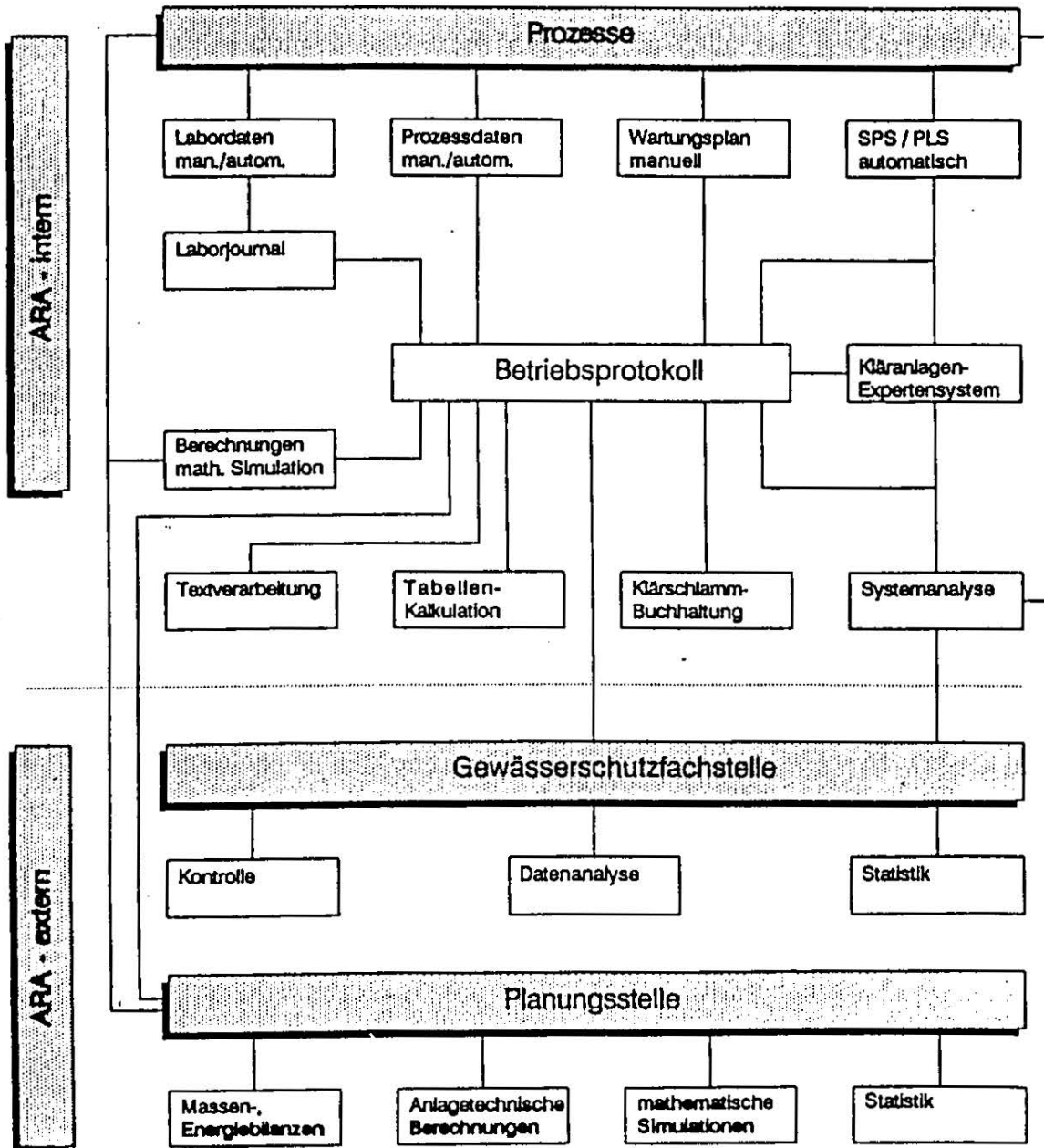


Abb. 2: KMS Kläranlagen-Management-System

Das EDV-Management-System besteht aus der Integration von bereits in der Praxis erprobten EDV-Programmen, welche eine aktive Unterstützung bei der Betriebsführung und Optimierung bilden. Als zentrales Element der Hardware steht hierzu der PC im Mittelpunkt. Alle relevanten Programme können untereinander sowie mit vorhandener PLS bzw. SPS kommunizieren.

Die wichtigsten Komponenten und ihre Verknüpfungen zueinander, welche später noch ausführlicher beschrieben werden, zeigt Abbildung 2.

### 3.1 Ausgangssituation

Die Zentrale Kläranlage Steyr war mit einem Prozeßleitsystem ausgerüstet, das neben der Steuerung der Anlage sowie der Protokollierung der aktuellen Meßwerte auch mit einem Alarmierungssystem ausgelegt war. Die Daten wurden erfaßt über Zählerstände, Trommelschreiber und mit weiteren analogen Anzeigen. Die Erstellung der Protokollblätter erfolgte von Hand; ebenso wurden Wartungsarbeiten mit Karteikarten verwaltet. Der Schriftverkehr erfolgte mittels Schreibmaschinen.

### 3.2 Anforderungen

Wir wurden von den Betreibern der Kläranlage im Herbst 1988 gebeten, ein Angebot betreffend folgender Anforderung zu legen:  
Ausrüstung der ARA mit EDV für die Erstellung der Betriebsprotokolle sowie für die Verwaltung von Wartungsarbeiten und weiteren dispositiven Aufgaben der Betriebsführung. Die Anbindung des Systems an das vor Ort vorhandene Prozeßleitsystem war als Option vorzusehen; ebenso die Möglichkeit, Daten mit übergeordneten Behörden mittels Telekommunikation auszutauschen. Eine Komplettlösung mit Hardware, Software, Orgware, Installation und Einschulungen war anzubieten.

### 3.3 Hardware

Unter Bedachtnahme der zu bewältigenden Aufgaben sowie in Hinblick auf geplante Erweiterungen des Systems wählten wir einen damals voll dem Stand der Technik entsprechenden Personal-Computer PC-AT im Industriestandard mit farbgrafischem Bildschirm (VGA), zwei idente Fest-

platten (siehe Orgware) mit je 80 MB Speicherkapazität und einen Laser-Drucker für qualitativ hochwertige Ausdrücke (grafikfähig, schnell und leise).

Auf der Basis heutiger Überlegungen kann nur empfohlen werden, leistungsfähige PCs auf DOS-Basis - zumindest ein 386SX - einzusetzen. Dabei ist darauf zu achten, daß in Zukunft zunehmend Rechnernetze zum Einsatz kommen, wobei auch die Verbindung zu anderen Rechnerfamilien problemlos möglich ist.

### 3.4 Orgware

Unter Orgware ist die Einbindung der Programme in das Betriebssystem, Sicherungs- und Archivierungssysteme sowie weitere organisatorische Konzepte zur einfachen und sicheren Bedienung des Systems zu verstehen. Für den RHV Steyr wurde eine spezielle Menüoberfläche mit Hilfesystem installiert.

Alle Programme sind einfach aufrufbar, sodaß zur Bedienung keine Kenntnisse des Betriebssystems erforderlich sind. Im Interesse der Datensicherheit wurde ein 2-Festplatten-Konzept gewählt, welches beim Ausstieg aus dem System den Inhalt der ersten Festplatte auf die zweite spiegelt. Im Fall etwaiger Störungen oder Fehler der ersten Platte ist das System durch einen kleinen Eingriff innerhalb von Minuten wieder in der gewohnten Umgebung mit allen Daten voll funktionsfähig.

Seit Mitte 1990 sind wir dazu übergegangen, neue und bestehende Programme unter WINDOWS 3.0 zu integrieren, um so die Vorteile der 32-Bit-Rechner mit Speicherplatz und Multitasking besser ausnützen zu können.

### 3.5 Software

Im Bereich der Kläranlagen ist zu unterscheiden zwischen den operativen und den dispositiven Aufgaben der Betriebsführung. Außerdem fallen bei der Planung und dem Bau und im allgemeinen Bereich Aufgaben an, die EDV-gestützt durchgeführt werden können. Der oft vorhandene Wunsch nach Verknüpfung der Prozeßleittechnikenebene mit der Auswertung muß

deutlich abgelehnt werden. Die Aufgabenverteilung ist eigentlich sehr klar und es besteht heutzutage keine Notwendigkeit mehr wie früher, Aufgaben, die nicht in den Bereich der Prozeßleittechnik hineingehören, auf den dortigen Rechnern ablaufen zu lassen. Das vermindert weder Kosten noch ergeben sich sonstige Vorteile.

In allen Bereichen der technischen Verwaltung fallen Aufgaben an, wie sie in allen sonstigen Verwaltungen außerhalb des öffentlichen Dienstes auch vorhanden sind. Dort ist es selbstverständlich, für diese Aufgaben EDV und vor allen Dingen PCs einzusetzen. Es besteht kein Zweifel, daß auch im Bereich der öffentlichen Verwaltung die anfallende Arbeit besser und einfacher zu erledigen ist, wenn die Möglichkeit besteht, entsprechende Programme einzusetzen.

Beim RHV Steyr sind bis heute Betriebsprotokolle für die Kläranlage und die mitverwaltete Deponie, ein Wartungsplan, Statistik und Kalkulation sowie Textverarbeitung eingesetzt. In Diskussion ist der Einsatz von Programmen zur Indirekteinleiterkontrolle sowie zur Verwaltung der Kanalisation. Diese und alle weiteren nachfolgend beschriebenen Programme sind mehrfach in Österreich, Deutschland und der Schweiz eingesetzt, wobei wir Referenzen auf Anfrage bekanntgeben.

### 3.5.1 Betriebsprotokolle

Bei diesem System handelt es sich um ein komplexes Programm zur Erstellung von Protokollen für Kläranlagen und/oder Fachstellen. Das Programm wird der jeweiligen Kläranlage bzw. Fachstelle individuell angepaßt und auf dem EDV-Sektor fertig installiert. In diesem Programmpaket sind die Monats- und Jahresauswertungen bereits enthalten. Einen Überblick ermöglicht die ON-LINE-Grafik, mit der einzelne Daten jederzeit übersichtlich tabellarisch oder grafisch visualisiert werden können. Neben Labordaten lassen sich mit diesem Programm sämtliche erwünschten Betriebsdaten und Störmeldungen protokollieren und auswerten. Die Dateneingabe erfolgt manuell über die Tastatur oder automatisch von einer SPS oder PLS via dem Programm KLÄRMES oder einer anderen Schnittstelle.

## **Bewertungskriterien für die Wahl einer Betriebsprotokoll-Software**

- ➔ Anwenderfreundliche Menüführung
- ➔ Übersichtliche Eingabemasken
- ➔ Möglichkeit Daten von SPS oder PLS zu übernehmen
- ➔ Gezielter Zugriff auf spezielle Daten  
Überprüfung der eingegebenen sowie berechneten Parameter
- ➔ Ausgabe gut lesbarer Protokolle, nach Verfahrensbereich sortiert
- ➔ Statistische Auswertung der Parameter
- ➔ Grafische Auswertung
- ➔ Möglichkeit der Weiterverarbeitung der Daten in einem Kalkulationsmodell und/oder in einem Tabellenkalkulationsprogramm
- ➔ Möglichkeit der Datenweitergabe (Modem, Diskette) an Aufsicht- und Kontrollbehörden sowie Planungsstellen

### Vorgangswise zur Erstellung von Betriebsprotokollen

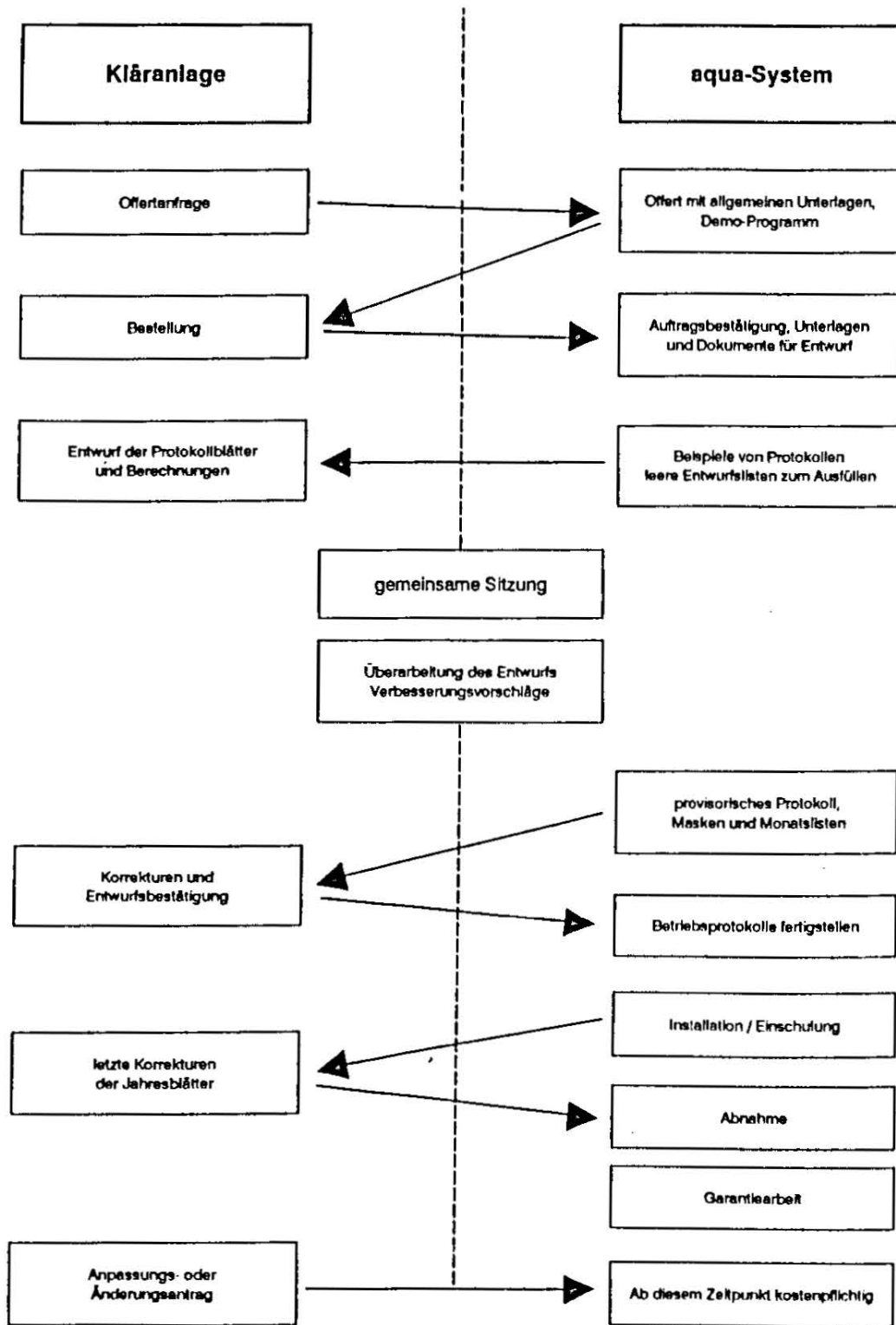


Abb. 4: Schrittweise Realisierung

F1 : Hilfe F10: Rechner	Manuelle Datenerfassung Schlammdaten	Ablese Datum 12.01.89
Parameter	Straße I	Straße II
SV Belebungsbecken .....ml/l:	0	0
TS Belebtschlamm .....g/l:	0.00	0.00
GV Belebtschlamm .....%:	0.0	0.0
Sauerstoffgehalt min. ....mg/l:	0.00	0.00
Sauerstoffgehalt max. ....mg/l:	0.00	0.00
Rücklaufschlamm Menge .....l/s:	0	0
SV Rücklaufschlamm .....ml/l:	0	0
TS Rücklaufschlamm .....g/l:	0.00	0.00
GV Rücklaufschlamm .....%:	0.0	0.0
US Menge .....m3/d:	0	0
US Trockensubstanz .....g/l:	0.00	0.00
Nachklärbecken:		
Sichttiefe ..... cm:	0	0
Schlamm Spiegel ..... cm:	0	0
F2/F3 = Datum vor/zurück , F4 = Notizen , PgDn/PgUp = Datenblatt vor/zurück		

F1 : Hilfe F10: Rechner	Manuelle Datenerfassung Schlammbehandlung Straße I	Ablese Datum 12.01.89			
Schlammart:	Menge [m3]	TS [g/l]	GV [%]	pH [-]	abs.Stoffe [ml/l]
Frischschlamm .....	0.0	0.00	0.00	0.00	.....
Faulschlamm .....	0.0	0.0	0.0	0.00	.....
Trübwasser .....	.....	0.0	.....	.....	0.0
Abgabe Deponie .....	0.0	0.0	.....	0.00	.....
Sand .....	0.0	.....	.....	.....	.....
Rechengut .....	0.0	.....	.....	.....	.....
Schlammfäulung:					
Temp. Faulraum .....	°C: 0.0	pH-Wert Fäulung .....	-: 0.00		
CO2-Gehalt Gas .....	%: 0.00	Beschickungszeit .....	h: 0.0		
TS Umwälzschlamm .....	g/l: 0.0	Umwälzzeit .....	h: 0.0		
TS Ablauf Fäulung .....	g/l: 0.0				
F2/F3 = Datum vor/zurück , F4 = Notizen , PgDn/PgUp = Datenblatt vor/zurück					

F1 : Hilfe F10: Rechner	Manuelle Datenerfassung Schlammbehandlung Straße II	Ablese Datum 12.01.89			
Schlammart:	Menge [m3]	TS [g/l]	GV [%]	pH [-]	abs.Stoffe [ml/l]
Faulschlamm .....	0.0	0.0	0.0	0.00	.....
Trübwasser .....	.....	0.0	.....	.....	0.0
Abgabe Deponie .....	0.0	0.0	.....	0.00	.....
Sand .....	0.0	.....	.....	.....	.....
Rechengut .....	0.0	.....	.....	.....	.....
Schlammfäulung:					
Temp. Faulraum .....	°C: 0.0	pH-Wert Fäulung .....	-: 0.00		
CO2-Gehalt Gas .....	%: 0.00	Beschickungszeit .....	h: 0.0		
TS Umwälzschlamm .....	g/l: 0.0	Umwälzzeit .....	h: 0.0		
TS Ablauf Fäulung .....	g/l: 0.0				
F2/F3 = Datum vor/zurück , F4 = Notizen , PgDn/PgUp = Datenblatt vor/zurück					

Abb. 5: Beispiele für Eingabemasken

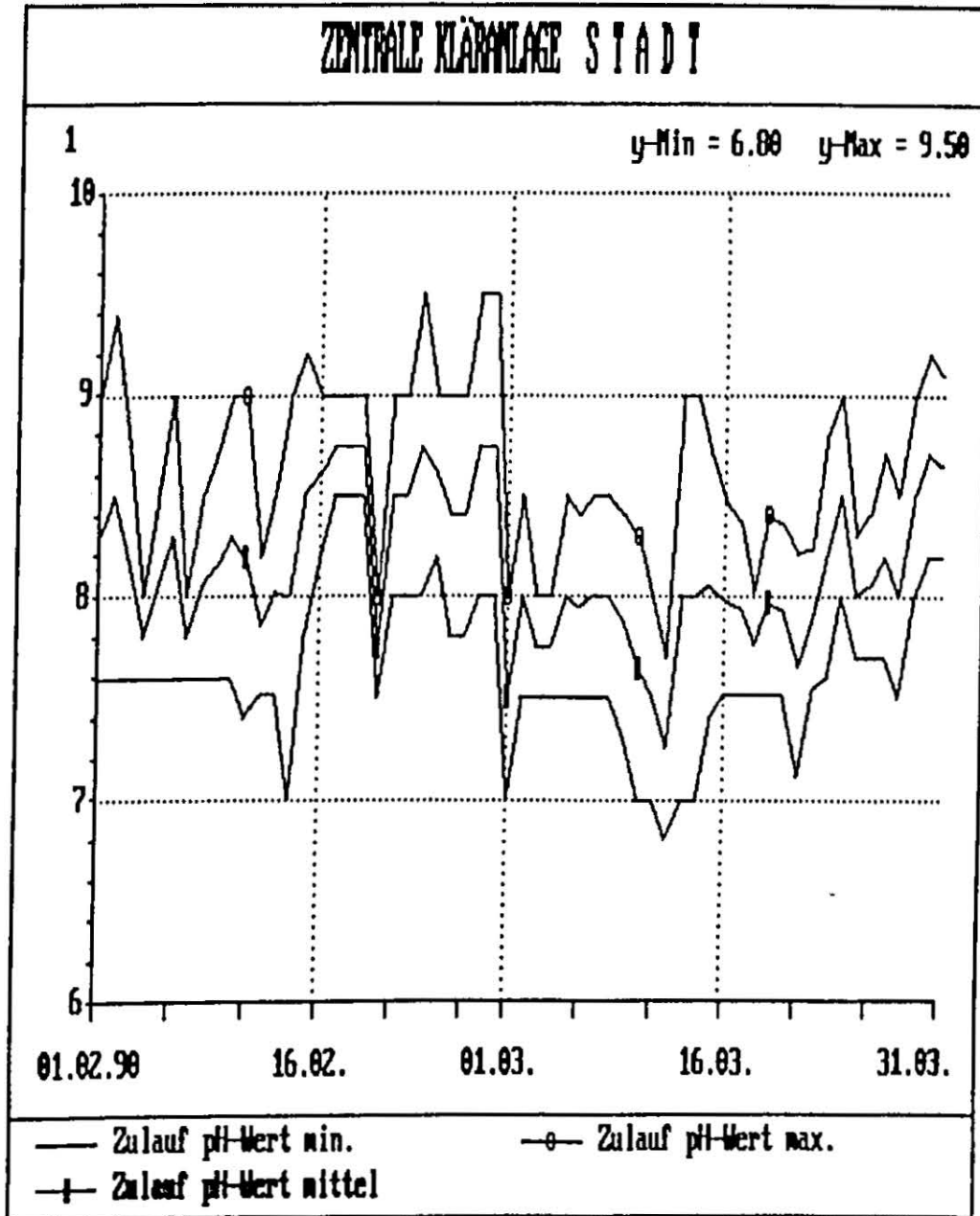


Abb. 6: Beispiel mit Ganglinien



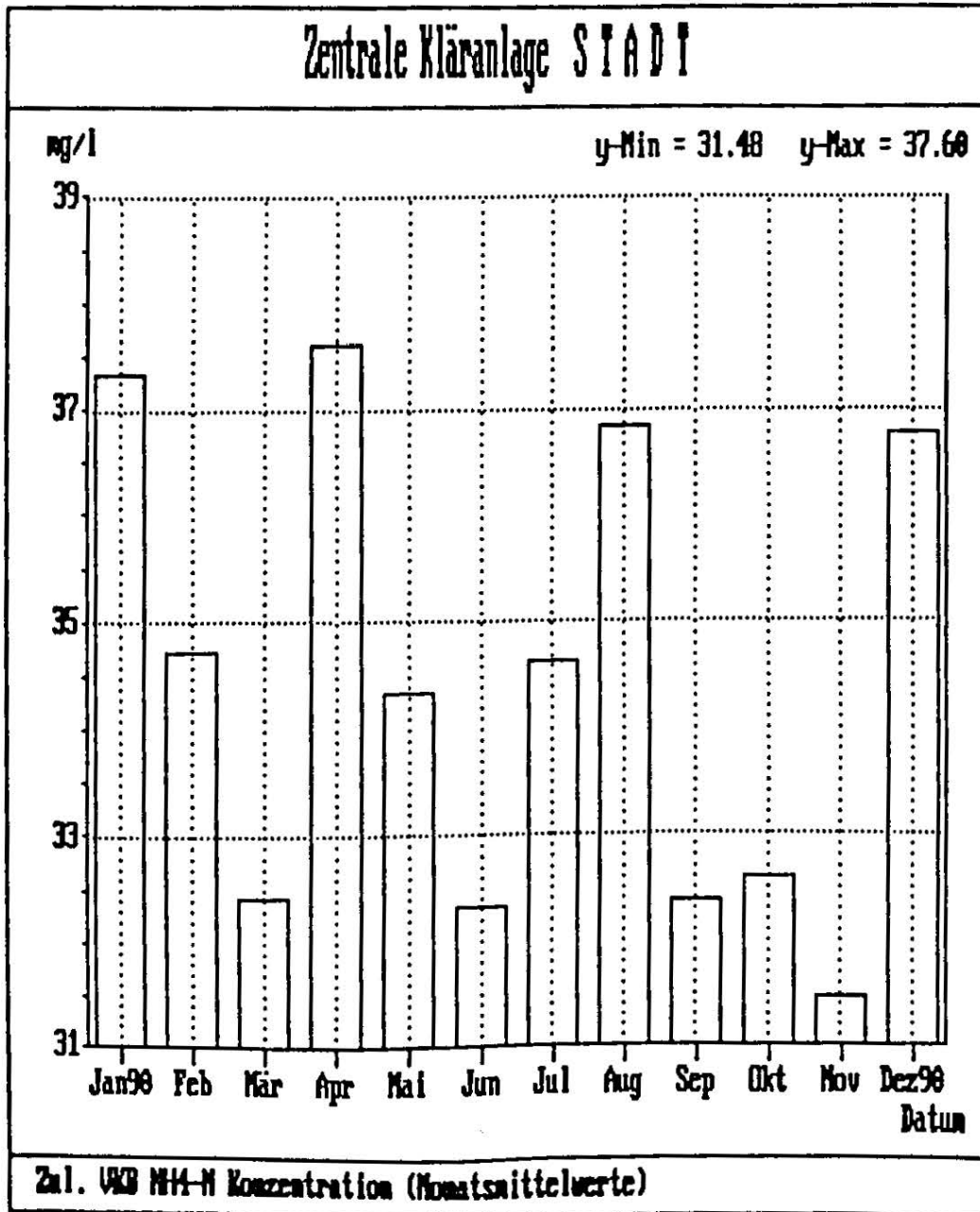


Abb. 7: Beispiel mit Mittelwerten

Allgemeine Daten		BSB5				CSB				Absetzbare Stoffe			Zulauf Nährstoffe							
Datum	Wetter	Zul. oder Abl. Vorklärbecken		Ablauf..... Nachklärbecken		Zul. oder Abl. Vorklärbecken		Ablauf..... Nachklärbecken		Zulauf	VKB	Ablauf	MH4-N	NH4-N	NO3-N	NO3-N	NO2-N	NO2-N	PO4-P	PO4-P
		mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	ml/l	ml/l	ml/l	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d
01.04.90,So	TV	210	2431	4.00	46	200	2315	20.00	231	2.0	0.0	0.0	30.00	347	2.00	23	0.700	8.1	1.50	17
02.04.90,Mo	TW	330	5433	20.00	329	380	6256	20.00	329	11.0	0.0	0.0	75.00	1235	1.50	25	3.000	49.4	20.20	333
03.04.90,Di	RW	300	5762	11.00	211	380	7298	25.00	480	35.0	0.0	0.0	50.00	960	3.50	67	0.300	5.8	16.00	307
04.04.90,Mi	TW	160	2518	9.00	142	320	5035	15.00	236	26.0	0.0	0.0	62.50	983	3.50	55	1.000	15.7	11.30	178
05.04.90,Do	TW	120	1785	4.00	59	450	6692	25.00	372	26.0	0.0	0.0	50.00	744	0.50	7	0.700	10.4	9.70	144
06.04.90,Fr	TW	220	3483	1.00	16	220	3483	3.00	47	28.0	0.0	0.0	42.50	673	5.00	79	1.250	19.8	11.00	174
07.04.90,Sa	RW	150	7731	10.00	515	250	12885	25.00	1289	9.0	0.0	0.0	25.00	1289	4.00	206	0.600	30.9	3.22	166
08.04.90,So	TV	230	5449	20.00	474	320	7582	11.00	261	14.0	0.0	0.0	27.50	652	5.00	118	0.800	19.0	5.60	133
09.04.90,Mo	TV	100	2044	10.00	204	280	5722	5.00	102	15.0	0.0	0.0	33.75	690	4.00	82	0.750	15.3	2.82	58
10.04.90,Di	TW	280	4427	8.00	126	460	7272	25.00	395	15.0	0.0	0.0	41.25	652	2.50	40	0.650	10.3	5.80	92
11.04.90,Mi	TW	210	5303	6.00	152	390	9848	25.00	631	13.0	0.0	0.0	30.00	758	1.50	38	0.500	12.6	4.00	101
12.04.90,Do	RW	180	4070	10.00	226	350	7914	30.00	678	7.0	0.0	0.0	16.00	362	6.50	147	0.350	7.9	14.50	328
13.04.90,Fr	TW	280	4312	1.00	15	390	6006	15.00	231	12.0	0.0	0.0	50.00	770	1.00	15	0.600	9.2	20.00	308
14.04.90,Sa	TW	100	1298	1.00	13	410	5321	20.00	260	15.0	0.0	0.0	10.00	130	0.50	6	0.400	5.2	14.50	188
15.04.90,So	TV	170	2246	9.00	119	290	3831	10.00	132	17.0	0.0	0.0	40.00	528	1.50	20	0.750	9.9	8.00	106
16.04.90,Mo	TV	120	1270	5.00	53	350	3704	20.00	212	13.0	0.0	0.0	62.50	662	0.50	5	0.550	5.8	16.00	169
17.04.90,Di	TW	500	7850	10.00	157	500	7850	10.00	157	12.0	0.0	0.0	50.00	785	5.10	80	0.050	0.8	5.60	88
18.04.90,Mi	TW	160	2430	20.00	304	450	6833	20.00	304	14.0	0.0	0.0	50.00	759	1.10	17	0.500	7.6	4.60	70
19.04.90,Do	RW	320	10472	12.00	393	250	8181	35.00	1145	6.0	0.0	0.0	32.00	1047	1.00	33	0.250	8.2	3.10	101
20.04.90,Fr	GW	150	2504	15.00	250	460	7679	28.00	467	6.0	0.0	0.0	37.50	626	0.50	8	0.200	3.3	4.80	80
21.04.90,Sa	TW	210	2781	18.00	238	290	3841	19.00	252	6.0	0.0	0.0	30.00	397	2.10	28	0.200	2.6	6.40	85
22.04.90,So	TV	200	2358	9.00	106	310	3655	75.00	884	5.0	0.0	0.0	62.50	737	1.00	12	0.250	2.9	16.00	189
23.04.90,Mo	RW	230	10543	5.00	229	300	13752	50.00	2292	6.0	0.0	0.0	25.00	1146	12.00	550	0.200	9.2	20.00	917
24.04.90,Di	RW	130	2808	17.00	367	330	7128	70.00	1512	6.0	0.0	0.0	50.00	1080	1.50	32	0.600	13.0	20.20	436
25.04.90,Mi	RW	70	2961	20.00	846	350	14806	45.00	1904	18.0	0.0	0.0	25.00	1058	2.40	102	0.500	21.2	6.80	288
26.04.90,Do	RW	190	4644	8.00	196	260	6355	50.00	1222	4.0	0.0	0.0	17.50	428	2.00	49	1.000	24.4	6.80	166
27.04.90,Fr	RW	130	4975	14.00	536	200	7654	65.00	2488	3.0	0.0	0.0	20.00	765	3.80	145	0.275	10.5	3.22	123
28.04.90,Sa	TV	260	4365	10.00	168	300	5036	35.00	588	5.0	0.0	0.0	25.00	420	2.00	34	0.450	7.6	4.03	68
29.04.90,So	TV	190	2564	4.00	54	300	4049	55.00	742	4.0	0.0	0.0	25.00	337	1.30	18	0.500	6.7	4.19	57
30.04.90,Mo	TV	70	1091	4.00	62	380	5922	30.00	467	6.0	0.0	0.0	32.50	506	2.00	31	1.250	19.5	6.40	100
Anzahl	Werte	30	30	30	30	30	30	30	30	30	0	0	30	30	30	30	30	30	30	30
Höchster Wert		500	10543	20.00	846	500	14806	75.00	2488	35.0	0.0	0.0	75.00	1289	12.00	550	3.000	49.4	20.20	917
Kleinster Wert		70	1091	1.00	13	200	2315	3.00	47				10.00	130	0.50	5	0.050	0.8	1.50	17
Mittel	Wert	199	4064	9.83	220	337	6797	29.37	677	12.0			37.60	718	2.69	69	0.637	12.4	9.21	186
Summen	Wert		121908		6606		203905		20310					21526		2072		372.8		5570

Abb. 8: Beispiel für DIN A4-Protokollausdruck

Allgemeine Daten		Schlamm- alter Straße...		Wirkungsgrad			Einwohnergleich- werte		Rücklaufschlamm- verhältnis		Raumbelastung		Schlammbelastung		Verhältnisse			
Datum	Wetter	I	II	BSB5	CSB	NH4-N	BSB5	CSB	I	II	I	II	I	II	Gasprod. pro EGV l/EGW.d	O2/NH4-N Entfernt %	NH4/NO3 -N Ablauf %	BSB5/CSB Ablauf %
		d	d	%	%	%	EGW	EGW	%	%	kg/m3.d	kg/m3.d	kg/kg.d	kg/kg.d				
01.04.90,So	TV	13.9	15.5	98.1	90.0	95.0	40517	21435	0.0	0.0	0.234	0.234	0.000	0.000	43	13.68	12.50	20.00
02.04.90,Mo	TV	14.0	14.7	93.9	94.7	83.3	90550	57926	0.0	0.0	0.522	0.522	0.174	0.174	21	5.76	156.25	100.00
03.04.90,Di	RW	16.5	15.7	96.3	93.4	87.5	96033	67574	0.0	0.0	0.554	0.554	0.178	0.144	19	7.20	78.13	44.00
04.04.90,Mi	TV	13.3	13.3	94.4	95.3	94.0	41967	46620	0.0	0.0	0.242	0.242	0.083	0.070	45	5.96	50.00	60.00
05.04.90,Do	TV	15.3	17.0	96.7	94.4	97.5	29750	61963	0.0	0.0	0.172	0.172	0.057	0.048	71	12.31	15.63	16.00
06.04.90,Fr	TV	16.7	20.2	99.5	98.6	94.2	58050	32250	0.0	0.0	0.335	0.335	0.109	0.095	40	9.24	15.31	33.33
07.04.90,Sa	RW	16.7	20.2	93.3	90.0	86.0	128850	119306	0.0	0.0	0.743	0.743	0.000	0.000	13	27.91	18.42	40.00
08.04.90,So	TV	16.7	20.2	91.3	96.6	87.6	90817	70204	0.0	0.0	0.524	0.524	0.000	0.000	15	15.15	69.39	181.82
09.04.90,Mo	TV	18.5	17.6	90.0	98.2	97.3	34067	52981	0.0	0.0	0.197	0.197	0.059	0.062	54	10.96	8.18	200.00
10.04.90,Di	TV	3.7	17.6	97.1	94.6	95.3	73783	67333	0.0	0.0	0.851	0.851	0.284	0.000	30	6.36	17.73	32.00
11.04.90,Mi	TV	4.0	17.6	97.1	93.6	96.5	88383	91185	0.0	0.0	1.020	1.020	0.258	0.000	24	7.77	8.75	24.00
12.04.90,Do	RW	3.8	17.6	94.4	91.4	98.4	17833	73278	0.0	0.0	0.783	0.783	0.222	0.000	32	19.05	4.55	33.33
13.04.90,Fr	TV	3.8	17.6	99.6	96.2	75.0	71867	55611	0.0	0.0	0.829	0.829	0.000	0.000	26	5.33	1250.00	6.67
14.04.90,Sa	TV	3.8	17.6	99.0	95.1	62.5	21633	49269	0.0	0.0	0.250	0.250	0.000	0.000	78	24.00	62.50	5.00
15.04.90,So	TV	3.8	17.6	94.7	96.6	93.8	37433	35472	0.0	0.0	0.432	0.432	0.000	0.000	43	4.67	25.00	90.00
16.04.90,Mo	TV	3.8	17.6	95.8	94.3	98.0	21167	34296	0.0	0.0	0.244	0.244	0.000	0.000	64	2.04	11.90	25.00
17.04.90,Di	TV	3.8	17.6	98.0	98.0	95.5	130833	72685	0.0	0.0	1.510	1.510	0.000	0.604	13	3.66	11.25	100.00
18.04.90,Mi	TV	3.8	4.5	87.5	95.6	91.0	40500	63269	0.0	0.0	0.467	0.467	0.000	0.144	53	3.30	32.14	100.00
19.04.90,Do	RW	3.8	6.3	96.3	86.0	93.4	174533	75750	0.0	0.0	2.014	2.014	0.000	0.503	13	10.87	26.25	34.29
20.04.90,Fr	GW	12.2	17.2	90.0	93.9	90.0	41733	71102	0.0	0.0	0.241	0.241	0.103	0.201	54	8.59	50.00	53.57
21.04.90,Sa	TV	12.2	17.2	91.4	93.4	83.3	46350	35565	0.0	0.0	0.267	0.267	0.000	0.000	56	12.00	45.45	94.74
22.04.90,So	TV	12.2	17.2	95.5	75.8	97.6	39300	33843	0.0	0.0	0.227	0.227	0.000	0.000	45	9.84	14.29	12.00
23.04.90,Mo	RW	33.5	10.7	97.8	83.3	90.0	175717	127333	0.0	0.0	1.014	1.014	0.390	0.596	1	23.33	250.00	10.00
24.04.90,Di	RW	7.4	13.9	86.9	78.8	90.0	46800	66000	0.0	0.0	0.270	0.270	0.150	0.108	99	8.56	90.91	24.29
25.04.90,Mi	RW	15.4	14.7	71.4	87.1	94.5	49350	137093	0.0	0.0	0.285	0.285	0.087	0.114	63	13.33	10.96	44.44
26.04.90,Do	RW	15.3	15.1	95.8	80.8	93.1	77400	58843	0.0	0.0	0.447	0.447	0.136	0.175	37	20.25	120.00	16.00
27.04.90,Fr	RW	15.3	17.2	89.2	67.5	80.0	82917	70870	0.0	0.0	0.478	0.478	0.137	0.171	35	20.31	66.67	21.54
28.04.90,Sa	TV	15.3	17.2	96.2	88.3	95.0	72750	46630	0.0	0.0	0.420	0.420	0.000	0.000	30	14.74	22.73	28.57
29.04.90,So	TV	15.3	17.2	97.9	81.7	99.7	42733	37491	0.0	0.0	0.247	0.247	0.000	0.000	40	14.04	1.11	7.27
30.04.90,Mo	TV	25.9	38.6	94.3	92.1	98.5	18183	54833	0.0	0.0	0.105	0.105	0.041	0.038	110	13.28	4.55	13.33
Anzahl Werte		30	30	30	30	30	30	30	0	0	30	30	16	16	30	30	30	30
Nächster Wert							175717	137093	0.0	0.0								
Kleinster Wert							18183	21435	0.0	0.0								
Mittel Wert		12.0	16.7	94.0	90.5	91.1	67727	62934	0.0	0.0	0.531	0.531	0.154	0.203	42	11.78	85.02	49.04
Summen							2031799	1088010										

Abb. 9: Beispiel für DIN A4-Protokollausdruck

Allgemeine Daten		Trübwasser von Deponie									Fäkanlieferung						
Datum	Wetter	Menge	BSB5	CSB	NH4-N	NO3-N	NO2-N	PO4-P	pH-Wert	Absetzbare Stoffe	Menge	BSB5	CSB	NH4-N	PO4-P	pH-Wert	Trocken- substanz
		m3/d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d	-	ml/l	m3/d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d	-	kg/d
01.04.90,So	TW	114.0	4.6	28.5	5.7	0.2	0.0	0.1	8.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
02.04.90,Mo	TW	202.0	0.0	80.8	15.2	0.2	0.0	12.9	0.00	0.0	8.5	16.0	20.4	0.2	0.2	0.00	0.0
03.04.90,Di	RW	101.0	1.0	15.2	10.1	5.1	0.0	0.7	10.00	0.0	17.0	29.0	68.0	0.2	0.5	7.20	0.0
04.04.90,Mi	TW	207.0	0.0	124.2	0.0	0.0	0.0	0.0	12.45	350.0	9.0	15.0	15.3	0.1	0.1	7.50	0.0
05.04.90,Do	TW	100.0	0.0	38.0	25.0	12.5	0.0	0.3	10.29	0.0	12.0	0.0	19.2	0.2	0.1	7.50	0.0
06.04.90,Fr	TW	249.0	10.0	132.0	4.7	0.6	0.0	0.8	12.20	0.0	40.0	0.0	132.0	0.6	0.0	0.00	0.0
07.04.90,Sa	RW	65.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
08.04.90,So	TW	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
09.04.90,Mo	TW	1.0	0.3	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	12.57	40.0	8.5	0.0	10.6	0.4	0.0	7.91	0.0
10.04.90,Di	TW	164.0	1.6	95.1	51.3	2.1	0.0	0.1	12.65	1.2	38.0	0.0	64.6	0.4	1.5	7.70	0.0
11.04.90,Mi	TW	74.0	3.0	42.9	25.9	1.4	0.0	0.0	12.64	1.5	2.5	0.0	4.3	0.1	0.0	7.80	0.0
12.04.90,Do	RW	161.0	3.2	67.6	18.7	0.3	0.0	0.1	7.88	0.5	10.0	0.0	9.1	0.4	0.2	8.12	0.0
13.04.90,Fr	TW	161.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
14.04.90,Sa	TW	21.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
15.04.90,So	TW	56.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
16.04.90,Mo	TW	42.0	0.0	18.9	3.2	2.1	0.0	0.1	12.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
17.04.90,Di	TW	142.0	0.0	56.8	71.0	0.7	0.0	0.0	10.40	75.0	6.0	0.0	27.0	0.1	0.0	6.50	0.0
18.04.90,Mi	TW	198.0	4.0	108.9	74.3	19.8	0.0	0.5	12.32	1.0	6.0	13.0	12.0	0.4	0.1	7.00	0.2
19.04.90,Do	RW	142.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	47.0	60.0	141.0	0.6	0.1	7.18	0.5
20.04.90,Fr	GW	147.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	45.0	0.0	360.0	2.2	1.4	7.64	2.9
21.04.90,Sa	TW	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
22.04.90,So	TW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
23.04.90,Mo	RW	191.0	0.0	152.8	19.1	9.6	1.0	1.5	8.66	0.0	3.0	0.0	9.0	0.2	0.1	7.80	0.0
24.04.90,Di	RW	158.0	0.0	126.4	19.8	7.9	0.2	3.2	8.96	0.0	5.0	0.0	20.0	0.1	0.1	7.50	0.0
25.04.90,Mi	RW	127.0	1.3	53.3	12.7	0.1	0.0	0.3	9.86	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
26.04.90,Do	RW	235.0	2.4	141.0	29.4	0.1	0.1	1.4	11.20	0.0	15.0	25.0	15.0	0.2	0.2	7.80	0.0
27.04.90,Fr	RW	167.0	1.7	130.3	20.9	10.0	0.1	0.5	11.82	0.0	2.0	0.0	2.0	0.1	0.1	8.70	0.0
28.04.90,Sa	TW	98.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
29.04.90,So	TW	76.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
30.04.90,Mo	TW	182.0	0.0	72.8	32.8	0.1	1.6	0.1	11.70	0.0	5.5	12.0	11.0	0.4	0.1	7.96	0.0
Anzahl	Werte	29	13	19	18	17	5	15	18	7	18	7	18	18	14	16	3
Höchster Wert		249.0	10.0	152.8	74.3	19.8	1.6	12.9	12.65	350.0	47.0	60.0	360.0	2.2	1.5	8.70	2.9
Kleinster Wert		1.0	0.2	0.6	0.4	0.1	0.1	0.1	7.88	0.5	2.0	12.0	2.0	0.1	0.1	6.50	0.2
Mittelwert		124.4	2.9	78.2	24.5	4.3	0.6	1.5	10.94	67.0	15.6	24.0	52.3	0.4	0.3	7.61	1.2
Summen		3609.0	37.6	1486.1	440.2	72.8	3.0	22.6			280.0	170.0	940.5	6.9	4.8		

Abb. 10: Beispiel für DIN A4-Protokollausdruck

Erfasste Daten können sofort ausgewertet werden und ermöglichen daher eine Optimierung der Betriebsführung. Das Programm ersetzt somit komplett die Führung von handschriftlichen Betriebsprotokollblättern. Alle Labordaten können händisch eingegeben werden. Die zeitliche Zuordnung ist immer gegeben. Die Werte können sowohl laufend (tägliche Auswertungen) als auch im nachhinein eingetragen werden. Alle eingegebenen oder übernommenen Daten werden auf Fehler überprüft und der Klärwärter wird gewarnt. Ebenso werden berechnete Werte bezüglich Fehler untersucht. Gefundene Fehler werden aufgelistet und am Bildschirm angezeigt und können ausgedruckt werden.

Vorgegebene Tages-, Wochen-, Monats- und Jahresauswertungen oder Auswertungen über einen beliebigen Zeitraum werden in A4-Format erstellt (nach ÖWWV Regelblatt 13, ATV, VSA), auch können individuelle Protokollblätter vom Anwender selbst erstellt werden.

Grafiken können nicht nur über einen frei wählbaren Zeitraum dargestellt, beliebig miteinander verknüpft und ausgedruckt werden, das Programm erlaubt auch das "Rechnen mit Grafiken" wie z.B. die Addition zweier Ganglinien.

Die individuelle Gestaltung der Protokollblätter selbst ist ein Prozeß ständiger Kommunikation zwischen ARA und aqua-System. Die Festlegung von erforderlichen Berechnungen, Wertebereichen und Plausibilitätskontrollen erfolgt in mehreren gemeinsamen Sitzungen (Abb. 4). Der endgültige Abschluß dieser Phase ist erst nach Vorliegen von Jahresdaten sinnvoll.

Dieses Vorgehen ist eine der Grundlagen für die Qualität der Protokollblätter und Grafiken. Im Fixpreis inbegriffen ist die individuelle Erstellung von 10 DIN A4-Protokollblättern und ebenso die Möglichkeiten, eigene Masken und Ausgabeblätter zu definieren. Die oft langen gemeinsamen Besprechungen sind Voraussetzung, um befriedigende Ergebnisse für den Anwender zu erzielen (siehe Abbildungen 5 bis 10).

### 3.5.2 Wartungsplan

Das Wartungsprogramm erlaubt einen vollständigen Ersatz der Schlagkartei, der Ersatzteilkarten, der Ordner mit Unterlagen des Herstellers und der Handzettel mit unter Umständen wichtigen Bemerkungen. Betriebsstundenzähler können direkt von einer SPS/PLS - Schnittstelle in das Programm übernommen werden.

Sind die gewünschten Geräte erst einmal im Programm erfaßt, so werden automatisch Arbeitspläne erstellt, aus denen ersichtlich ist, welche Geräte gewartet werden müssen. Ausschlaggebend für die Auslösung einer Nachricht ist ein Betriebsstundenintervall oder eine bestimmte Standzeit, die für jedes Gerät definiert wurde.

Je nach Vorbereitungszeit für die jeweilige Arbeit wird die Mitteilung mit einer längeren oder kürzeren Vorwarnzeit ausgegeben. Wird die Arbeit vergeben, kann direkt eine Auftragsanfrage gedruckt werden.

Für jede Arbeit kann eine detaillierte Checkliste, Schmierplan bzw. Revisionsbeschreibung ausgedruckt werden.

Das Modul "Lagerverwaltung" ist direkt in den Wartungsplan implementierbar und ermöglicht eine rasche Suche nach Ersatzteilen, die z.B. für Servicearbeiten erforderlich sind. Es kann die Anzahl der benötigten, noch lagernden Teile, sowie der Ort der Lagerung sofort ermittelt werden. Durch den gesamthaften Überblick über alle vorhandenen Ersatzteile können rechtzeitig Nachbestellungen erfolgen. Die Komplettversion enthält die Lagerverwaltung, Kostenüberwachung, Betriebs- und Serviceanleitung etc. (inklusive Schwachstellenanalyse).

### 3.5.3 KlärschlammBuchhaltung

Das Programmsystem ist dazu bestimmt, die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung gemäß den Richtlinien der ATV bzw. des ÖWWV sowie den Verordnungen der Bundesländer protokollarisch festzuhalten und zu kontrollieren. Auf Tastendruck stehen Informationen wie Schadstoff- und Düngebilanzen, säumige Landwirte etc. zur Verfügung. Eine auf der jeweiligen Schlammanalyse beruhende Schadstoffbilanz erlaubt eine optimale Verteilung auf Flurstücke, ohne daß Bodengrenzwerte überschritten werden.



aqua-System gmbh Tel. 0222/347469	1.01 Apparate spezifizieren 1.01.3 Wartungsdaten bearbeiten	23 Februar 90																									
Apparate-Mr.: 0001.001.000 akt. Zählerstand...: 320																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Letzter Service... Datum... Zählerst.</th> <th>Intervall... Tage Stunden</th> <th>Warnzeit nächster Service.. Tage Std</th> <th>Service.. Datum... Zählerst.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Checkplan.....:</td> <td>01.01.89 400</td> <td>0 10 0</td> <td>0 . .</td> <td>410</td> </tr> <tr> <td>Schmierplan.....:</td> <td>28.10.89 320</td> <td>300 120 30</td> <td>30 24.08.90</td> <td>440</td> </tr> <tr> <td>Wartungsplan.....:</td> <td>27.12.89 299</td> <td>360 199 0</td> <td>0 22.12.90</td> <td>498</td> </tr> <tr> <td>Revisionsplan....:</td> <td>20.06.89 101</td> <td>170 0 30</td> <td>0 07.12.89</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>				Letzter Service... Datum... Zählerst.	Intervall... Tage Stunden	Warnzeit nächster Service.. Tage Std	Service.. Datum... Zählerst.	Checkplan.....:	01.01.89 400	0 10 0	0 . .	410	Schmierplan.....:	28.10.89 320	300 120 30	30 24.08.90	440	Wartungsplan.....:	27.12.89 299	360 199 0	0 22.12.90	498	Revisionsplan....:	20.06.89 101	170 0 30	0 07.12.89	0
	Letzter Service... Datum... Zählerst.	Intervall... Tage Stunden	Warnzeit nächster Service.. Tage Std	Service.. Datum... Zählerst.																							
Checkplan.....:	01.01.89 400	0 10 0	0 . .	410																							
Schmierplan.....:	28.10.89 320	300 120 30	30 24.08.90	440																							
Wartungsplan.....:	27.12.89 299	360 199 0	0 22.12.90	498																							
Revisionsplan....:	20.06.89 101	170 0 30	0 07.12.89	0																							
Hilfe F1	Sichern F3	F4	F5	Anweisg F6	F7	F8	F9	F10																			

Abb. 11: Im Wartungsprogramm erstellter Arbeitsplan

aqua-System gmbh Tel. 0222/347469	1.04 Bezeichnungen der Apparate 1.04.1 Übersicht	23 Februar 90																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stao</th> <th>Hpt-Gr</th> <th>Lfmr</th> <th>Bezeichnung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0100</td><td></td><td></td><td>Schneckenpumpwerk</td></tr> <tr><td>0100</td><td>081</td><td>001</td><td>Schneckenpumpe 1</td></tr> <tr><td>0200</td><td></td><td></td><td>Notstrom-anlage</td></tr> <tr><td>0200</td><td>080</td><td>001</td><td>Generator Notstrom-Anlage</td></tr> <tr><td>0300</td><td></td><td></td><td>Rechengebäude</td></tr> <tr><td>0400</td><td></td><td></td><td>Sandfang</td></tr> <tr><td>0500</td><td></td><td></td><td>Vorklärung</td></tr> <tr><td>0500</td><td>038</td><td>001</td><td>Zulaufprobenahme</td></tr> <tr><td>0600</td><td></td><td></td><td>Belüftung</td></tr> <tr><td>0700</td><td></td><td></td><td>Entgasung</td></tr> <tr><td>0800</td><td></td><td></td><td>Nachklärung</td></tr> </tbody> </table>			Stao	Hpt-Gr	Lfmr	Bezeichnung	0100			Schneckenpumpwerk	0100	081	001	Schneckenpumpe 1	0200			Notstrom-anlage	0200	080	001	Generator Notstrom-Anlage	0300			Rechengebäude	0400			Sandfang	0500			Vorklärung	0500	038	001	Zulaufprobenahme	0600			Belüftung	0700			Entgasung	0800			Nachklärung
Stao	Hpt-Gr	Lfmr	Bezeichnung																																															
0100			Schneckenpumpwerk																																															
0100	081	001	Schneckenpumpe 1																																															
0200			Notstrom-anlage																																															
0200	080	001	Generator Notstrom-Anlage																																															
0300			Rechengebäude																																															
0400			Sandfang																																															
0500			Vorklärung																																															
0500	038	001	Zulaufprobenahme																																															
0600			Belüftung																																															
0700			Entgasung																																															
0800			Nachklärung																																															
<CURSOR> wählen, <CR> auswählen, <ESC> ENDE																																																		
Hilfe F1	Einfügen F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	Löschen F9	F10																																									

Abb. 12: Bezeichnung der Apparate

aqua-System gmbh Tel. 0222/347469	WARTUNGSPLAN ARA DEMO	23 Februar 90	
Apparate Spez. Planung/Quitt. Lagerverwaltung Auswertungen Parameter Zusätze			
<table border="1"> <tr> <td>                 Apparate-Liste(kurz)                  Apparate-Liste p/Lieferant                  Maschinenkarte-1 (Lebenslauf)                  Maschinenkarte-2 (Info pro Plan)                  Maschinenkarte-3 (?????)                  Wartungs-Anweisungen                  Lieferanten-Übersicht                  offen                  offen                  offen                  Bez. der Apparate                  Masken Definition                  Felddefinitionen                  Programmtexte             </td> </tr> </table>			Apparate-Liste(kurz) Apparate-Liste p/Lieferant Maschinenkarte-1 (Lebenslauf) Maschinenkarte-2 (Info pro Plan) Maschinenkarte-3 (?????) Wartungs-Anweisungen Lieferanten-Übersicht offen offen offen Bez. der Apparate Masken Definition Felddefinitionen Programmtexte
Apparate-Liste(kurz) Apparate-Liste p/Lieferant Maschinenkarte-1 (Lebenslauf) Maschinenkarte-2 (Info pro Plan) Maschinenkarte-3 (?????) Wartungs-Anweisungen Lieferanten-Übersicht offen offen offen Bez. der Apparate Masken Definition Felddefinitionen Programmtexte			

Abb. 13: Ausgabemöglichkeiten (Listen)

#### 3.5.4 Berechnung und Simulation

Die Programme für die Bereiche Berechnung und Simulation sind bereits bei einer Vielzahl von speziellen Seminaren und Fachveranstaltungen vorgestellt worden (aqua-System, 1990) und finden sich auch in verschiedenster Fachliteratur (FLECKSEDER, 1989; TSCHUI, 1990).

Das Programmsystem NITRI-P bietet die Möglichkeit, Belebungsanlagen für die Stickstoffelimination nach verschiedenen Bemessungsvorschlägen (ATV, Kayser, Pöpel etc.) zu berechnen und ist somit eine leistungsstarke Hilfe für Planer und Betreiber von Kläranlagen.

Mit dem Programm HYDKA soll der planende Ingenieur bei der Auslegung und Nachrechnung von Abwasserreinigungsanlagen unterstützt werden. Das komplexe hydraulische System "Kläranlage" kann schnell in mehreren Varianten mit unterschiedlichen Zuflüssen berechnet werden. Kritische Bereiche werden schnell erkennbar, sodaß die Anlage auch experimentell untersucht werden kann. Die verwendeten hydraulischen Grundlagen der Software erlauben wesentlich genauere Aussagen über die hydraulischen Verhältnisse als die übliche, vereinfachte "Rückwärtsberechnung" mit völlig entkoppelten Elementen.

Das Programm DYNAMISCHE SIMULATION AEROBER BELEBTSCHLAMMSYSTEME erlaubt eine dynamische Vorausberechnung aerober Belebtschlammprozesse und somit eine Vorausschau über das Verhalten der Kläranlage und die Qualität des gereinigten Abwassers hinsichtlich Nitrifikation und Denitrifikation. Neben der Optimierung der Betriebsführung und der Simulation eines Ausbaues von bestehenden Kläranlagen können schon in der Planungsphase Einflüsse wie Jahreszeit, Temperatur, Stoßbelastung, Schwankungen im Tagesverlauf, Störfälle etc. berücksichtigt werden.

#### 3.5.5 Siedlungswasserwirtschaftliche Kataster

KANKAT ist ein grafisch orientiertes Kanalkataster- und Kanaldatenbanksystem zur Verwaltung, Pflege und Auswertung aller Informationen im Zusammenhang mit Planung, Bau und Betrieb von Kanalisationsanlagen (FRECHEN, 1990). KANKAT ermöglicht die farbgrafische Ausgabe beliebiger



ger Pläne, z.B. Lagepläne, hydraulische Längsschnitte, Kanalzustandskarten, Sanierungskarten, Querschnitte etc. auf verschiedenen Ausgabegeräten. Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnung werden interaktiv am Bildschirm dargestellt.

Das Programmsystem INDIKAT dient der Erfassung und Kontrolle der Indirekt-Abwassereinleiter in ein öffentliches Kanalnetz. Es unterstützt den Benutzer außerdem bei der Festlegung von Gefahrenklassen und Überwachungsparametern, bei der Eingabe der Meßwerte und der Festlegung des Meßprogrammes, der Überprüfung der Einleitungswerte sowie bei der statistischen Auswertung (FRECHEN, 1990).

#### 3.5.6 Ergänzende Programme

Neben den erwähnten Programmen werden im Rahmen des KMS eine Vielzahl weiterer Anwendungen durch EDV effizienter bearbeitet. So seien hier als Beispiele Textverarbeitung, Tabellenkalkulationen, Fakturierung, Kostenrechnung, Personalverwaltung sowie Fuhrparkverwaltung stellvertretend für eine mögliche EDV-Unterstützung bei der Bewältigung operativer, dispositiver sowie integrativer Betriebsführung genannt.

#### 4. KLEX - DIE INTELLIGENTE KLÄRANLAGE

Häufig wird auf bestehenden Anlagen nicht das optimale Reinigungsergebnis erzielt, weil dazu die genaue Kenntnis der Zusammenhänge der biologischen Abwasserreinigung erforderlich ist. Dieses komplexe Wissen steht jedoch auf vielen Abwasserreinigungsanlagen nicht jederzeit zur Verfügung.

Mithilfe eines sogenannten wissensbasierten Systems (Expertensystem) kann dieses Know-how nutzbar gemacht werden und damit ein wesentlicher Beitrag zum Gewässerschutz geleistet werden. Eine Optimierung des Kläranlagenbetriebes ermöglicht den effizienten Einsatz der Ressourcen (Energie, Chemikalien etc.) und trägt somit global zum Umweltschutz bei.

KLEX soll den Betreiber der Kläranlage in mehrfacher Hinsicht unterstützen, wie unter anderem durch

- o Optimierung der Betriebsführung
- o Bereitstellung von Fachwissen in Form elektronischer Handbücher
- o Hilfestellungen bei Betriebsstörungen durch Diagnose der aufgetretenen Fehler und Vorschläge zur Problemlösung.

Um eine rasche Suchraumeingrenzung zu erzielen, wurde der Einstieg in das System, ausgehend von einer Beobachtung (z.B. Schwimmschlamm auf der Nachklärbeckenoberfläche) in einer Kläranlagenkomponente auf einer Symptomliste gewählt. Durch Aufteilen der Symptomliste in mehrere Ebenen kann der Suchvorgang benutzerfreundlich gestaltet und beschleunigt werden.

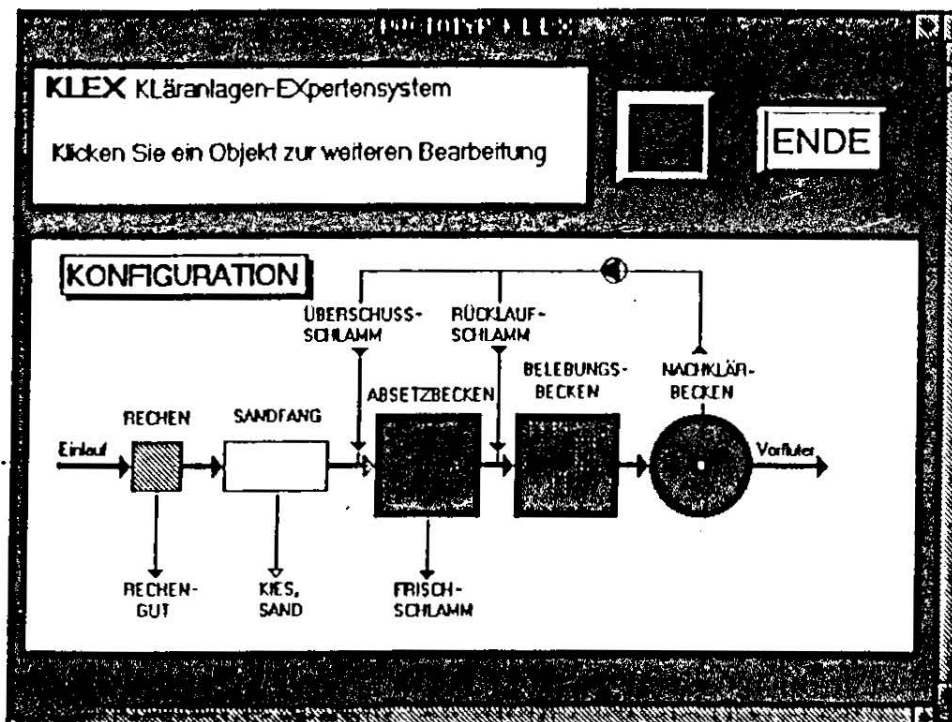


Abb. 14: KLEX - Prototyp mit WINDOWS-Oberfläche

KLEX wird auf jedem beliebigen PC eingesetzt werden können. Durch die optimierte Betriebsführung sowie durch die Minimierung der Auswirkungen von Störungen soll mithilfe von KLEX eine bedeutende Betriebskosteneinsparung (in etwa 10% bis 20% der laufenden Energie- und Betriebsmittelkosten erzielt werden.

KLEX ist eine Entwicklung der Arbeitsgemeinschaft SYMBIOS und aqua-System und soll spätestens ENDE 1991 auf Kläranlagen eingesetzt werden.

KÖHLE Peter, Projektleiter  
KREBS Arnulf. O., Dipl.-Ing., Geschäftsführer  
aqua-System gmbh  
A-1190 Wien, Vegagasse 11, Tel (222) 34 74 69

### 5. LITERATURHINWEISE

- aqua-System: Seminarunterlagen zum 5. PC-Seminar  
"Computersimulation von Kläranlagen", Wien, 1990
- FLECKSEDER H.: Praktische Anwendung der Dynamischen Simulation  
aerober Belebtschlammssysteme.  
Referat zum aqua-System Seminar "EDV-Einsatz auf  
Kläranlagen", Wien, 1990
- FRECHEN F.: EDV-Einsatz in der Siedlungswasserwirtschaft.  
Referat zur aqua-System Fachtagung "EDV-Einsatz in  
der Abwassertechnik", Wien, 1990
- KREBS A. O.: Strategien im Gewässerschutz.  
Vortrag auf der UTEC '89, Linz, 1989
- KREBS A. O.: Ein integriertes Konzept für den Einsatz von EDV-  
Programmen auf Kläranlagen.  
Referat zum aqua-System Seminar "EDV-Einsatz auf  
Kläranlagen", Wien, 1990
- OBERLEITNER F.: Das Wasserrechtsgesetz 1959 in der Fassung der  
Wasserrechtsgesetz-Novelle 1990.  
Schriftenreihe des ÖWWV, Heft 83, 1990
- ÖWWV: EDV-Einsatz auf Abwasserreinigungsanlagen,  
Prozeßleittechnik-Prozeßdatenverarbeitung  
Regelblattentwurf, Stand Oktober 1990
- TSCHUI M.: Computersimulation von Kläranlagen - Dynamische  
Simulation aerober Belebtschlammssysteme.  
Vortrag auf der UTEC '90, Linz, 1990

## BIOSYS - LEITSYSTEM FÜR ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN

H. Obermair, W. Schaumberger

### 1. FIRMENVORSTELLUNG

Die Bernecker & Rainer Industrie Elektronik Ges.m.b.H. (B&R) ist ein international tätiges, österreichisches Unternehmen mit dem Stammhaus in Eggelsberg/OÖ. Es wurde 1979 von den Herren Erwin Bernecker und Josef Rainer gegründet.

Die Geschäftstätigkeit des Unternehmens umfaßt Entwicklung, Produktion und Vertrieb von Automatisierungs-Systemen (Hardware, Software). Die breitgefächerte Produktpalette von B&R mit leistungsfähigen speicherprogrammierbaren Steuerungen, Industrierechnern, Leitsystemen sowie Bedien- und Visualisierungskomponenten deckt das gesamte Automatisierungsspektrum ab.

Im Stammhaus in Eggelsberg sind über 300, weltweit mehr als 500 qualifizierte Mitarbeiter beschäftigt. Eine junge kreative Mannschaft arbeitet ständig an neuen Systemlösungen für den Automationsbereich. Es werden dabei ca. 20 % des jährlichen Umsatzes für Forschung und Entwicklung, der tragenden Säule des Erfolgs von B&R, aufgewendet.

Eigene Vertriebszentralen, sowie daran angeschlossene technische Büros sichern den direkten Kundenkontakt sowie eine rasche und problemlose Geschäftsabwicklung. International besitzt B&R hundertprozentige Tochtergesellschaften in Deutschland, Italien, Schweiz, Großbritannien, Niederlande sowie den Vereinigten Staaten von Amerika. Die B&R-Produkte werden zudem weltweit durch ausgewählte Vertriebspartner angeboten und betreut.

In der Schulungsabteilung werden ganzjährig Kurse zu den verschiedensten Anwendungsgebieten abgehalten. Diese finden bei Bedarf auch direkt beim Kunden statt.

## 2. ENTSTEHUNGSGESCHICHTE DES LEITSYSTEMS B&R-BIOSYS

Im Frühjahr 1987 wurde an B&R erstmals der Wunsch herangetragen, für die ARA VÖCKLA-REDL ein intelligentes, speziell für eine Abwasserreinigungsanlage abgestimmtes Leitsystem zu erstellen.

In Zusammenarbeit mit Anlagenplaner und Anlagenbetreiber wurde ein wohldurchdachtes und praxisnahes Konzept erstellt.

Die konstruktive Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden stellte sich für die Systementwicklung als besonders hilfreich heraus. Unter Mitwirkung des Herrn Hofrat Dipl.Ing. Mayr von der OÖ. Landesregierung wurden Verfahrenstechnik, Protokolle und die diversen Auswertungen auf einen Stand gebracht, der aus heutiger Sicht sicherlich wegweisend war.

## 3. KONZEPT DES LEITSYSTEMS

Ein besonderer Schwerpunkt wurde bei der Konzeption des Leitsystems auf die Betriebs- und Datensicherheit gelegt. Dazu gehören unter anderem autark arbeitende SPS-Stationen, die auch bei Ausfall des übergeordneten Hauptrechners (PC) die Anlage problemlos weiterbetreiben können. Der Ausfall kann bis zu zwei Tage dauern ohne daß ein Verlust der erfaßten Meß- und Ereignisdaten auftritt. Dies bedeutet, daß man den Rechner auch für anderweitige Aufgaben wie Lagerhaltung, Betriebswirtschaftsprogramme und anderes verwenden kann.

Unsere Steuerungssysteme sind in der Lage, auf der Prozeßebene in Echtzeit Alarmsystem, Regelung, Steuerung und Datenaufbereitung abzuarbeiten.

Ein weiterer wichtiger Punkt unseres Konzeptes ist die Modularität. Dies gilt sowohl für die Software als auch für die Hardware. Damit sind wir in der Lage, beginnend beim einfachen Trommelschreiberersatz bis hin zum mehrplatzfähigen Leitsystem allen Anforderungen einer Abwasserreinigungsanlage Rechnung tragen zu können.

Unser System hat sich in Neuanlagen schon bestens bewährt. Es ist auch für den Einsatz bei der Umrüstung von Altanlagen hervorragend geeignet.

Das Leitsystem «B&R-BIOSYS» ermöglicht durch den modularen Aufbau eine einfache und kostengünstige Anpassung an die verschiedensten Anforderungen. Das System dient zur Steuerung und Überwachung der Funktionen und Prozesse sowie zur Speicherung der erfaßten Daten und Ereignisse. Die Ausgabe der Daten erfolgt über Bildschirm, Drucker und Plotter. Die Übertragung der in der SPS erfaßten Daten wird automatisch in regelmäßigen Zeitabständen vorgenommen.

#### 4. SYSTEMAUFBAU

«B&R-BIOSYS» ist in zwei Bereiche gegliedert:

- Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)
- Hauptrechner (PC) mit Peripheriegeräten

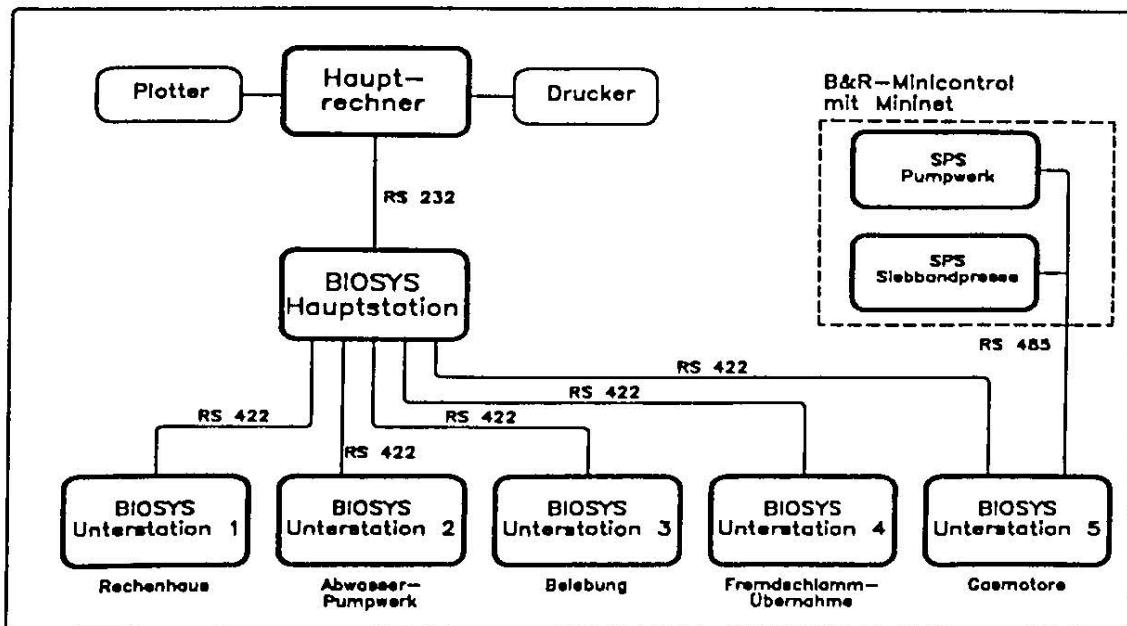


Abb. 1: Grundstruktur des Leitsystems B&R-BIOSYS

#### 4.1 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)

Die SPS besteht aus einer Hauptstation und bis zu sieben Unterstationen. Die Anzahl der benötigten Unterstationen ist abhängig von der Größe der Anlage (Anzahl der analogen und digitalen Datenpunkte, räumliche Ausdehnung der Anlagenteile).

Der Aufbau jeder SPS-Station erfolgt mit im Industrieinsatz erprobten Modulen ohne mechanisch bewegte Bauteile (lüfterlos, keine rotierenden Datenspeicher). Aus Gründen der Betriebssicherheit übernimmt die SPS im System die gesamte Echtzeitverarbeitung, die Ausführung der Steuerungslogik, die Erfassung und Zwischenspeicherung der Meß- und Ereignisdaten. Die Meßdaten zweier Tage (aktueller sowie voriger Tag) sind in jeder Station zwischengespeichert. Diese Daten bleiben wegen der Batteriepufferung der Speichermodule auch bei einem Spannungsausfall erhalten. Auch bei Ausfall des Hauptrechners, auf dessen Festplatte die Daten endgültig abgespeichert werden, ist auf diese Weise über den angegebenen Zeitraum die Verfügbarkeit der erfaßten Meßdaten gewährleistet.

Die Konfigurationsdaten sind in der SPS-Station (Haupt- bzw. Unterstation) gespeichert, sodaß auch bei Ausfall des Hauptrechners bzw. einer Station die Funktion der übrigen Stationen nicht beeinträchtigt wird. Die Funktion einer SPS-Station bleibt auch bei einem Stromausfall in der Anlage erhalten, sofern sie an eine unterbrechungsfreie Stromversorgung angeschlossen ist (Batterie 24 V DC !).

Der Betrieb der Anlage erfolgt grundsätzlich im Automatik-Betrieb, d.h., alle Aktionen in der Anlage werden vom SPS-Logikprogramm bestimmt. Der Bediener hat, entsprechend seiner Berechtigungsstufe, jederzeit die Möglichkeit, über den Hauptrechner einzugreifen bzw. über die VORORT-Schalter die Aggregate von der SPS abzukoppeln und direkt zu schalten.

#### 4.2 Hauptrechner

Die gesamte Bedienung des Leitsystems sowie die Konfiguration der einzelnen SPS-Stationen erfolgt über den Hauptrechner. Dieser, der SPS

übergeordnete Rechner, ist mit der SPS-Hauptstation über eine serielle Datenverbindung (RS 232C) gekoppelt.

In regelmäßigen Zeitabständen erfolgt der Datenaustausch zwischen Hauptrechner und SPS. Die in der Steuerung (Haupt- bzw. Unterstation) erfaßten Meßdaten, Ereignisse und sonstige Daten werden dabei zum Hauptrechner übertragen und auf dessen Festplatte abgespeichert.

Die erfaßten Daten können am Bildschirm des Hauptrechners bzw. über Drucker und Plotter ausgegeben werden.

## 5. REALISIERTE ANLAGE "VÖCKLA REDL"

Am Beispiel des in der Kläranlage des RHV VÖCKLA-REDL installierten Systems erfolgt eine Kurzbeschreibung von «B&R-BIOSYS». Diese Anlage ist für 63 500 EGW ausgelegt und verfügt über eine zweistufige Biologie mit Tropfkörper und Belebtschlammanlage.

Die Leitsystemsoftware umfaßt Programme für den Hauptrechner sowie die SPS-Stationen. Das Logikprogramm der SPS ist speziell auf die Erfordernisse der Anlage zugeschnitten.

### 5.1 Hardwareausstattung

<b>Hauptrechner</b>	kompatibel zum Industriestandard, Prozessor 80386SX, Taktfrequenz 16 MHz, Arbeitsspeicher 1 MB, Festplatte 110 MB, 2 Diskettenlaufwerke, 2 serielle Schnittstellen (RS 232 C) für SPS und Plotter, parallele Schnittstelle für Drucker, VGA-Farbgrafikkarte, Betriebssystem DOS 3.3, 14"-VGA-Farbmonitor, Magnetbandlaufwerk zur Datensicherung
<b>Drucker</b>	24-Nadel Matrixdrucker mit A4-Endlospapier
<b>Plotter</b>	HPGL-A3-Stiftplotter mit 6 Stiften
<b>SPS-Hauptstation</b>	B&R-Multicontrol Grundeinheit mit Netzteil und CPU (CP60), Peripherieprozessoren für die Datenspeicherung (64 kB) sowie die Ankopplung des Hauptrechners und der SPS-Unterstationen, analoge



	und digitale Ein- und Ausgänge, DCF-Funkuhr
SPS-Unterstation	B&R-Multicontrol Grundeinheit mit Netzteil und CPU (CP60), Peripherieprozessor für die Datenspeicherung (64 kB) und Ankopplung an die SPS-Hauptstation, analoge und digitale Ein- und Ausgänge
Datenverbindungen	RS 232: SPS-Hauptstation - Hauptrechner RS 422: SPS-Hauptstation - SPS-Unterstation

### 5.2 Hauptprogramm des Programmsystems

Die einzelnen Funktionen des Leitsystems werden vom Hauptrechner aus aufgerufen. Durch ein klar strukturiertes Menü-Auswahlsystem wird der Umgang mit dem Programmsystem für das Bedienpersonal einfach und übersichtlich gehalten. Auch Personen, die über keine Erfahrungen im Computereinsatz verfügen, sind nach einer kurzen Einarbeitungszeit in der Lage, die vielfältigen Funktionen des Systems erfolgreich zu nutzen. Durch die menügeführte Bedienung ist das Eintippen von Eingaben auf ein Minimum beschränkt.

Das integrierte Berechtigungskontrollprogramm gibt die Bedienung des Systems nur befugten Personen frei. Durch Überprüfung des eingegebenen Bedienernamens sowie des von ihm selbst gewählten Kennwortes wird die jeweilige Berechtigungsstufe freigegeben.

Jeder Aufruf bzw. das Verlassen des Programmsystems wird mitprotokolliert und scheint mit Datum und Uhrzeit im Ausdruck der Ereignisse auf.

### 5.3 Alarmsystem

Das Alarmsystem dient zur Überwachung und Protokollierung von Analogwerten (Grenzwertüberschreitungen), Aggregaten (Betriebsstunden, Laufzeit, Störungen) und anderen Ereignissen sowie zum Setzen von alarmbedingten Aktionen.

Aktuelle Alarmer in der Anlage können jederzeit am Hauptrechner abge-

fragt werden. Die Ausgabe am Bildschirm erfolgt geordnet nach dem zeitlichen Auftreten und wird von der SPS ständig aktualisiert. Eine Alarmzeile beinhaltet Alarmart, Auslösezeitpunkt, Alarmtext sowie einen gegebenenfalls zugewiesenen Analogwert in den entsprechenden Alarmfarben.

Jeder im System auftretende Alarm wird mitprotokolliert und löst entsprechend der Alarmkonfiguration z.B. Alarmgruppen (Telealarm, Hupe, ...) aus. Bei längerdauernden Störungen, die vom Bedienpersonal bereits zur Kenntnis genommen worden sind, würde das wiederholte Auftreten eines Alarms erneut eine Alarmauslösung bewirken. Um dies zu verhindern, besteht die Möglichkeit, solche Alarme zu brücken. Die Liste der momentan im System gebrückten Alarme kann jederzeit am Bildschirm ausgegeben werden.

Für den Aufbau eines hierarchischen Alarmsystems können verschiedene Alarme in Alarmgruppen (Telealarm, Hupe, u.a.m.) zusammengefaßt werden. Sobald nun ein beliebiger Alarm einer Gruppe auslöst, wird der Gruppenalarm ausgelöst. Alarmgruppen sowie einzelne Alarme können wieder geschachtelt werden. Löst eine Alarmgruppe aus, so wird in der Alarmübersicht der Name der Alarmgruppe ausgegeben. Bei einer entsprechend überlegten Systemkonfiguration und Namenswahl kann so auf einfache Weise die Herkunft des auslösenden Alarms ermittelt werden.

#### 5.4 Visualisierung

##### 5.4.1 Blockübersicht

Die Blockübersicht dient zur Darstellung der aktuellen Meßwerte, zur Statusausgabe von Aggregaten auf dem Farbgrafikschirm sowie zum Bedienen von Aggregaten über den Hauptrechner. In einem eigenen Konfigurationspunkt können vom Bediener auf besonders einfache Weise Bildschirmseiten mit bis zu zehn verschiedenen Analogwerten, Meldungen, SPS-Datenpunkten oder Reglern frei zusammengestellt werden. Der Bediener hat damit die Möglichkeit, ohne Zeichnen eines Anlagenschaubildes, die zusammengehörigen Werte von bestimmten Anlagenteilen für die Bedienung und Visualisierung auf einer Bildschirmseite zusammenzufassen.

Die für das Bild benötigten Daten werden laufend von der SPS aktualisiert und am Bildschirm ausgegeben. Eine Wertänderung oder Schaltung erfolgt durch Auswahl des entsprechenden Blocks und Betätigung der angegebenen Funktionstasten.

#### Analogwertblock:

Bei einem Analogwertblock werden Name, Bezeichnung, momentaner Meßwert und Status (LIFE/DUMMY) der SPS ausgegeben. Der aktuelle Meßwert sowie die Einstellung der Grenzkontakte werden auch als Meßwertbalken ausgegeben. Bei DUMMY-geschaltetem Analogwert kann dessen Wert mittels Funktionstasten verändert werden.

#### Meldungsblock:

Bei einem Meldungsblock werden Name, Bezeichnung sowie der aktuelle Status im System angezeigt. Aggregate können, sofern in der Konfiguration freigegeben, mittels Funktionstasten geschaltet werden.

#### SPS-Datenpunktblock:

Bei einem Datenpunktblock werden der Name, die Bezeichnung sowie der aktuelle Wert in der SPS ausgegeben. Der Wert eines SPS-Datenpunktes kann, sofern die Berechtigungsstufe dies zuläßt, auch geändert werden.

BAR-SIOSYS		BLOCKÜBERSICHT		Stand: 12.06.1990 17:14	
INHALT ÜBERSICHTSBLÖCKE				Seite: 1	
Blocknr.: 1		Blockbez.: Uebersichtsblock 1			
Lfd.Nr.	EINTRAGUNGSART	DEFINITION			
1	Analogwert	<u>Analogwert-Name:</u> LF ZUL			
2	Analogwert	<u>Analogwert-Name:</u> ZULAUF-2			
3	Analogwert	<u>Analogwert-Name:</u> PH ZUL			
4	Meldung	<u>Aggregate-Name:</u> MOTOR1			
5	Meldung	<u>Aggregate-Name:</u> SCHIEBER			
6	Datenpunkt	<u>Datenpunkt-Name:</u> SPS1			
7	Datenpunkt	<u>Datenpunkt-Name:</u> SPS2			
8	Datenpunkt	<u>Datenpunkt-Name:</u> SPS3			
9	Meldung	<u>Aggregate-Name:</u> MOTOR2			
10	Analogwert	<u>Analogwert-Name:</u> PH ZUL			

Abb. 2: Ausdruck mit den Daten eines Übersichtsblocks

#### 5.4.2 Anlagenschaubild

Im Anlagenschaubild werden die aktuellen Schaltzustände der Aggregate sowie die wichtigsten Analogwerte ausgegeben, die laufend von der SPS aktualisiert werden. Der Schaltzustand der Aggregate (Motore, Pumpen, Motorschieber, Ventile,...) wird durch die entsprechende Farbe signalisiert.

#### 5.5 Kurzzeittrend

Für die genauere Analyse des Meßwertverlaufs sowie für Untersuchungen bei zweifelhaften Meßergebnissen können für jede SPS-Station Prüfläufe konfiguriert werden. In jeder Station sind bis zu fünf Prüfläufe mit maximal je fünf verschiedenen Analogwerten aus dieser Station möglich. Für jeden Prüflauf wird eine bestimmte Anzahl von Speicherstellen in der SPS reserviert sowie ein Intervall für die Datenablage festgelegt. Im festgelegten Intervall werden die Meßdaten in den reservierten Speicher des Prüflaufs eingetragen. Dieser Speicher ist als Ringspeicher ausgelegt, d.h., sobald alle reservierten Speicherzellen beschrieben sind, wird die Speicherstelle mit dem ältesten Meßwert wieder überschrieben.

Bei jedem Prüflauf besteht die Möglichkeit, einen Trigger zu definieren, z.B. eine Meldung (Ein- oder Ausschalten eines Aggregats), den Grenzkontakt eines Analogwertes.

Tritt nun das Triggerereignis ein, so wird die Datenerfassung für diesen Prüflauf noch eine bestimmte Anzahl von Meßintervallen (Hälfte der Anzahl der für diesen Prüflauf reservierten Speicherstellen) fortgesetzt, anschließend wird der Prüflauf in der SPS gestoppt. Auf diese Weise hat man die Daten vor und nach dem Auftreten des Triggerereignisses zur Auswertung und Beurteilung vorliegen.

Beim Aufruf der Prüflaufvisualisierung wird automatisch die lebende Darstellung gewählt, dabei werden die Daten des gesamten Prüflaufs von der SPS geholt und am Bildschirm ausgegeben.

Wird eine Trendaufzeichnung durch ein Triggerereignis gestoppt (Schalten einer Meldung, Grenzkontaktüberschreitung) oder die lebende

Ausgabe mittels Funktionstaste angehalten, so befindet man sich in der "stehenden" Darstellungsart. Es besteht nun die Möglichkeit den Bildausschnitt in der Größe zu verändern oder im Rahmen der Aufzeichnungsdaten zu verschieben.

Der Verlauf der Kurven läßt sich mit einem fix an die aktive Kurve gebundenen Fadenkreuzcursor verfolgen. Es werden dabei Datum, Uhrzeit, physikalischer Meßwert sowie die Einheit ausgegeben.

Die Daten eines stehenden Prüflaufs können auch am Plotter ausgegeben werden.

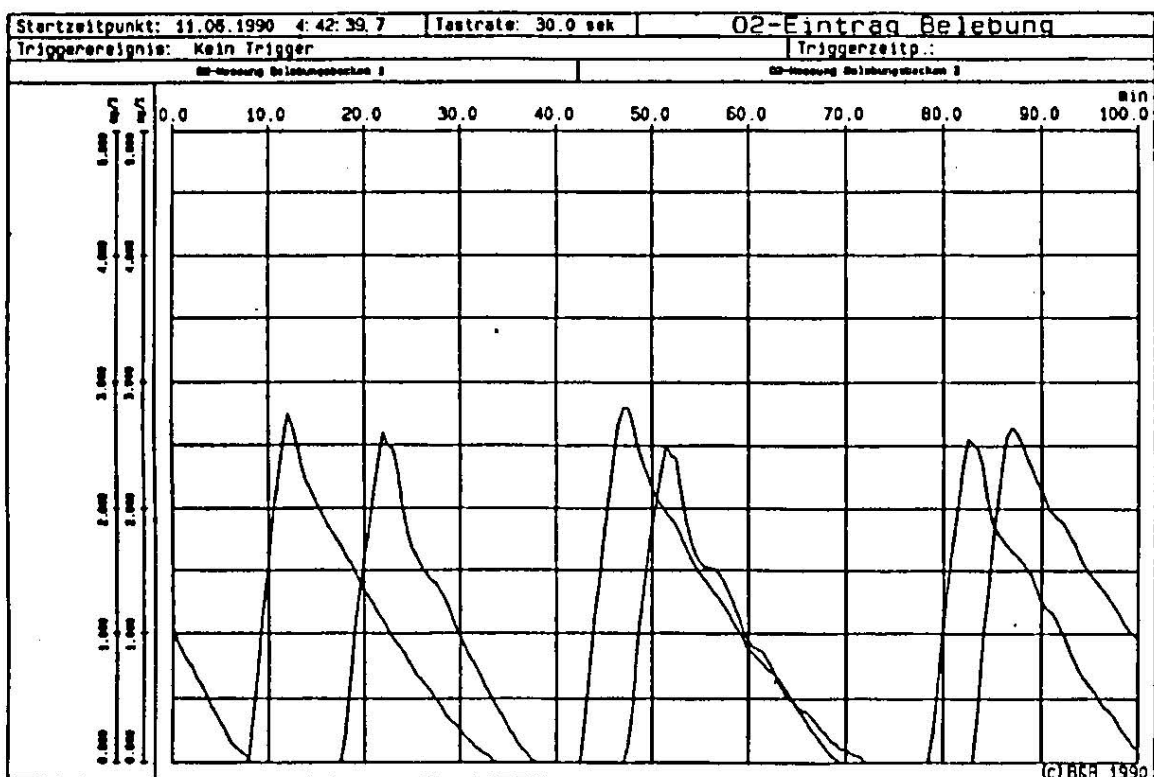


Abb. 3: Diagramm eines Kurzzeittrends

### 5.6 Meßwertdiagramme

Von allen im System abgespeicherten Meßwerten, händisch eingegebenen Labormesswerten u.ä. können Diagramme erstellt werden.

Die für ein Diagramm gewünschten Meßwerte werden in einer Auswahlliste selektiert, es sind keine Namens- oder Nummerneingaben erforderlich.

Bei der Darstellungsart des Diagramms kann zwischen Echtwert- und der Interpoliert-Darstellung gewählt werden. Die Echtwertdarstellung verwendet die Meßwerte direkt, bei der interpolierten Darstellung werden die Kurvenpunkte berechnet und es erfolgt dabei ein Glättung der Kurve. Die Ausgabe der Diagramme erfolgt generell am Farbgrafikschirm (Ausnahme: räumliches Diagramm). Die dargestellten Diagramme können wahlweise direkt am Plotter, am Drucker mittels Emulationsprogramm oder auf Diskette als plotfertige HPGL-Datei ausgegeben werden.

### 5.6.1 Viertelstunden-/Täglich-Auswahldiagramme

In einem Auswahldiagramm können bis zu fünf verschiedene Meßwerte gleichzeitig ausgegeben werden. Für den Darstellungszeitraum ist bei den Viertelstundendiagrammen zwischen Stunde, Tag, 2 Tage, Woche und Monat zu wählen, bei den Täglich-Diagrammen ist der Monat als Darstellungszeitraum vorgegeben. Der Startzeitpunkt für ein Diagramm ist frei wählbar.

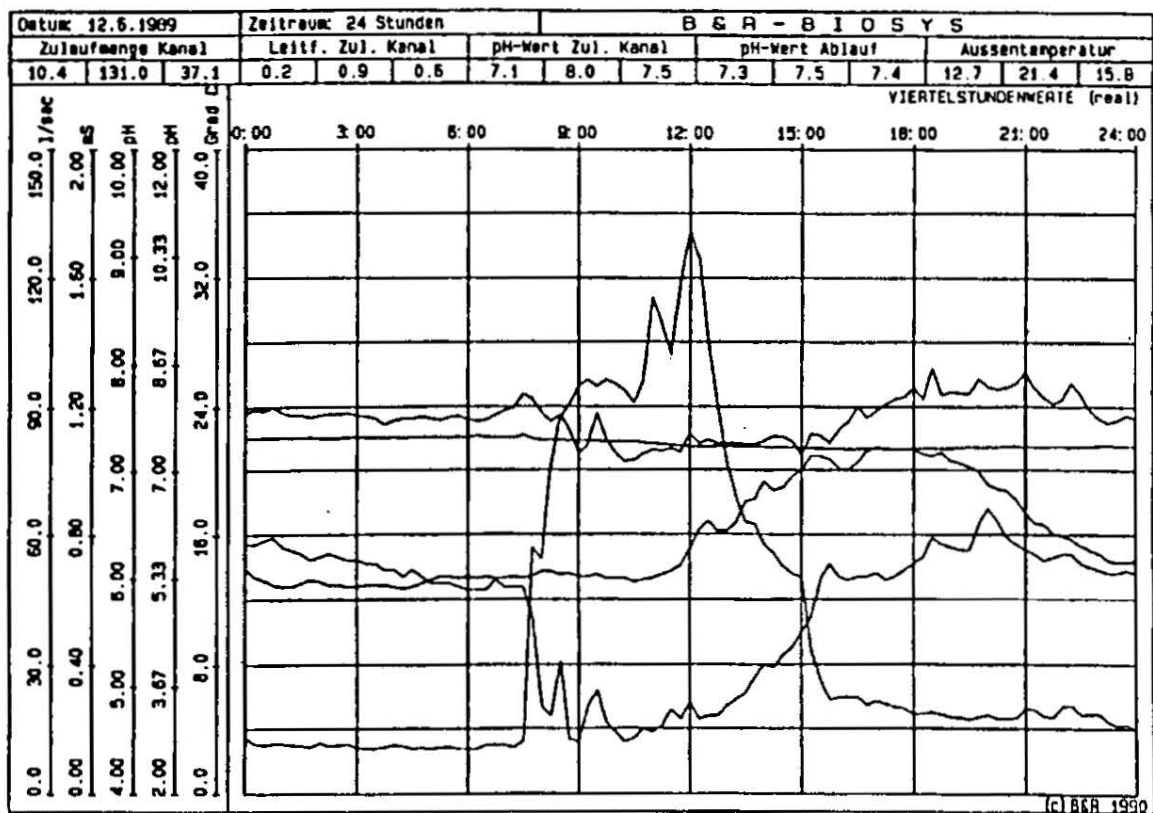


Abb. 4: Viertelstunden-Auswahldiagramm (Zeitraum: Tag)

Die Kurven der ausgewählten Meßwerte werden am Bildschirm in unterschiedlichen Farben dargestellt. Im Diagramm werden die physikalische Skala und die Daten der momentan aktiven Kurve ausgegeben.

Der Verlauf der Kurven läßt sich mittels Fadenkreuzcursor verfolgen, dabei werden Datum, Uhrzeit, physikalischer Meßwert sowie die Einheit ausgegeben. Das Fadenkreuz ist fix an die momentan aktive Kurve gebunden und wird mit Cursor- und Funktionstasten auf dieser Kurve bewegt. Der Wechsel zwischen den Kurven erfolgt mittels Funktionstasten, dabei werden die zur gewählten Kurve gehörige Skala und Einheit in der Kurvenfarbe ausgegeben.

Das Zeitraumfenster läßt sich mittels Funktionstasten nach vorne und nach hinten verschieben, sodaß ohne Eingabe eines neuen Startdatums oder der erneuten Auswahl der gleichen Meßwerte die Meßdaten über einen längeren Zeitraum einfach verfolgt werden können.

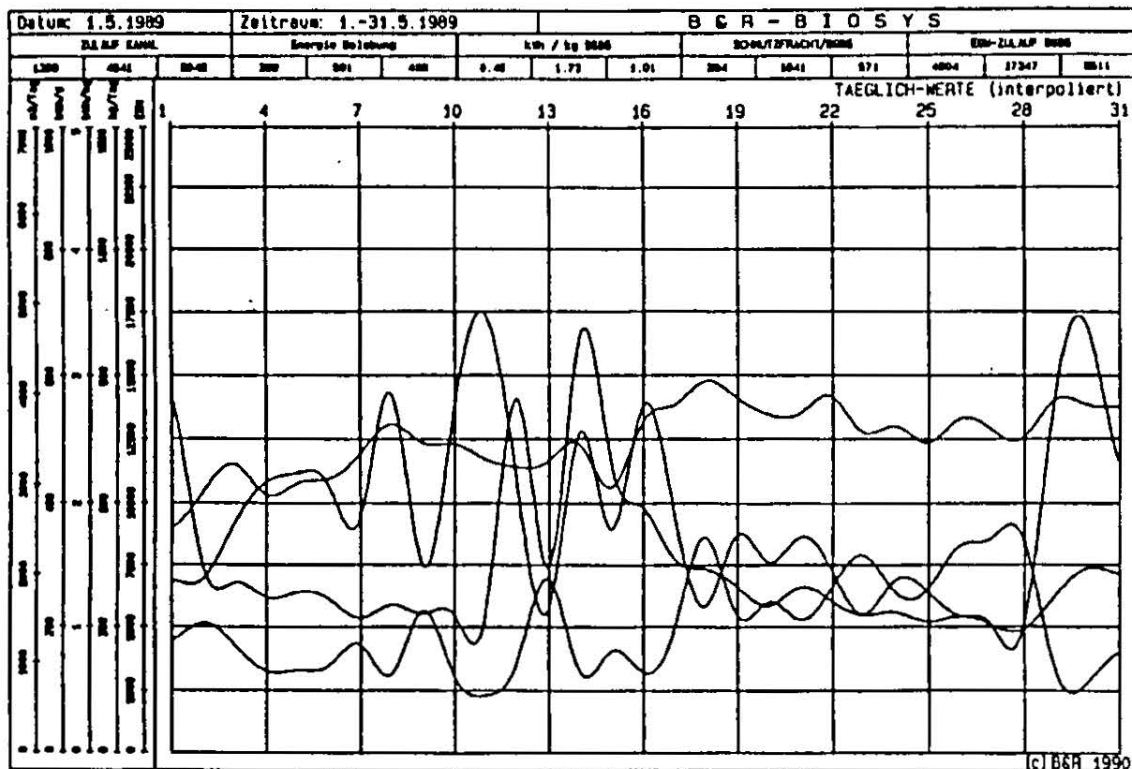


Abb. 5: Täglich-Auswahldiagramm (interpoliert)

### 5.6.2 Viertelstunden-/Täglich Vergleichsdiagramme

In einem Vergleichsdiagramm können die Meßwerte eines Analogwertes mit bis zu fünf verschiedenen Startzeitpunkten gleichzeitig ausgegeben werden. Für den Darstellungszeitraum ist beim Viertelstundendiagramm zwischen Stunde, Tag, 2 Tage, Woche und Monat zu wählen, bei den Täglich-Diagrammen ist der Darstellungszeitraum Monat vorgegeben.

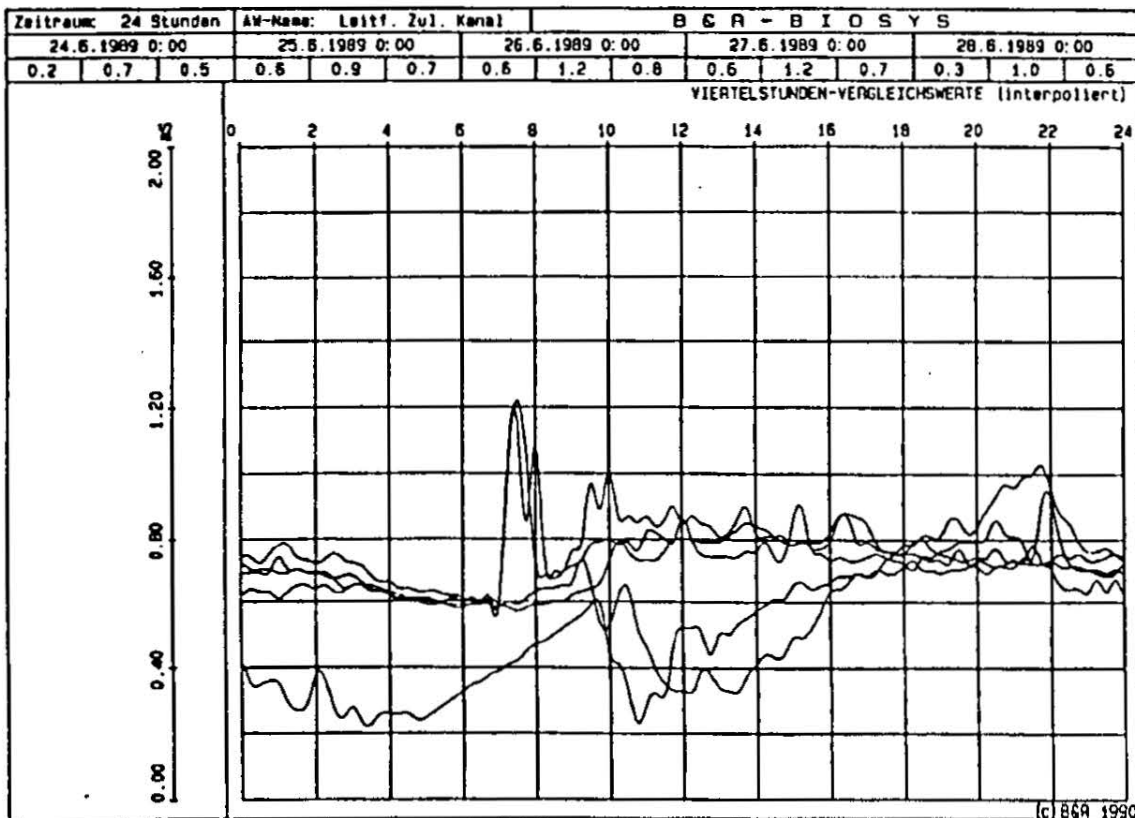


Abb. 6: Viertelstunden-Vergleichsdiagramm (interpoliert)

Die Kurven des ausgewählten Meßwertes werden am Bildschirm in unterschiedlichen Farben dargestellt.

Der Verlauf der Kurven lässt sich mittels Fadenkreuzcursor verfolgen, dabei werden Datum, Uhrzeit, physikalischer Meßwert sowie die Einheit der Fadenkreuzposition ausgegeben. Die Bewegung des Fadenkreuzes erfolgt mittels Cursor- und Funktionstasten. Das Fadenkreuz ist fix an die momentan aktive Kurve gebunden.



Der Wechsel zwischen den Kurven erfolgt mittels Funktionstasten, dabei wird die zur gewählten Kurve gehörige Zeitraumbeschriftung in der Kurvenfarbe ausgegeben.

### 5.6.3 Räumliches Diagramm

Das räumliche Diagramm vermittelt einen Überblick über den Verlauf von Werten (Meßwerte, berechnete Werte) über einen größeren Zeitraum. Täglich und viertelstündig erfaßte sowie mittels Formeln verknüpfte Werte können in Form eines räumlichen Diagramms auf dem Plotter bzw. Drucker mittels Plot-Emulationsprogramm ausgegeben werden. Das Diagramm umfaßt bei den Viertelstundenwerten einen Zeitraum von einer Woche oder einem Monat, bei den Täglichwerten ein Jahr (12 Monatskurven).

Die Meß- bzw. Rechenwerte werden als interpolierte Kurven ausgegeben.

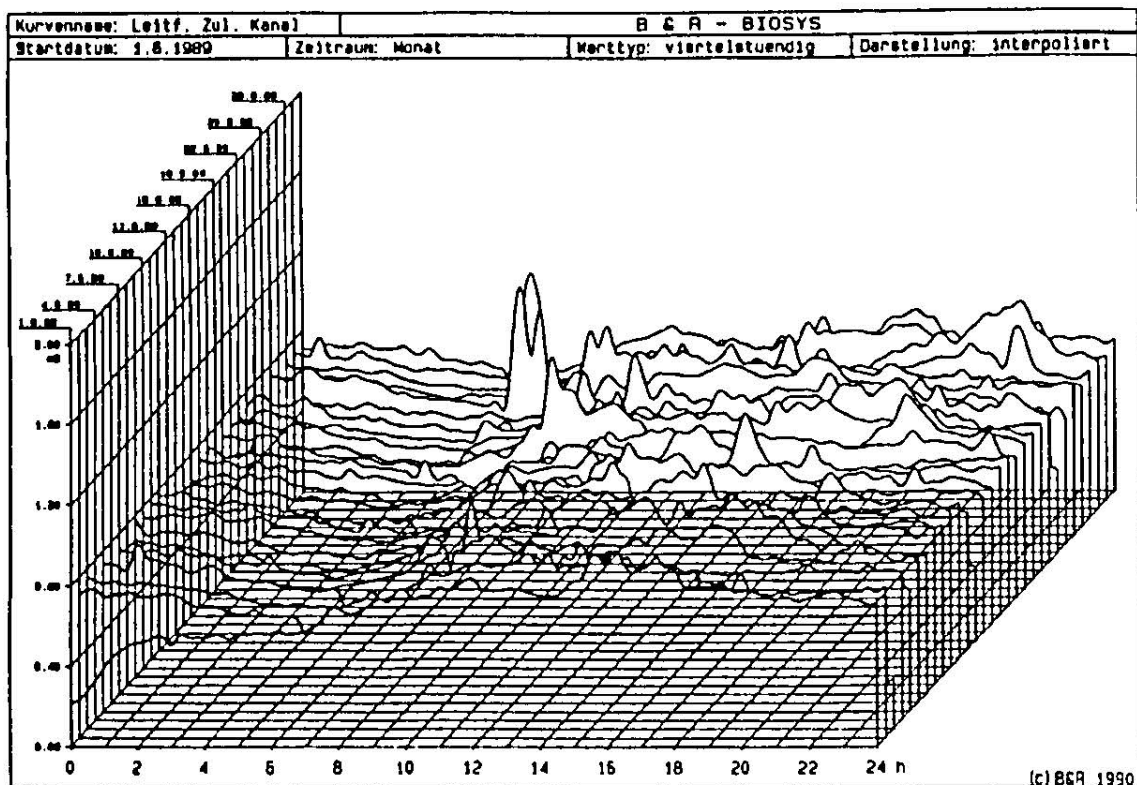


Abb. 7: räumliches Meßwertdiagramm

### 5.6.4 Schaltdiagramme

Zur Untersuchung des zeitlichen Verlaufs der Schaltvorgänge von Aggregaten (Befehl, Laufmeldung und Rückmeldung) werden die Schaltdiagramme verwendet. In der Meldungskonfiguration wird festgelegt, welche Schaltvorgänge mitprotokolliert werden sollen. Die Schaltdiagramme von bis zu drei Meldungen können gleichzeitig dargestellt werden.

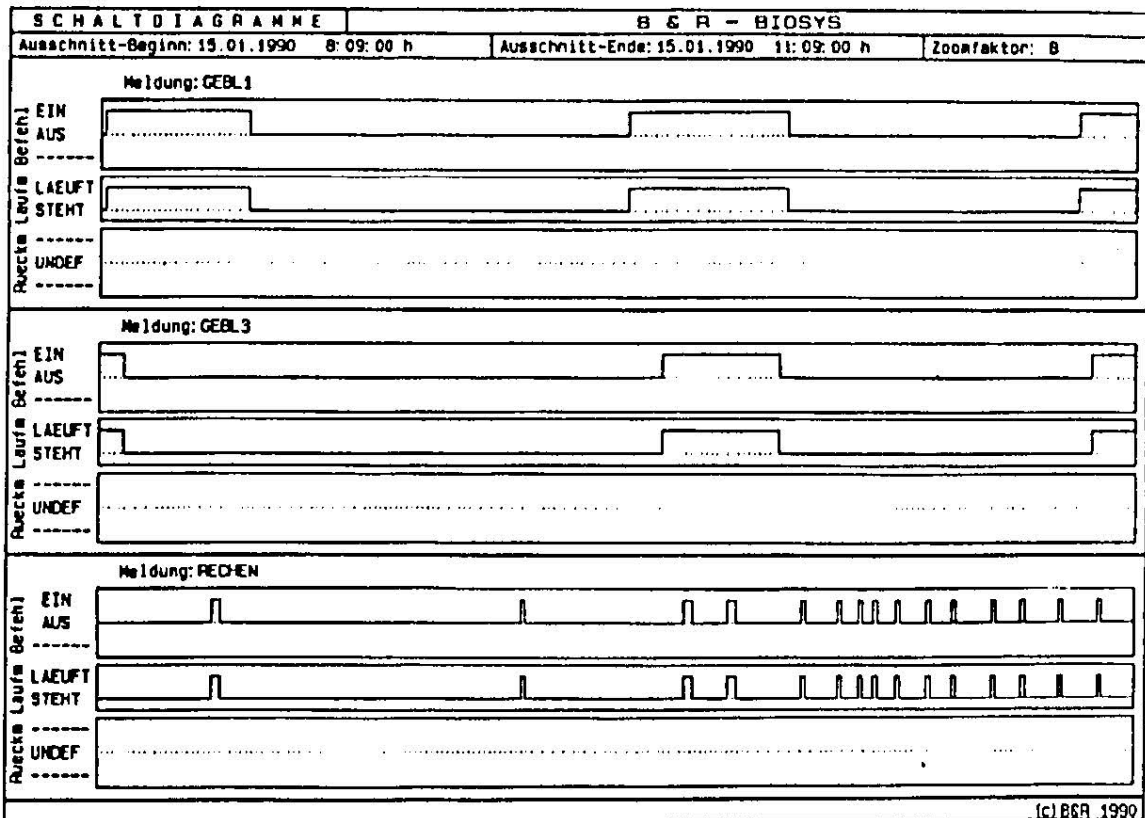


Abb. 8: Plot eines Schaltdiagramms

### 5.7 Wartungsprogramm

Für jede im System konfigurierte Meldung (Aggregat) kann eine Wartungsdatei angelegt werden. In diese werden sämtliche durchzuführende bzw. bereits durchgeführte Wartungen eingetragen. Die händisch durchzuführenden Eintragungen bleiben dabei auf ein Minimum beschränkt.

Bei jedem Aufruf des Wartungsprogramms werden die aktuellen Zählerstände sämtlicher bereits konfigurierter Betriebsstundenzähler von der SPS geholt und in den Wartungsdateien der einzelnen Aggregate abge-

legt. Auf diese Weise sind nach dem Aufruf des Wartungsprogramms sämtliche Dateien mit den aktuellen Betriebsstundenwerten versehen.

Vom Wartungsprogramm werden folgende Funktionen bereitgestellt:

- Übersichtsliste anstehender Wartungen
- Liste der aktuellen Betriebsstundenzählerstände
- Wartungsprotokoll für die Aggregate

### 5.7.1 Übersichtsliste anstehender Wartungen, aktuelle Zählerstände

Die aktuellen Stundendaten für die Liste der anstehenden Wartungen werden bei jedem Aufruf dieses Menüpunktes von der SPS geholt und wahlweise am Bildschirm oder Drucker ausgegeben.

B&R-BIOSYS		Stand: 12.06.1990 16:03				
ANSTEHENDE WARTUNGEN				Seite: 1		
Nr.	Adresse	Bezeichnung	Zählerstand	Wartung bei	Wartungsart	Hinweis
1	MOTOR1	Motor 1	1 127.0 h	1 454 h	Grundwartung	Mindestw.
2	MOTOR2	Motor 2	2 049.5 h	2 006 h	Grundwartung	WARTUNG !!
3	SCHLEIBER	Motorschleiber	1 562.4 h	1 510 h	Generalüberholung	WARTUNG !!

Abb. 9: Übersichtsliste anstehender Wartungen am Drucker

In dieser Liste wird auch der Hinweis zur Wartungsart ausgegeben:

**Mindestwartung:**

Der im Wartungsplan vorgesehene Zählerstand ist noch nicht erreicht, jedoch das gleichfalls bei dieser Eintragung angegebene Datum, welches angibt, wann diese Wartung, unabhängig vom Zählerstand, spätestens durchzuführen ist.

**Vorwarnung:**

Der Vorwarnwert für eine Wartung ist erreicht.

**Wartung:**

Der Zählerstand zur Durchführung einer Wartung ist erreicht.

Die aktuellen Betriebsstundenwerte der Meldungen, für die eine Wartungsdatei angelegt ist, können jederzeit am Bildschirm oder Drucker ausgegeben werden.

### 5.7.2 Wartung konfigurieren/eintragen

Nach dem Anwählen eines Aggregats in einer Auswahlliste wird der Datenausschnitt mit den aktuellen Wartungseinträgen am Bildschirm ausgegeben. Die Eingabe von neuen Wartungsvorgaben sowie die Eintragung der Erledigung einer Wartung kann nun erfolgen.

Jeder Wartungseintrag umfaßt folgende Datenfelder:

- Zählerstand für Wartung (in Betriebsstunden)
- Wartungsintervall (in Betriebsstunden)
- Vorwarnung (in Stunden)
- Mindestwartung (spätestes Datum zur Durchführung der Wartung unabhängig vom Zählerstand)
- Wartungsart
- Material
- Anmerkung

Das Wartungsprotokoll mit den Eintragungen der durchgeführten bzw. noch ausstehenden Wartungen kann jederzeit am Drucker ausgegeben werden.

### 5.8 Datenübertragung

Die automatische Übertragung der in der SPS erfaßten und zwischengespeicherten Meß- und Ereignisdaten zum Hauptrechner sowie der Daten der Zeitschaltprogramme zur SPS erfolgt in bestimmten Programmteilen in regelmäßigen Zeitabständen. Diese Intervalle können den Erfordernissen einfach angepaßt werden. Die Durchführung der Datenübertragung kann jederzeit auch vom Bediener veranlaßt werden.

### 5.9 Protokolle

#### 5.9.1 Tagesprotokoll

Die meisten der im Tagesprotokoll enthaltenen Meßwerte werden automatisch von der SPS erfaßt und in regelmäßigen Intervallen auf die Festplatte des Hauptrechners übertragen. Die händisch einzugebenden Daten

(Labormesswerte, sonstige Meßwerte, Wetterlage, Anmerkungen, ...) sind mittels klar strukturierter Bildschirmmasken einzugeben.

Für jeden beliebigen Tag, dessen Meßdaten auf der Festplatte abgespeichert sind, kann das Tagesprotokoll aufgerufen werden. Sofern die Daten vorhanden sind, ist das tageweise Blättern (nächster/voriger Tag) möglich, ohne daß erneut ein Datum angegeben werden muß. Auf diese Weise können Werte verschiedener Tage betrachtet bzw. Serieneingaben über mehrere Tage ohne Neueingabe des Datums vorgenommen werden.

### **5.9.2 Protokolldruck**

Die Daten der Tagesprotokolle können sowohl tageweise als auch monatsweise ausgedruckt werden. Beim Monatsausdruck werden zusätzlich die Monatsauswertungen (Summen- und Durchschnittswerte) für den ganzen Monat unterhalb der Tagesdaten ausgegeben.

Der Aufbau des gedruckten Jahresprotokolls entspricht dem Aufbau des Monatsprotokolls jedoch ohne Felder für Texte.

### **5.9.3 Ereignisprotokoll**

Die in der SPS protokollierten Alarmer, Schaltvorgänge sowie die Programm- ein- und ausstiege werden mit Datum, Uhrzeit und Klartextbezeichnungen am Drucker ausgegeben. Dieses gedruckte Ereignisprotokoll wird über das ganze Jahr fortlaufend seitenmäßig durchnummeriert. Mit Hilfe dieses Ausdrucks kann nachträglich jederzeit festgestellt werden, welche Alarmer bzw. Störungen aufgetreten sind sowie welcher Bediener wann in das Programm eingestiegen und wann ausgestiegen ist.

## **5.10 Konfigurationen**

Von den Konfigurationen können Übersichtslisten am Bildschirm und Drucker sowie die detaillierten Konfigurationsdaten am Drucker ausgegeben werden.

### 5.10.1 Analogwertkonfiguration

Die Definition von analogen Datenpunkten in der SPS erfolgt mittels Eingabemasken am Hauptrechner.

Für jeden Datenpunkt werden festgelegt:

Name und Bezeichnung des Meßwertes, Herkunft und physikalische Anpassung, Grenzkontakte für Schaltschwellen und Alarmauslösung, Hysterese und Zeitverzögerung, u.a.m.

Die Einstellung der Grenzkontakte erfolgt auf einer eigenen Bildschirmseite. Es werden die aktuellen Einstellungen als Meßwertbalken und Digitalanzeigen sowie der Schaltzustand des Analogwertes (Lifewert, Dummywert) ausgegeben. Die Wertverstellung der Grenzkontakte ist mittels Cursortasten oder durch direkte Werteingabe über die Tastatur möglich. Die Eingaben erscheinen in der Digitalanzeige unterhalb des Grenzkontaktbalkens. Die Daten werden an die SPS geschickt und auch im Hauptrechner auf der Festplatte abgespeichert.

Für das Testen der Logik sowie z.B. während dem Tausch eines Fühlers kann ein DUMMY-Wert vorgegeben werden. Das Logikprogramm der SPS arbeitet dann mit diesem zugewiesenen Ersatzwert.

### 5.10.2 Meldungskonfiguration

Die Festlegung digitaler Datenpunkte in der SPS erfolgt mittels Eingabemasken am Hauptrechner.

Folgende Parameter werden festgelegt:

Name und Bezeichnung, Anschlußpunkt in der SPS, ev. Name eines zugeordneten Analogwertes, Schalterlaubnis über Tastatur, Textzuweisungen, Alarmanschluß, Mitprotokollierung

### 5.10.3 SPS-Datenpunkte

SPS-Datenpunkte sind reservierte Speicherstellen in der SPS, die eine Schnittstelle zum Logikprogramm bieten. Vom Hauptrechner aus können diese Datenpunkte gelesen bzw., wenn die Berechtigungsstufe des Bedieners es zuläßt, auch geändert werden. Die Eingabe der Daten erfolgt in

physikalischen Werten, sodaß sich der Bediener nicht um das SPS-interne Datenformat kümmern braucht. Auf diese Art können so die Parameter für Belebungsblöcke und dergleichen auf einfache Weise überwacht bzw. neu angepaßt werden.

### 5.11 Zeitschalten

Mit dem Zeitschaltprogramm ist sowohl zeitpunkt- als auch intervallmäßiges Schalten in der SPS möglich. Das Zeitschaltprogramm ist hierarchisch aufgebaut.

In jeder SPS-Station stehen bis zu 65 virtuelle Datenpunkte (Zeitschaltblöcke) zur Verfügung, die vom SPS-Logikprogramm verwendet werden können, um Schaltaktionen zu setzen (Meldung schalten, Programmketten starten/stoppen, ...).

Die erforderlichen Zeitschaltbefehle für einen Tag werden in Tagesprogrammen zusammengefaßt.

Diese Tagesprogramme können entweder direkt in die Eintragungsliste eingetragen oder zu Wochenprogrammen zusammengefaßt werden.

Mit Hilfe eines Wochenprogramms besteht die Möglichkeit, jedem Wochentag (MO, DI, ...) ein beliebiges Tagesprogramm frei zuzuordnen.

In der Eintragungsliste werden die Tages- und Wochenprogramme mit ihrem Startdatum eingetragen. Bei der automatischen Datenübertragung wird das für den nächsten Tag gültige Tagesschaltprogramm aus der Eintragungsliste ermittelt und zu den SPS-Stationen übertragen.

Bei Tagesprogrammen besteht auch die Möglichkeit, das Programm jedes Jahr zum angegebenen Tag und Monat ablaufen zu lassen (Joker-Tagesprogramm: Joker für Jahreszahl).

### 5.12 Dateiverwaltung

Der Programmteil «DATEIVERWALTUNG» enthält Funktionen für die Diskettenbehandlung sowie die Datensicherung.

Folgende Funktionen werden angeboten:

- Inhaltsverzeichnis der Diskette im Sicherungslaufwerk ausgeben
- Diskette im Sicherungslaufwerk komplett löschen
- Diskette im Sicherungslaufwerk formatieren
- Sichern der Protokoll-, Konfigurations- sowie Arbeitszeitdateien auf Disketten
- Rückspeichern von Protokoll-, Konfigurations- sowie Arbeitszeitdateien von Disketten auf die Festplatte
- Löschen von Protokoll-, Konfigurations- sowie Arbeitszeitdateien auf der Festplatte

### 5.13 Berechtigungskontrolle

Das System wird durch ein Berechtigungskontrollprogramm vor unbefugten Benutzern geschützt. Die Liste mit den bedienberechtigten Personen ist nur einem Bediener mit der höchsten Berechtigungsstufe zugänglich. In dieser Liste sind die Namen und Berechtigungsstufen der berechtigten Personen eingetragen. Jeder Benutzer wählt beim erstmaligen Aufruf des Programms sein persönliches Kennwort, dieses muß er fortan bei jedem Aufruf des Programms eingeben. Nur wenn der eingegebene Bedienername und das Kennwort mit der Konfiguration übereinstimmen, wird das System zur Verwendung freigegeben. Das Benutzerkennwort kann jederzeit geändert werden, kein Bediener hat im System Zugriff auf das Kennwort eines anderen Bedieners.

### 5.14 Arbeitszeitprotokoll

Dieses Programm dient zur Führung eines Stundenprotokolls für die in der Bedienerliste eingetragenen Personen. Der Zugriff auf die Zeitdaten ist wie der Aufruf des Leittechnikprogramms selbst nur durch Ein-



gabe des Bedienernamens sowie seines gewählten Kennworts möglich.

Für jeden Tag können die Beginn- und Endzeiten für drei Zeiträume sowie eine Tätigkeitsbeschreibung eingegeben werden. Die aus den Zeitraumangaben automatisch errechnete Gesamtarbeitszeit ist dann noch auf die Stundenarten aufzuschlüsseln.

Das Arbeitszeitprotokoll eines Monats sowie die Monatsauswertungen eines Jahres können am Drucker ausgegeben werden.

#### 5.15 Systemuhr

Die Echtzeituhr in der SPS-Hauptstation bestimmt die Systemzeit und das Systemdatum. Sofern diese Uhr nicht von einer Funkuhr synchronisiert wird, können Datum und Uhrzeit dieser Uhr bei Bedarf neu eingestellt werden.

Für die automatische Umschaltung der Uhrzeit beim Wechsel von Normalzeit auf die Sommerzeit und umgekehrt, sind Tag und Monat des jeweiligen Umschaltdatums einzugeben. Die Zeitumstellung wird zum angegebenen Datum dann automatisch durchgeführt.

#### 5.16 Gesamte Konfiguration senden

Die Konfigurationsdaten des Systems sind auf der Festplatte des Hauptrechners gespeichert. Tritt in einer SPS-Station eine Störung auf oder wird z.B. ein Modul getauscht, so können die am Hauptrechner gespeicherten Konfigurationsdaten direkt an diese Station geschickt werden. Die Neueingabe der Konfigurationsdaten über die Tastatur des Hauptrechners erübrigt sich dadurch.

#### 5.17 SPS-Logikprogramm

Für die Erstellung des anlagenspezifischen Logikprogramms sind in «B&R-BIOSYS» bereits Funktionsbausteine enthalten. Mit diesen Hilfsmitteln ist die Realisierung des Logikprogramms in Kontaktplanprogrammierung auf einfachste Weise möglich. Als Programmiergerät für die Erstellung des SPS-Programms kann ein PC verwendet werden.

Besonders empfehlenswert ist die Erstellung des Logikprogramms durch den Anlagenbetreiber. Er hat dadurch zur Optimierung seiner Anlage noch mehr Einflußmöglichkeiten auf die funktionelle Steuerung und Regelung.

## 6. ZUSÄTZLICHE MÖGLICHKEITEN

Zusätzlich zu den in der ARA VÖCKLA-REDL installierten sind noch weitere Systembausteine für «B&R-BIOSYS» verfügbar.

### 6.1 Regler

Die Konfiguration und Parametrierung eines Reglers erfolgt mittels Eingabemasken am Hauptrechner.

Folgende Parameter werden festgelegt:

Name und Bezeichnung des Reglers, allgemeine Reglerparameter (Xp, Tn, Tv, diverse Rampenfunktionen, usw.), Erlaubnis für Schalteingriffe über die Tastatur, Mitprotokollierung

Alle reglerspezifischen Livedaten werden mit Balken- und Digitalanzeigen am Bildschirm ausgegeben. Es können auf dieser Visualisierungsseite Sollwert und Rampendaten variiert werden. Weiters kann der Regler in verschiedene Betriebszustände geschaltet werden (Hand/Auto, Lokal/Extern, ...).

Von den Daten der konfigurierten Regler können Übersichtslisten am Bildschirm und Drucker sowie die detaillierten Konfigurationsdaten am Drucker ausgegeben werden. Diese Listen können wahlweise die Daten einer einzelnen Station oder der ganzen Anlage umfassen.

### 6.2 Untergeordnete Funktionseinheiten

Funktionseinheiten, die von einer eigenen SPS gesteuert werden (Pumpwerke u.ä. mit B&R-Minicontrol) können an jeder BIOSYS-Station angekoppelt werden (Netzwerk B&R-Mininet mit RS 485).

7. ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN

Entsprechend den praktischen Anforderungen und den technischen Möglichkeiten wird das Leitsystem laufend erweitert und angepaßt.

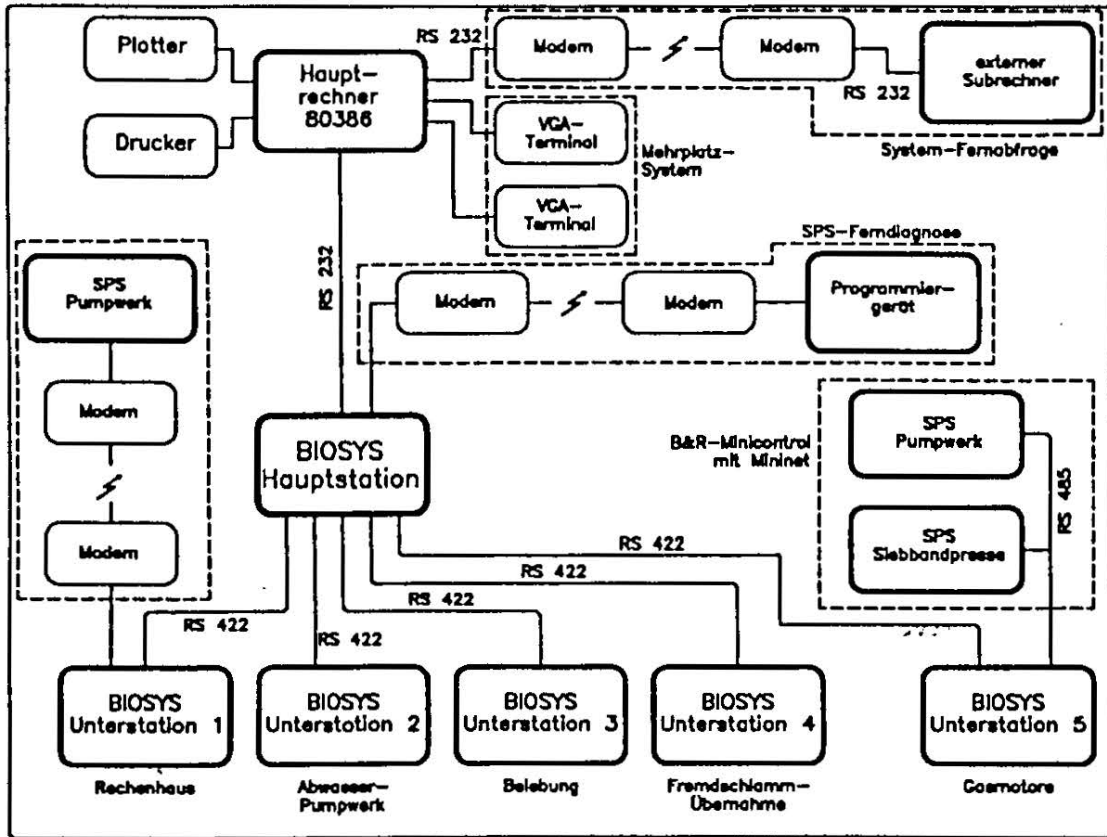


Abb. 10: Schema «B&R-BIOSYS» mit zukünftigen Erweiterungen

7.1 Fremdschlammübernahme

Erfassung der Daten des übernommenen Fremdschlamm, Steuerung der Übernahmeanlage, Auswertung der Daten, Einbindung in das BIOSYS-System

7.2 Mehrplatzfähigkeit

Ausbau des Hauptrechners für den Einsatz mehrerer Vollgrafikarbeitsplätze

### 7.3 Fernwartung des Systems

Mittels Wählleitungsmodem und spezieller Rechnersoftware ist es möglich, den aktuellen Zustand der Anlage abzufragen und sofern die Berechtigung vorliegt, auch Eingriffe vorzunehmen.

### 7.4 Anschluß von SPS-Stationen über Modems

Die SPS von weiter entfernten Anlagenteilen werden über Postleitungen und (Wählleitungs-)Modem an eine BIOSYS-Station angekoppelt.

### 7.5 Schlambuchhaltung

Erfassung der Ausbringungsflächen, Zuweisung der Bodenwerte, Überprüfung der Ausbringungsmenge auf diese Flächen, ...

## 8. SCHLUSSBETRACHTUNG

Das Leitsystem ist außer in der ARA Vöckla-Redl/OÖ noch in anderen Anlagen installiert. Unter anderen sind das die Abwasserreinigungsanlagen Mittlere Antiesen/OÖ, Ternberg/OÖ, Übersbach/Stmk, Tenneck/Sbg, Fladnitz/Stmk, Rottenmann/Stmk, Embach/Sbg sowie Kleinarl/Sbg.

Viele Leistungsmerkmale von «B&R-BIOSYS» beruhen auf Anforderungen und praktischen Erfahrungen mehrerer Kläranlagenbetreiber. Unser Bestreben ist es, auch in Zukunft diese Erfahrungen aus der Praxis der Anwender sowie die technischen Fortschritte in die Weiterentwicklung von «B&R-BIOSYS» einfließen zu lassen.

Hermann OBERMAIR, Vertrieb

Dipl.Ing. Wolfgang SCHAUMBERGER, Entwicklung

BERNECKER & RAINER Industrie-Elektronik Ges.m.b.H.

A-5142 Eggelsberg 120

**PRODAT KL**

**DAS PROGRAMMSYSTEM ZUR ÜBERWACHUNG  
UND  
STEUERUNG VON ANLAGENPROZESSEN**

**Dipl. Ing. (FH) A. Fechter**  
**In Kooperation mit:**  
**DIGI-Technik**  
**A-3244 Ruprechtshofen, Bezirk Melk/NÖ**

**1. DIE ENTWICKLUNGSSTUFEN**

Die 1983 eingeleitete Entwicklung eines frei programmierbaren Überwachungssystems auf PC-Basis wurde bereits 1984 auf seine Tauglichkeit geprüft, und ab dann ständig unter dem Produktnamen PRODAT-KL verbessert. Während PRODAT-KL bis zur Version 2.3 ein reines Protokollierungssystem war, ist mit der jetzigen Version 3.5 das Anwendungsspektrum erheblich erweitert, so auf:

- Ein/Ausgabe von Steuer- und Regelparametern und damit im Besitz von echten Prozeßeigenschaften
  - flexible Anbindung an Datenverarbeitungs- oder Erfassungseinheiten (SPS, Logger, etc.)
  - beliebige Einteilung der Anlagenstruktur auf der Basis von Bildschirmfensteranordnungen, daher:
  - Gestalterische Freiheiten in Bezug auf die optische Abbildung einer Anlage (Kläranlage, Wasseraufbereitung, Mülldeponiegas etc.)
  - Multitasking unter DOS
- Kompatible, grafische Benutzeroberfläche mit durchgängigem Einsatz der "Maus", das bedeutet erheblich vereinfachte Bedienung auch durch ungeschultes Personal (modernste Window Technik).

- Umfangreiche Meldewegverarbeitung von einfacher Darstellung auf dem Bildschirm, bis hin zur telemetrischen Ankopplung an Fernwirk-systeme. Die Meldehierarchie kann beliebig tief sein. Es besteht keine Beschränkung in Bezug auf die Anzahl und Art der Meldungen.
- Lokale und externe Prozesse können getrennt oder gemeinsam von einer Leitstelle aus überwacht bzw. beeinflußt werden.
- Flexible Einbindung bereits vorhandener Geräte. Damit erhebliche Kostenersparnisse in Bezug auf Aus- oder Umbau vorhandener Anlagen.

## **2. KURZBESCHREIBUNG EINES PROJEKTS MIT PRODAT-KL**

Um den praktischen Bezug zur Anwendung von PRODAT-KL hervorzuheben, beziehe ich mich im folgenden auf eine Installation, die seit August 1989 in der Nähe von Wr. Neustadt (südliches Niederösterreich) besteht: Es handelt sich um eine Kläranlage in der Größe von ca. 220.000 EGW mit etwa dem schematischen Aufbau in Bild 1.

Der Zulauf zu den einzelnen Belebungsbeckengruppen (8 Zuläufe) ist mit elektrischen Schiebern ausgerüstet und geregelt, um für eine gleichmäßige Beschickung zu sorgen.

Die Schiebersteuerung kann über die Koppelebene vom Rechner aus zugänglich gemacht werden, z. B. um neue Sollwerte einzufahren.

Der Sauerstoffeintrag erfolgt über eine Ringleitung. Für die Belüftung stehen 2 Gasmotoren mit je 250 kW Leistung zur Verfügung, welche abwechselnd als Grundlast benützt werden.

Geregelt wird der Sauerstoffeintrag mittels eines direkt zu- und weg-schaltbaren E-Gebläses (160 kW) und eines Drehzahl-geregelten E-Gebläses (160 kW Frequenzumrichter).

Die Hauptregelung des Sauerstoffeintrages und der Verteilungenbeschickung ist über das Rechnersystem in Verbindung mit der Siemens S 5 durchgeführt.

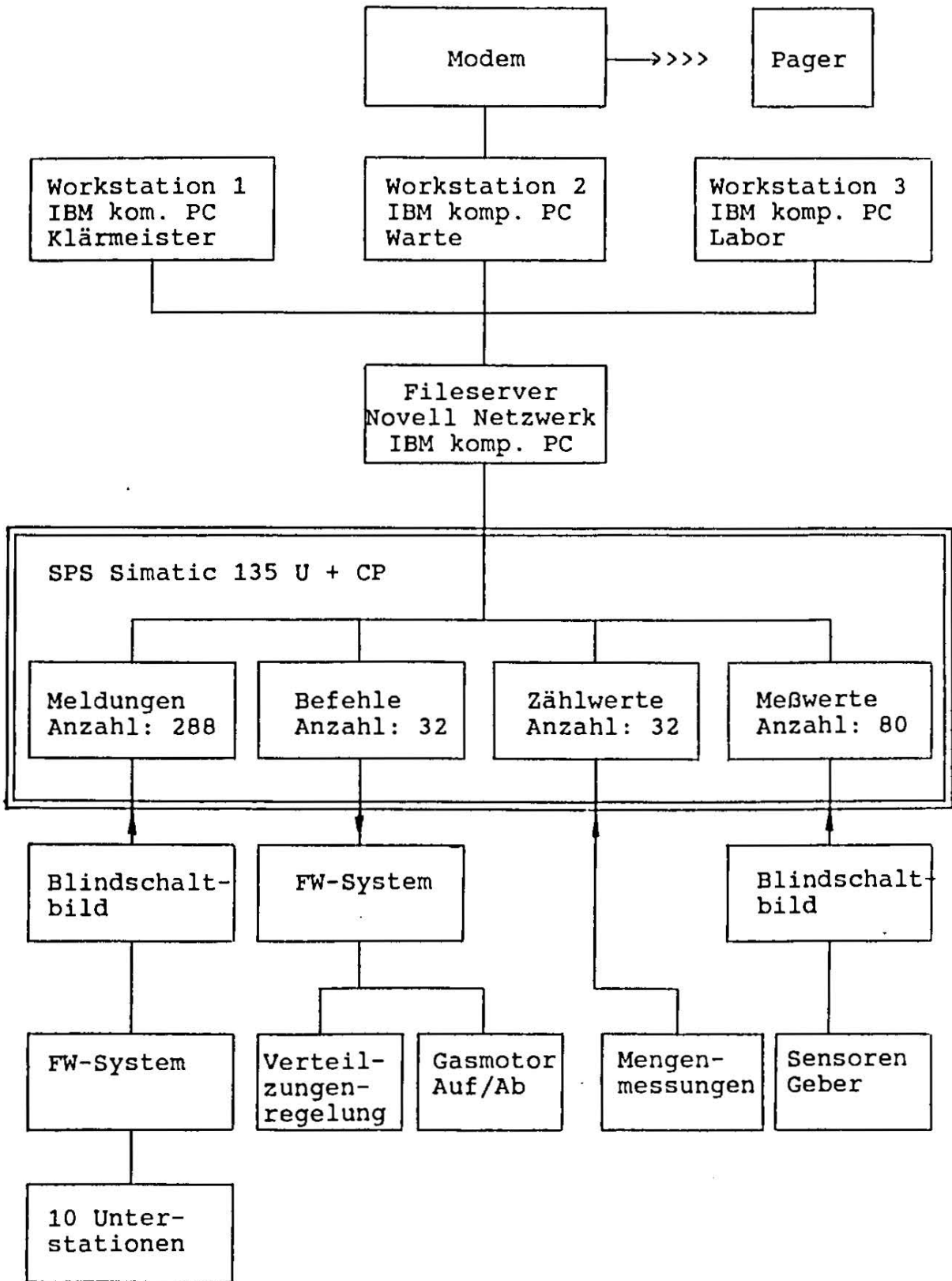


Bild 1

Sämtliche Werte aus der Schlammbehandlung, wie Schlammabzugs- und Umwälzschlammengen sowie Gasanfall und Verbrauchswerte sind ebenfalls erfaßt, und werden für Optimierungen herangezogen.

Jede Mischform von Eigenversorgung und/oder Lastanbindung im Schleppnetz der EVU ist möglich.

Insgesamt kommen wir so auf ca. 600 prozeßrelevante Datenpunkte, die in der Warte auflaufen. Um die Übersichtlichkeit zu wahren und aus organisatorischen Gründen hat man sich für den Aufbau eines Netzbetriebs entschieden, realisiert unter einem NOVELL Netzwerk.

Zugriffe auf den zentralen PC sind von der Betriebswarte, dem Betriebszimmer und vom Labor her möglich.

### **2.1 Betriebs- und Störmeldungen**

Hierzu gehört u. a. die Festlegung von Wartungstätigkeiten in Form von Laufzeitvorgaben mit ca. 100 Einzelpositionen. Im Laufe dieses Jahres wird der Wartungsteil erweitert um die Möglichkeit, freien Text beliebiger Länge hinter jeder Wartungsnr. zu hinterlegen. Die Strömeldeverarbeitung ist abgestuft, Störung hoher Priorität gehen außerhalb der Betriebszeit auf ein Wählmodem und der Empfang ist damit ortsungebunden.

Durch das neue Pagernetz der österreichischen Post ÖPR II wurde eine direkte Anzeige der einzelnen Störmeldungen am Pager durchgeführt.

Die Quittierung der Meldungen erfolgt vorort.

### **2.2. Analogwerte**

Die große Anzahl von 80 Analogwerten wird für zwei Bereiche genutzt:

- Ausbildungsbetrieb für angehende Ver- und Entsorgungsmeister.  
Dazu gehört, daß alle erfaßten Werte aufgezeichnet und für den Ausbildungsbetrieb transparent gemacht werden.
- Parallel dazu laufen Studien der Universität Wien zum Betrieb und zu Optimierungsfragen. Daraus ergibt sich ein größeres Interesse an Meßwerten, als für die rein wasserrechtlichen und betrieblichen Belange erforderlich wäre.



### **2.3.Regelparameter**

Der Hauptzulauf mit Spitzenlasten bei Trockenwetter von bis zu 2000 l/s wird nach der Vorklärung aufgeteilt auf 16 Belebungsbecken. Diese werden mit Anteilen von Luftmengen beaufschlagt, wie sie sich aus der Erzeugung durch die E-Gebläse ergeben. Die Belebung ist derzeit in 3 Gruppen eingeteilt:

Eine Belebungsbeckengruppe wird mit einem elektrischen Schieber in der Hauptluftleitung direkt auf Grund des Sauerstoff-Mittelwertes der Belebungsbeckengruppe geregelt.

Das Frequenzumrichter-geregelte E-Gebläse arbeitet ebenfalls auf Grund eines einstellbaren, anwählbaren Mittelwertes der anderen Belebungsbeckengruppen.

Um eine gleichmäßige hydraulische Belastung der Beckengruppen zu erhalten, wird über 8 verstellbare Schieber (bei den Zuläufen Belebungsbecken) für gleiche Wassermengenaufteilung gesorgt.

Die Regelparameter werden aus der SPS nach einer prozentualen Quotenregelung vorgebildet. Über die Rechnertastatur kann die Sollwertaufteilung um - 50 oder + 50 % per einzelнем Becken manuell vorgegeben werden. Bei der SPS handelt es sich um eine SIEMENS U135 mit einer Koppelebene über einen Coprozessor.

### **2.4. Laborwertverarbeitung**

Ist gemischt, also über Handeinträge, bzw. aus der maschinellen Erfassung herausgebildet. Freie Reportgeneratoren ermöglichen eine optimale formale Anpassung der Laborwerteinträge und Berechnungen an die formalen Voraussetzungen des Berichtswesens.

### **2.5 Das Berichtswesen von PORDAT-KL**

Entspricht dem in Deutschland üblichen Aufbau (ATV). Eine kundenspezifische Änderung auf das in Österreich übliche Protokoll ist durchgeführt.

Neben den üblichen Protokollen können wahlfreie, betriebsinterne Berichte, vom Betreiber frei zusammengestellt werden. Daraus ergibt sich der Vorteil, daß das Berichtswesen zum Einen den wasserrechtlich erforderlichen Anteil abdeckt, zum Anderen dazu jederzeit

ein Extrakt an innerbetrieblich wichtigen Abläufen protokolliert werden kann. Von Interesse ist diese wahlfreie Zuordnung immer dann, wenn langfristige Versuche laufen, deren Ergebnisse von Standardprotokollen ausgewertet werden. Alle Datenausgaben können auch auf Dateien umgeleitet werden. Damit sind sie als Textdateien in Berichte oder Versuchsbeschreibungen anderorts einzubinden. Zum Berichtswesen gehört eine beliebig zusammenstellbare Grafik mit max. 8 Gangkurven pro Koordinatensystem. Die Grafik kann über den sog. HPGL - Standard auf geeignete Plotter oder Drucker ausgegeben werden. Einzelne Plotterkurven können ineinander oder übereinander mit frei wählbaren Bereichen und frei wählbaren Zeiträumen ausgegeben werden.

### **3. BISHERIGE BETRIEBSERFAHRUNG - EINE ZUSAMMENFASSUNG**

Seitens des Betreibers wird hier zum ersten Male Prozeßdatenverarbeitung - kurz PDV - eingesetzt. Daraus ergaben sich naturgemäß eine Reihe von Problemen, die bewältigt werden mußten, bzw. noch zu bewältigen sind. Diese Probleme haben teilweise den Projektverlauf bestimmt. Die nachstehende Zusammenfassung ist jedoch global, d. h. nicht alle beschriebenen Sachverhalte sind in diesem Projekt aufgetreten, sie widerspiegeln aber unsere Erfahrungen - auch auf anderen Anlagen:

#### **3.1 Definitionsprobleme**

Ogleich von ausgeschriebenen Stellen ein Leistungsverzeichnis vorlag, ergaben sich Unterscheide zur tatsächlichen Installation. Ein umfangreiches Leistungsverzeichnis läßt in der Regel abweichende Interpretationen zu. Besonders dort, wo Gestaltungsfreiheit herrscht, ist dieses der Fall. Es muß so wieder in Gesprächen geklärt werden, wie bestimmte Leistungsteile auszusehen haben. Dabei wird das Betriebspersonal oft unvorbereitet und zu spät berücksichtigt. Unter PRODAT-KL ist der Gestaltungsrahmen jedoch so groß, daß die gewünschte "Programmerfassung" ohne große Probleme installiert werden konnte.

### **3.2 Akzeptanzprobleme**

In der Folge treten dann Ablehnungen gegenüber einer sinnvollen Auseinandersetzung mit dem PDV System auf, gepaart mit einer Erwartungshaltung, daß die "EDV" ja alles automatisch macht, also eine intensive Beschäftigung vor der Inbetriebnahme mit dem System zu kurz kommt. Akzeptanzprobleme können nur dann erfolgreich und schnell überwunden werden, wenn die Überführung von einem Betriebsmodell (z. B. händisch gefahrene Anlagen) zu einem anderen Modell (Prozeßleittechnik), die betroffenen Menschen frühzeitig mit einbezieht. Damit wächst die Bereitschaft, sich überhaupt auf eine solche Umstellung einzulassen.

### **3.3 Ausbildung und Einweisung**

Die Ausbildung sollte sich am Erfahrungsstand des örtlichen Personals orientieren und in mehreren Etappen verlaufen, Dabei sollte in der Anfangsphase, also nach der Erstinbetriebnahme ein simulierter Betrieb gefahrlos durchlaufen werden, PRODAT-KL kann auf allen Ebenen simulativ gefahren werden. Erst wenn die grundsätzliche Programmstruktur verständlich ist, wird zum Echtbetrieb übergegangen.

Diese Reihenfolge trotz Termindruck, Akzeptanzprobleme usw. einzuhalten, ist nicht immer einfach!

### **3.4 Umgebungsprobleme und deren Beurteilung**

Der Einsatz der PDV führt oft schlagartig dazu, daß die Beurteilung von Fehlerquellen anders als vor Einsatz der PDV abläuft. Gerade in der Anfangsphase ist in der Mehrheit der Beurteilungen die PDV - oder das Programm "schuld" an vermeintlichen Störungen. Sprunghafte Wertänderungen oder Anzeigen außerhalb des möglichen Bereichs werden zunächst einmal der PDV zugeschrieben. Die Ursachenforschung wird umgekehrt - zunächst kommt die PDV in Frage, erst später wird das Umfeld auf z. B. fehlerhafte Meßsonden etc. untersucht. Es bedarf anfangs viel Fingerspitzengefühl, gepaart mit Kompetenz in Fragen der Anlagentechnik, um die richtigen Rückschlüsse auf fehlerhaftes Verhalten zu ziehen.

Wenn mehrere Firmen am Aufbau beteiligt sind, ist fachübergreifendes Denken und Handeln gefordert - alle anderen Verhaltensweisen gehen zu Lasten des Auftraggebers.

Software entwickeln und implementieren ist ein Teil des Ganzen - den Einfluß von Umgebungsbedingungen zu erkennen ist ein anderer. Nur wer beide Teile beherrscht, kann auf Dauer erfolgreiche Installationen vorweisen.

#### **4. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSS**

PRODAT-KL läuft in unterschiedlichen Ausführungen auf mehreren Anlagen im In- und Ausland. Der hohe Anpassungsgrad auf bereits vorhandene Anlagenteile hat ein breites Anwendungsspektrum nach sich gezogen. So läuft PRODAT-KL auch in Entgasungsstationen von Mülldeponien, in der Wasserversorgung und im industriellen Bereich der Prozeßdatenverarbeitung.

PRODAT-KL ist seit 7 Jahren laufend im Einsatz und wird kontinuierlich weiterentwickelt. Erfordernisse, die sich aus dem Betrieb ergeben, werden so umgesetzt, daß neue Leistungsteile sich in bestehende Installationen problemlos integrieren. Damit ist die Kontinuität gesichert, die für PRODAT-KL - und für den Anwender - verlässlichen Betrieb garantiert.

EDV - EINSATZ  
AUF DER KLÄRANLAGE HIMBERG

C. Schobel

1. EINLEITUNG

Vor einigen Jahren hat die Computerwelt auch auf Kläranlagen ihren Einzug gehalten. Vor allem bei großen Anlagen erfreut man sich mehr oder weniger der Hilfen, die der Computer bei der Datenverarbeitung und Steuerung leistet. Durch das relativ hohe Preisniveau war ein Computereinsatz auf kleineren Kläranlagen kaum möglich. Mit steigendem Umweltbewußtsein und den dadurch steigenden Anforderungen an die Klärtechnik ist ein Computereinsatz auch bei den sogenannten "Kleinen" kaum mehr in Frage zu stellen.

Aus mehr als 30 realisierten Computeranlagen auf dem Abwasser- und Wassersektor (Einfach- und Doppelrechner-systeme, Einfach- und Mehrfachplatzausführung, Fernwirk-technik) möchte ich am Beispiel Himberg eine Möglichkeit eines Computereinsatzes vorstellen.

Die Kläranlage Himberg, ausgelegt für 20.000 EGW, hat ihren Betrieb vor mehr als 10 Jahren aufgenommen. Die elektrische Ausrüstung sowie die Meß- und Regeltechnik entsprach dem damaligen Stand der Technik. Dem natürlichen Alterungsprozeß zufolge war eine Sanierung am Steuer-, Meß- und Registriersektor erforderlich.

2. ZIEL DER UMBAUARBEITEN:

- \* Senkung der Betriebsmittel in der Registrier- und Datenverwaltung
- \* Arbeitserleichterung in der Dokumentation und Auswertung der Protokolle

- \* Optimierung der Steuerabläufe durch übersichtliche und einfache Bedienung einer zentralen Steuereinheit
- \* Einfache Bedienung des gesamten EDV-Systems, menügeführte Auswahltabelle (Hauptmenü) für sämtliche Funktionen (Abb. 1)
- \* Einfache Erweiterung der Datenverwaltung und Steuerung für den Endausbau der Kläranlage

### 3. AUSRÜSTUNG

Installation einer zentralen Datenverarbeitungs- und Steuereinrichtung entsprechend nachfolgender Beschreibung:

#### 3.1 Hardware

Systemkonfiguration siehe Abb. 2

Die SPS hat die Aufgabe der Datenerfassung und Steuerung der Anlage. Über eine RS232-Schnittstelle werden sämtliche Prozeßdaten dem PC übermittelt. Steuerbefehle und Reglerparameter werden vom PC an die SPS übertragen.

Die Speicherkarte übernimmt die Funktion eines Datenpuffers. Mit dieser Konfiguration ist daher auch ein Betrieb bei Ausfall des PC's oder bei PC-Arbeiten mit MS-DOS kompatiblen Programmen ohne Ausfall der Steuerung und ohne Datenverlust möglich.

#### 3.2 Software

##### 3.2.1 Istwerte

zur Darstellung sämtlicher aktueller Meßwerte mit laufender Aktualisierung der Meßwerte.

- \* Auswahl für die digitale oder analoge Darstellung der Meßwerte (Abb. 3)
- \* Parametrierung für "Eichen" der Meßwertgeber
- \* Ersatzwertvorgabe bei Ausfall oder Eichung einer Messung

### 3.2.2\_Meßwerte-Grafik

zur grafischen Darstellung der Analogwerte und Digitalmeldungen (Abb. 4).

- \* Auflisten der darzustellenden Analogwerte und / oder Digitalmeldungen und Selektieren der zur Anzeige oder zum Ausdruck bringenden Analogwerte bzw. Digitalmeldungen (Abb. 4)
- \* gleichzeitige grafische Ausgabe
  - von - 4 Analogwerten
  - oder - 8 Digitalmeldungen
  - oder - 2 Analogwerten und
  - 2 Digitalmeldungen (Abb. 5)
- \* Cursor-Funktion mit Anzeige der Uhrzeit und der physikalischen Größe des Meßwertes
- \* Einblenden von Grenzwerten
- \* Zoom-Funktion für Kurven und Digitalmeldungen (Abb. 6)

### 3.2.3\_Datenrückblick

zur Darstellung und zum Ausdruck von Kurven und Digitalmeldungen aus dem Datenarchiv. Rückblick für mindestens ein Jahr direkt von der Festplatte.

### 3.2.4\_Störmeldeprotokoll

zur Dokumentation der Störereignisse (Abb. 7).

- \* Auflisten der letzten 1000 Störungen mit Datum und Uhrzeit
- \* Auswahl der Störmeldung für Anzeige und Ausdruck

### 3.2.5\_Alarme

zur Verwaltung der Störungen.

- \* Parametrierung und Ausgabe von bis zu 16 Alarmkreisen
- \* Ansteuerung für akustische und optische Meldung mit Zeitfunktionen
- \* Ansteuerung von automatischen Telefonwählgeräten mit Zeitfunktionen

### 3.2.6\_Datenmanipulator

zur Änderung von Konstanten im SPS-Programm (Zeiten, Zähler, etc.) ohne SPS-Programmiergerät.

### 3.2.7\_Wochenkurven

zur Darstellung der Meßwerte über 7 Tage mit 1/2-Stunden-Mittelwerte analog der Meßwerte-Grafik.

### 3.2.8\_Grenzwerte

zur Überwachung der Meßwerte.

- \* Funktionsauswahl und Parametrierung der Grenzwerte für
  - MIN-Überwachung
  - MAX-Überwachung
  - oder MIN/MAX-Überwachung.
- Dabei wird der Meßwert über die letzten 12 Stunden grafisch dargestellt (Abb. 8).
- \* Alarmausgabe bei Grenzwertverletzung
- \* Protokollierung der Grenzwertverletzung mit Datum und Uhrzeit

### 3.2.9\_Service

- \* fortlaufende Erfassung und Anzeige der Betriebsstunden
- \* Vorgabe der Serviceintervalle
- \* Anzeige der Servicezeit
- \* Ausgabe eines Serviceprotokolles (Abb. 9)

### 3.2.10\_Labordaten

zur Eingabe der im Labor ermittelten Meßwerte in das Betriebsprotokoll.

- \* Auflisten sämtlicher Eingabeparameter (Abb. 10)
- \* Eingabe der Labordaten pro Tag
- \* Speichern der Eingabewerte für das Kläranlagen-Protokoll



### 3.2.11 Protokoll

zur Dokumentation sämtlicher Meßwerte und Daten entsprechend dem ÖWWV-Regelblatt Nr. 13.

- \* Darstellung der Protokollblätter am Schirm
- \* Ausdruck der Wochen- bzw. Monats- und Jahresprotokolle (Abb. 11)
- \* Sonderfunktionen wie "Betriebsergebnisse und Leistungsbeurteilung"

### 3.2.12 Monats- Jahreskurven (Protokollgrafik)

zur grafischen Darstellung sämtlicher Protokolldaten in 14-Tage-, bzw. Monats- und Jahreskurven (Abb. 12).

### 3.2.13 Regler

zu Steuerung diverser Antriebe. Oft kann eine Reihe von meß- und regeltechnischen Auslegungsgrößen zum Zeitpunkt der Planung nur näherungsweise erfaßt werden. Aus einer Vielzahl von fertigen Regel- bzw. Steuereinheiten kann die Steuerfunktion eines Antriebes ausgewählt, geändert bzw. optimiert werden.

- \* Auflisten sämtlicher Antriebe mit Automatik-Steuerfunktionen und Anzeige der gewählten Reglerfunktionen z. B. Pumpe 1 (Abb. 13)
- \* Auswahl der Steuerfunktion z. B. MAX-MIN 2-Punkt (Abb. 14)
- \* Auswahl des Analogwertes z. B. Niveau Hebewerk 1 (Abb. 15)
- \* Parametrierung des Reglers (Abb. 16)
- \* Hilfeschild zur Funktionserklärung des eingestellten Reglers (Abb. 17)
- \* Speichern der parametrierten Regler auf die Festplatte bzw. auf Diskette, dadurch ist ein einfacher Umstieg auf andere Funktionsweisen gegeben, z.B. Sommer-Winterbetrieb
- \* Ausdruck über die gewählten und parametrierten Regler
- \* Laden externer Reglerdaten

### 3.2.14 Zusätzliche Einrichtungen

zur einfachen Bedienung des Gesamtsystems.

- \* integrierte Textverarbeitung zur Aufzeichnung und Speicherung aktueller Vorkommnisse
- \* Daten "Kopieren" / "Löschen" zur Datensicherung der auf der Festplatte abgelegten Daten auf Diskette oder Streamer, Einlesen von auf der Festplatte gelöschten Daten von der Sicherungsdiskette, Löschen älterer Daten auf der Festplatte
- \* Kurzbeschreibung der Anlage
- \* Uhr stellen
- \* menügesteuertes Aufrufen von MS-DOS Funktionen (z. B. Formatieren)
- \* menügesteuerter Einstieg in MS-DOS kompatible Programme wie z. B. Fäkalienübernahme, Klärschlammbehandlung, Kommunikationsprogramme für Labormeßgeräte

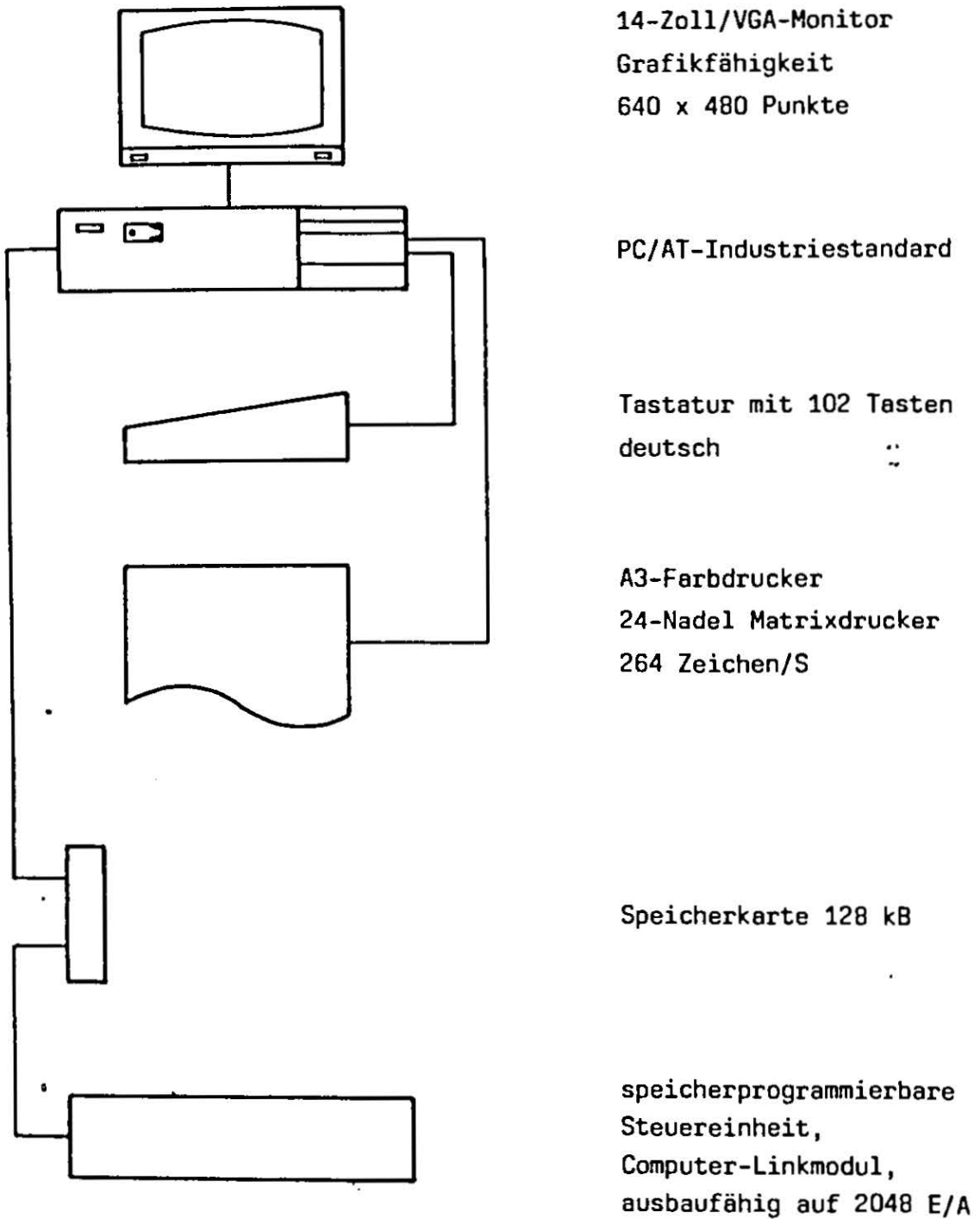
### 4. WEITERE AUSFÜHRUNGSMÖGLICHKEITEN

- \* Industrierechner in 32-Bit-Technologie mit VME-Bus-System Betriebssystem OS/9 bzw. auf Basis Personalcomputer mit 16-/32-Bit-Prozessor und Prozeßdatenkoppler.
- \* Einfach- oder Doppelrechner-System mit einem oder mehreren Arbeitsplätzen.
- \* Anschließbare Fernwirksysteme und speicherprogrammierbare Steuerungen über Privat- oder Poststromwege, sowie über die verfügbaren Postdienste.
- \* Grafische Bedienoberfläche mit konsequenter Führung des Benutzers über Dialogmasken, Funktionsauswahl über Maus oder "Soft-keys".

SCHOBEL Clemens, Ing.  
Schubert Elektroanlagen Ges.m.b.H.  
3200 Ober-Grafendorf  
Industriestraße 3

Abb. 1: Hauptmenü

I	START	R	Regler
G	Messwerte-Grafik	B	Beschreibung
D	Datenrückblick	U	Uhr
L	Labordaten	F	Disketten-Formatieren
P	Protokoll	1	Programm 1
S	Störmeldeprotokoll	2	Programm 2
A	Alarmer	Q	Quitt-PDE
M	Datenmanipulator		
Z	Grenzwerte		
N	Notizbuch		
K	Daten kopieren		
X	Daten löschen		
W	Wochengrafik		
J	Jahres, Monatskurven		
T	Service-Termine		



PC-Merkmale:

- 1 MB Hauptspeicher
- 40 MB Festplatte
- 1,44 MB Diskettenlaufwerk
- integrierter 16-Bit-VGA-Bildschirm-Controller
- Betriebssystem MS-DOS 4.01

Abb. 2: Systemkonfiguration

Abb. 3: Istwerte

pH-Zulauf	8.4	Sauerstoff-BB1	1.6 mgO <sub>2</sub> /l
LF-Zulauf	1.5 mS	Sauerstoff-BB2	1.3 mgO <sub>2</sub> /l
Zulauftemperatur	9.5 °C	Mittelwert O <sub>2</sub> -BB1/BB2	1.4 mgO <sub>2</sub> /l
Temperatur BB	9.9 °C	Niveau Hebwerk 1	0.7 m
Ablauftemperatur	8.2 °C	Niveau Hebwerk 2	1.1 m
Aussentemperatur	5.0 °C	Niveau Neubach	1.3 m
WSt Diff. Grobrechen 1	7.8 cm	Unrichterdrehzahl	78.3 ‰
WSt Diff. Grobrechen 2	16.9 cm		
WSt Diff. Feinrechen	22.1 cm		
Ablaufmenge Biologie	32.4 l/s	Leistung Biologie	35.0 kW
Σ Ablaufmenge Biologie	5.8 m <sup>3</sup>	Σ Leistung Biologie	947.1 kWh
Überlaufmenge	0.0 l/s	Leistung Mechanik	15.0 kW
Σ Überlaufmenge	0.0 m <sup>3</sup>	Σ Leistung Mechanik	1.5 kWh
Ablauf Gesamt	32.4 l/s	Leistung Gesamt	50.0 kW
Σ Ablauf Gesamt	5.8 m <sup>3</sup>	Σ Leistung Gesamt	20.1 kWh

Abb. 4: Selektieren der Meßwerte-Grafik

Bezeichnung:  
 Ablauftemperatur  
 Aussentemperatur  
 Niveau Neubach  
WSt Diff. Grobrechen 1  
 WSt Diff. Grobrechen 2  
 WSt Diff. Feinrechen  
Niveau Hebwerk 1  
 Niveau Hebwerk 2  
 Leistung Biologie  
 Leistung Mechanik  
 Leistung Gesamt  
 Umrichterfrequenz  
 Ablaufmenge Biologie  
 Überlaufmenge  
 Ablauf Gesamt  
 Mittelwert O2-BB1/BB2  
 $\Sigma$  Leistung Biologie  
 $\Sigma$  Leistung Mechanik  
 $\Sigma$  Leistung Gesamt  
 $\Sigma$  Ablaufmenge Biologie

Bezeichnung:  
 $\Sigma$  Überlaufmenge  
 [REDACTED]  
 ·B·Netzbetrieb  
 ·B·Generatorbetrieb  
 ·B·Schieber 1 Betrieb  
 ·B·Schieber 1 offen  
 ·B·Schieber 1 geschlossen  
 ·B·Schieber 2 Betrieb  
 ·B·Schieber 2 offen  
 ·B·Schieber 2 geschlossen  
 ·B·Schieber 3 Betrieb  
 ·B·Schieber 3 offen  
 ·B·Schieber 3 geschlossen  
·B·Pumpe 1  
 ·B·Pumpe 2  
·B·Grobrechen 1  
 ·B·Grobrechen 2  
 ·B·Feinrechen  
 ·B·Sandfangpumpe  
 ·B·Kompressor 1

Messwerte von:90-12-22

PDE

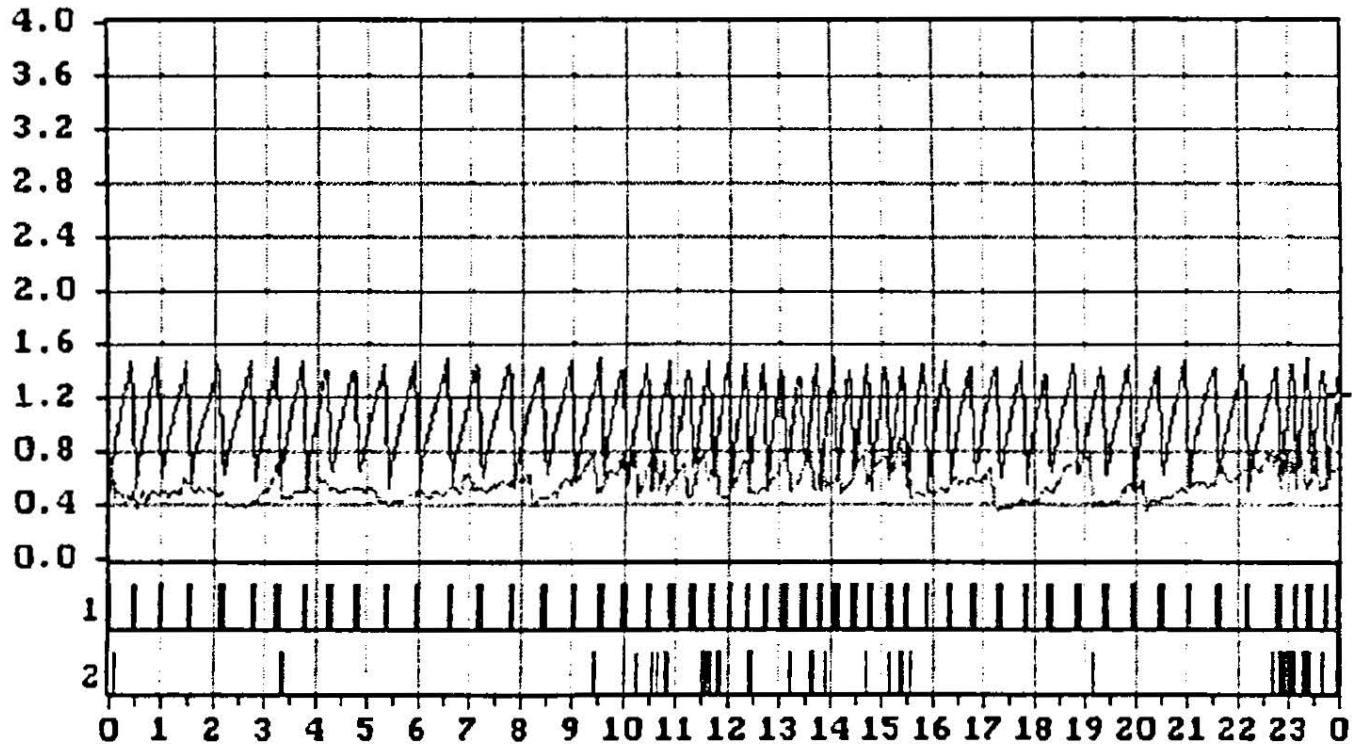


Abb. 5: Meßwerte-Grafik

N - 11

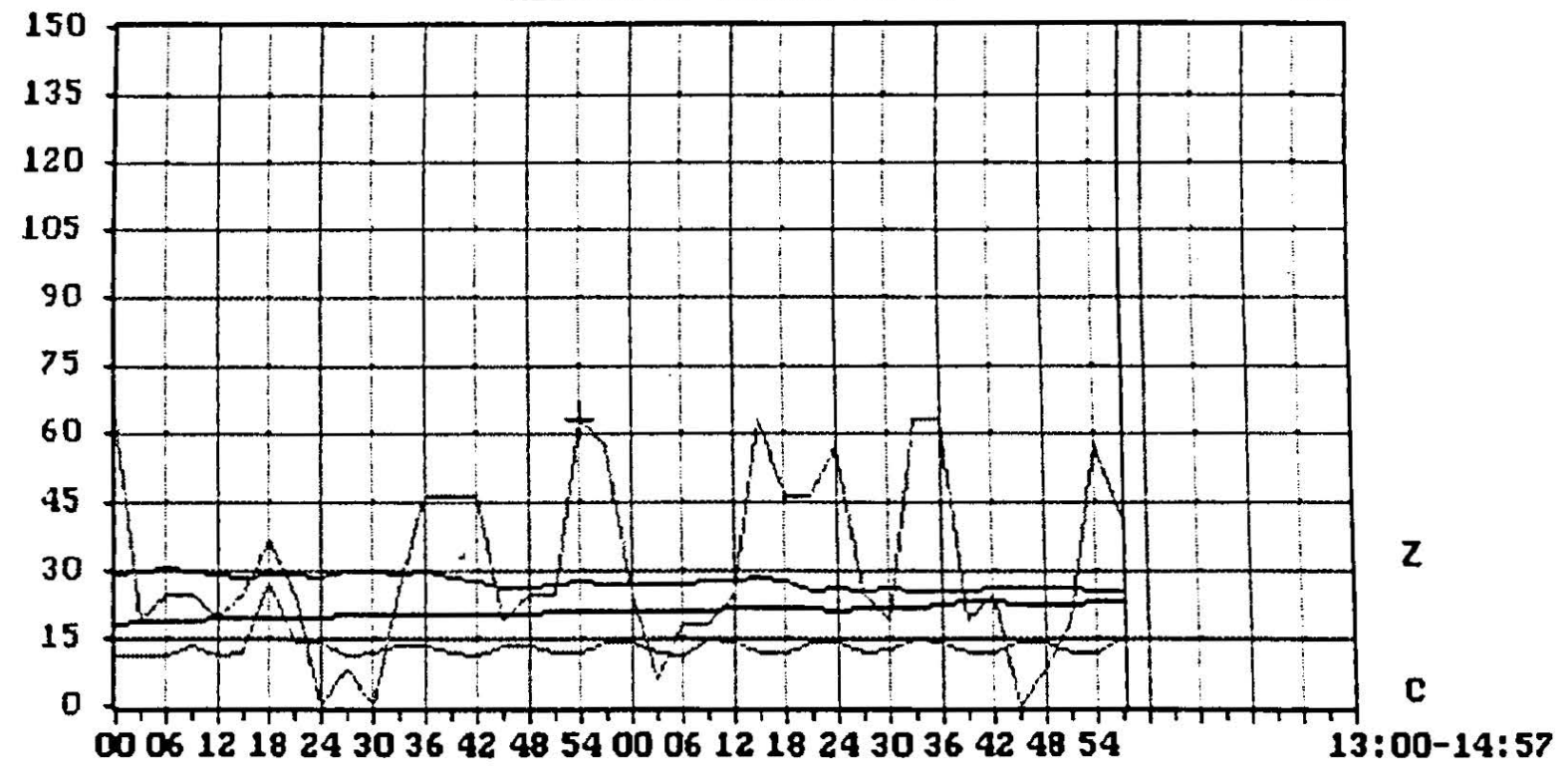
Niveau Hebwerk 1 n	Min: 0.49	Max: 1.51	Mittel: 1.05
		Zeit:23:57	Hert: 1.22
Wst Diff. Grobrechen 1 cm	Min: 2.19	Max: 5.57	Mittel: 3.40
		Zeit:23:57	Hert: 4.16
1 Pumpe 1	Betrieb: 375min		Zeit:23:57 AUS
2 Grobrechen 1	Betrieb: 129min		Zeit:23:57 AUS

F1-Hilfe F2-Drucken C-Cursor G-Grenzwert Z-Zoomen ESC-Zurück zur Auswahl



Messwerte von: 90-12-22 PDE

Abb. 6: Zoom-Funktion



Sauerstoff-BB1 mgO2/l	Min: 1.54	Max: 2.48	Mittel: 1.91
		Zeit: 12:57	Hert: 1.96
Leistung Biologie kH	Min: 1.35	Max: 32.03	Mittel: 16.50
		Zeit: 23:57	Hert: 15.68
Ablaufmenge Biologie l/s	Min: 0.00	Max: 74.40	Mittel: 18.90
		Zeit: 13:54	Hert: 63.60
Sauerstoff-BB2 mgO2/l	Min: 0.96	Max: 1.89	Mittel: 1.42
		Zeit: 12:57	Hert: 1.23



STOER-MENÜ Kläranlage HIMBERG 15:22:59

- Bezeichnung
- Feinrechen Störung
- Sandfangpumpe Störung
- GW Ablaufmenge Biologie
- Kompressor 1 Störung
- Kompressor 2 Störung
- Sandfangräumer Störung

F1-Hilfe Cursor-Selekt F2-Drucken F3-Schirm A-Alle K-Keine ESC-Ende

STOER-MENÜ Kläranlage HIMBERG 15:08:10

Bezeichnung:	Anfang:	Ende:
Kompressor 1 Störung	91-01-16 11:48	91-01-17 09:48
Kompressor 2 Störung	91-01-16 11:48	91-01-16 12:42
Sandfangräumer Störung	91-01-17 09:51	91-01-17 10:15
Kompressor 1 Störung	91-01-17 12:45	91-01-17 13:03
Sandfangräumer Störung	91-01-17 12:45	91-01-17 13:03

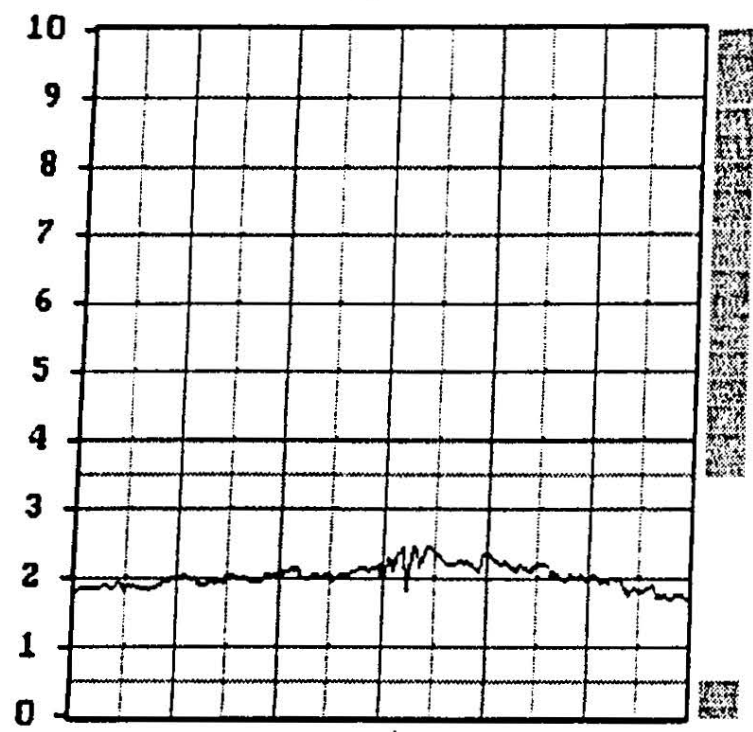
F1-Hilfe Cursor-Auf, Ab ESC-Ende

Mefwert: Sauerstoff-BB1

Reglerfunktion: Min-Max-überwachung

[mgO2/l] Sauerstoff-BB1

EIN



Minimum[mgO2/l]: 0.50

Maximum[mgO2/l]: 3.50

Abb. 8: Grenzwerte

Bezeichnung:	Betrieb:	Service bei:	Intervall:
Netzbetrieb	549 h	669 h	120 h
Generatorbetrieb	2 h	102 h	100 h
Schieber 1 Betrieb	174 h	0 h	0 h
Schieber 1 offen	94 h	94 h	0 h
Schieber 1 geschlossen	0 h	0 h	0 h
Schieber 2 Betrieb	0 h	0 h	0 h
Schieber 2 offen	0 h	0 h	0 h
Schieber 2 geschlossen	0 h	0 h	0 h
Schieber 3 Betrieb	0 h	0 h	0 h
Schieber 3 offen	0 h	0 h	0 h
Schieber 3 geschlossen	0 h	0 h	0 h
Pumpe 1	0 h	0 h	0 h
Pumpe 2	0 h	0 h	0 h
Grobrechen 1	87 h	87 h	50 h
Grobrechen 2	95 h	95 h	100 h
Feinrechen	0 h	0 h	0 h
Sandfangpumpe	0 h	0 h	0 h
Kompressor 1	0 h	0 h	0 h
Kompressor 2	0 h	0 h	0 h
Sandfangräuner	0 h	0 h	0 h

Abb. 9: Service-Termine

N - 15

F1-Hilfe Cursor-Selekt 0..9-Neue Eingabe F2-Drucken F10-Service ESC-Hauptmenü

P04-P Zulauf	ng/l
P04-P Ablauf	ng/l
Sichttiefe NKB 1	cm
Sichttiefe NKB 2	cm
Wetter	2
Rechengut	0.1 m <sup>3</sup>
Sandanfall	0.1 m <sup>3</sup>
Schlammvolumen BB1	420 ml/l
Schlammvolumen BB2	400 ml/l
Schlammtrockensubstanz BB1	4.3 g/l
Schlammtrockensubstanz BB2	4.2 g/l
Schlammvolumen Rücklaufschl.	540 ml/l
Schlamm-TS Rücklaufschlamm	5 g/l
<del>Schlamm-TS Rücklaufschlamm</del>	n
Schlamm Spiegel NKB 2	n
Fällungsmittelzugabe	kg
Schlamm entw. Aufgabe TS	%
Schlamm entw. Kuchen Menge	m <sup>3</sup>
Schlamm entw. Kuchen TS	%
Konditionierungs n. Polyelekt.	kg

Abb. 10: Labordaten

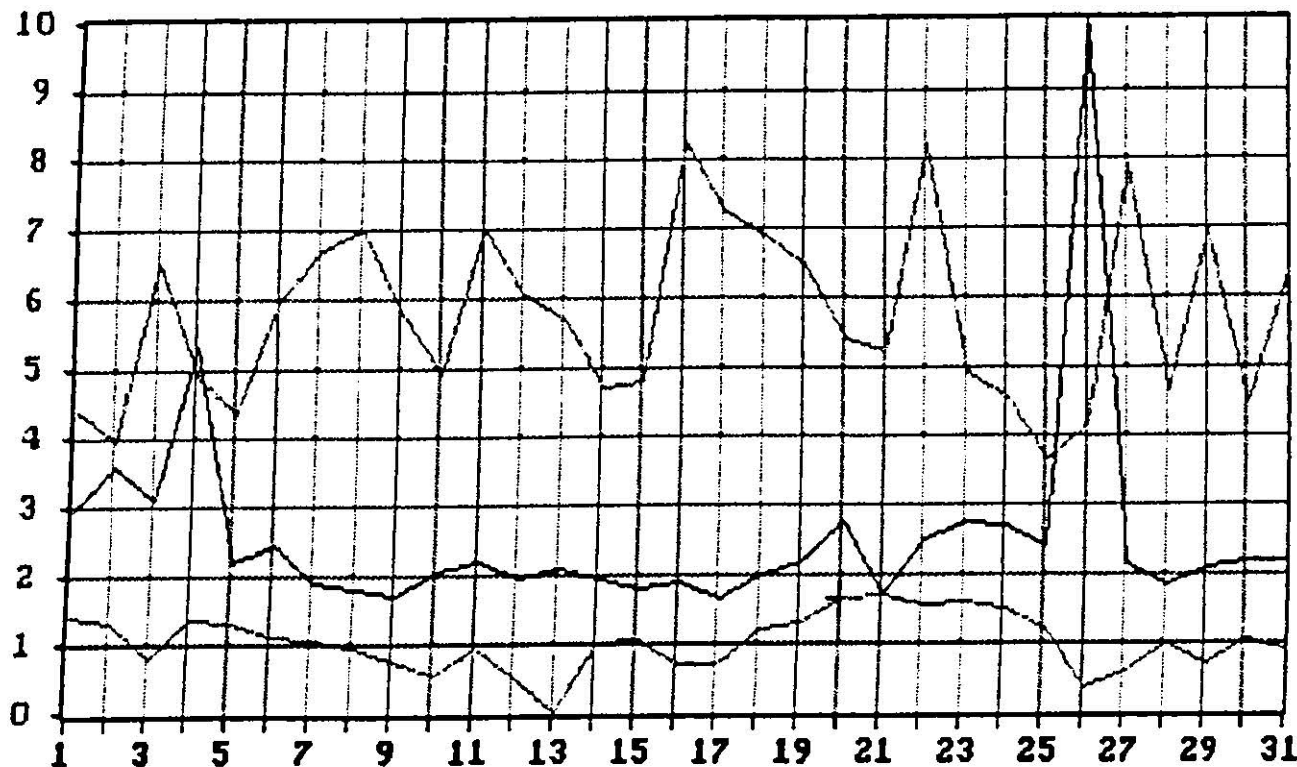
N - 16



Monatskurven von: DEZ 1990

PDE

Abb. 12: Monatskurve



C

Sauerstoff BB1 Max mgO2/l	Min: 1.67	Max: 9.92	Mittel: 2.58
		Datum: 31.	Wert: 2.20
Sauerstoff BB1 Min mgO2/l	Min: 0.00	Max: 1.72	Mittel: 1.03
		Datum: 20.	Wert: 1.65
Ablaufmenge Biologie n3	Min: 734.46	Max: 1646.32	Mittel: 1147.15
		Datum: 31.	Wert: 1271.26

Bezeichnung:	Regler-Typ:
Freigabe Zuschaltstufen	Ausgang Einschalten
ÜSS-Pumpe 1	Maximum Überwachung
ÜSS-Pumpe 2	Maximum Überwachung
Grobrechen 1	Maximum Überwachung
Grobrechen 2	Maximum Überwachung
Feinrechen	Maximum Überwachung
Sandfangpumpe	Ausgang Ausschalten
Pumpe 1	Max-Min 2-Punkt
Pumpe 2	Max-Min 2-Punkt
Pumpe 3	Max-Min 2-Punkt
Pumpe 4	Max-Min 2-Punkt
Pumpe 5	Max-Min 2-Punkt
Schieber 4	Ausgang Ausschalten
Schieber 5	Ausgang Ausschalten
Schieber 6	Ausgang Einschalten
Grobrechen 1 B/P	Betrieb-Pause
Grobrechen 2 B/P	Betrieb-Pause
Feinrechen B/P	Betrieb-Pause
Zusatzausgang 1	Ausgang Ausschalten
Mittelwert 02-BB1/BB2	Mittelwertbildung

Abb. 13: Antriebs-Reglerliste

F1-Hilfe Enter-Parameter (Anzeigen, Ändern) F2-Regler-Type ändern ESC-Hauptmenü

Abb. 14: Reglerauswahl

Bezeichnung:	Regler-Typ:
02-Mittelwertre	REGLER-TYPE ändern
02-Zuschaltstuf	Minimum Überwachung
02-Zuschaltstuf	Maximum Überwachung
Freigabe Zuscha	Min-Max Überwachung-1
ÜSS-Pumpe 1	Min-Max Überwachung-2
ÜSS-Pumpe 2	Min-Max 2-Punkt
Grobrechen 1	Max-Min 2-Punkt
Grobrechen 2	Betrieb-Pause
Feinrechen	Min-Max 2-Punkt+Betrieb-Pause
Sandfangpumpe	Max-Min 2-Punkt+Betrieb-Pause
<b>Pumpe 1</b>	Betrieb-Pause von Min bis Max
Pumpe 2	Betrieb-Pause von Max bis Min
Pumpe 3	Stufensteuerung
Pumpe 4	Differenzregelung
Pumpe 5	Mittelwertbildung
Schieber 4	Schaltuhr
Schieber 5	Probennehmer
Schieber 6	Wertvorgabe
Grobrechen 1 B/	Betrieb-Pause von Max-Min/B
Grobrechen 2 B/	



Bezeichnung:

Regler-Typ:

02-Mitt

Ist-Wert ändern

02-Zusc

Bezeichnung

Niveau Neubach

02-Zusc

Regler-Type

WSt Diff. Grobrechen 1

Freigab

WSt Diff. Grobrechen 2

ÜSS-Pun

Ist-Wert: N

WSt Diff. Feinrechen

ÜSS-Pun

Minimum-Gre

Niveau Hebwerk 1

00 n

Grobrec

Maximum-Gre

Niveau Hebwerk 2

00 n

Grobrec

Einschaltve

Leistung Biologie

60 sec

Feinrec

Ausschaltve

Leistung Mechanik

6 sec

Sandfan

Leistung Gesamt

Pumpe 1

Unrichterdrehzahl

Pumpe 2

Ablaufmenge Biologie

Pumpe 3

Überlaufmenge

Pumpe 4

Ablauf Gesamt

Pumpe 5

Mittelwert 02-BB1/BB2

Schiebe

Schiebe

Schiebe

Grobrec

Grobrec

Abb. 15: Ist-Wert-Auswahl

F1-Hilfe Cursor-Zeile selektieren F10-Speichern

ESC-Abbrechen

Bezeichnung:

Regler-Typ:

02-Mitt

Regler-Parameter ändern

02-Zusc

Bezeichnung: Pumpe 1

02-Zusc

Regler-Type: Max-Min 2-Punkt

Freigab

ÜSS-Pun

Ist-Wert: Niveau Hebwerk 1

ÜSS-Pun

Minimum-Grenzwert

0.60 #

Grobrec

Maximum-Grenzwert

1.2 #

Grobrec

Einschaltverzögerung

0 sec

Feinrec

Ausschaltverzögerung

0 sec

Sandfan

Pumpe 1

Pumpe 2

Pumpe 3

Pumpe 4

Pumpe 5

Schiebe

Schiebe

Schiebe

Grobrec

Grobrec

Abb. 16: Regler-Parametrierung

F1-Hilfe Cursor-Zeile selekt F10-Speichern F2-Ist-Wert ändern ESC-Abbrechen

Bezeichnung:	Regler-Typ:
02-Mittelwertre	REGLER-TYPE ändern
02-Zuschaltstuf	Minimum Überwachung
02-Zuschalts	Max-Min 2-Punkt
Freigabe Zus	
ÜSS-Pumpe 1	
ÜSS-Pumpe 2	
Grobrechen 1	Ausgang-EIN: Ist-Wert größer Maximum-Grenzwert
Grobrechen 2	
Feinrechen	Ausgang-AUS: Ist-Wert kleiner Minimum-Grenzwert
Sandfangpump	
Pumpe 1	
Pumpe 2	
Pumpe 3	Bei Eingabe einer Einschaltverzögerungszeit
Pumpe 4	bzw. Ausschaltverzögerungszeit wird erst nach
Pumpe 5	Ablauf dieser Zeit der Ausgang ein- bzw.
Schieber 4	ausgeschaltet.
Schieber 5	
Schieber 6	
Grobrechen 1	
Grobrechen 2	ESC

Abb. 17: Hilfeschild

F1-Hilfe Cursor-Zeile selektieren F10-Speichern ESC-Abbrechen

SYSTEME - LÖSUNGEN - BEISPIELE  
ZUM THEMA WASSERWIRTSCHAFT

Spratler Bernd

1) SIMATIC S5 - DAS DEZENTRALE AUTOMATISIERUNGSSYSTEM FÜR DIE WASSERWIRTSCHAFT

Die Produktfamilie SIMATIC S5 besteht aus speicherprogrammierbaren Steuerungen, die sich bereits seit Jahren in Abwasseranlagen und Wasserwerken bestens bewährt haben.

Automatisierungskonzepte mit SIMATIC S5 basieren auf dem Prinzip der dezentralen Intelligenz, einem Prinzip, das sich nicht nur in der Wasserwirtschaft durchgesetzt hat. Bei solchermaßen verteilten Systemen werden Automatisierungsaufgaben und Visualisierung dort bearbeitet wo sie eben anfallen. Zentrale und übergeordnete Aufgaben werden in der Leitebene bearbeitet (siehe Bild 1) - Automatisierungsgeräte werden über Bussysteme verknüpft und hierarchisch strukturiert.

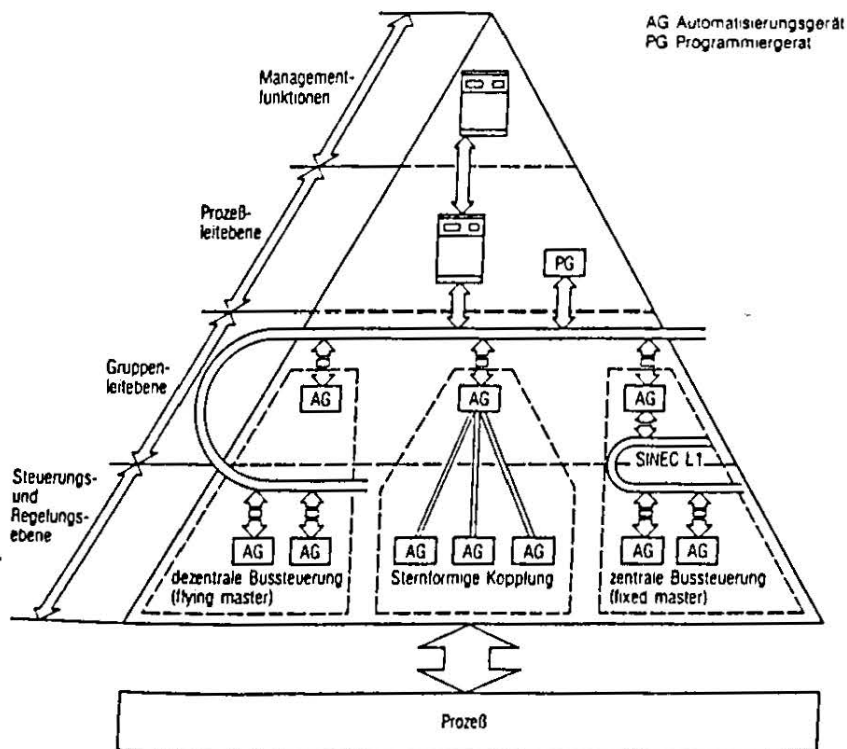


Bild 1) Systemstruktur SIMATIC S5 - Kommunikation

Die Vorteile des dezentralen Automatisierens wie

- \* Erhöhte Betriebssicherheit
- \* Bestmögliche Flexibilität
- \* Gsenkte Engineeringkosten
- \* Anlagentransparenz

verbunden mit ausgetesteten Standard-Softwarebausteinen hat SIMATIC S5 weltweit zur Nummer 1 der speicherprogrammierbaren Steuerungen gemacht.

### 1.1) Automatisierungsgeräte - Übersicht

Die SIMATIC S5 Systemfamilie bietet Automatisierungsgeräte in allen Leistungsklassen. Das kleinste ersetzt wirtschaftlich bereits einige Hilfschütze - das größte ist praktisch ein Prozeßrechner in SPS - Technik.

Einen Auszug an verfügbaren Automatisierungsgeräten mit einigen Leistungsdaten ist in Tabelle 1) ersichtlich.

	CPU 928	R-Prozessor (CPU 922)	mit CPU 944	mit CPU 943	mit CPU 103	mit CPU 102
Hauptspeicher Für Programm und Daten	54 Kbyte (32 KAnweis.) RAM: EPROM	64 Kbyte (32 KAnweis.) RAM: EPROM	96 Kbyte (48 KAnweis.) RAM: EPROM EEPROM	48 Kbyte (24 KAnweis.) RAM: EPROM EEPROM	20 Kbyte (10 KAnweis.) RAM: EPROM EEPROM	4 Kbyte (4 KAnweis.) RAM: EPROM EEPROM
Datenspeicher						
Externspeicher (RAM: EPROM)	-	-	-	-	-	-
CPU-interner DR-DRAM	46 Kbyte	22 Kbyte	-	-	-	-
Bubblespeicher	256 Kbyte	256 Kbyte	256 Kbyte	256 Kbyte	-	-
CP551	20 Mbyte	20 Mbyte	20 Mbyte	-	-	-
Zykluszeit pro 1 K Binäranweisungen	1.1 ms	20 ms	1.6 ms	1.6 ms	2 ms	2 ms
mittlere Bearbeitungszeit für 1 K typ. Anwenderprogramm**	7.5 ms	20 ms	3 ms	10 ms	10 ms	15 ms
Merker	2048	2048	2048	2048	2048	1024
Zeilen/Zähler	je 256	je 128	je 128	je 128	je 128	je 32
arithm. Funktionen	+ , - , x , :	+ , - , x , :	+ , - , x , :	+ , - , x , :	+ , - , x , :	+ , -
Digitaleingänge/ -ausgänge	je 4096	je 4096	je 1024	je 1024	256	256
Analogeingänge/ -ausgänge	192	192	je 64	je 64	32	16
Intelligente Peripheriebaugruppen	x	x	x	x	-	-
Bediengeräte/Bedien- und Beobachtungssysteme	x	x	x	x	x	x

Tabelle 1) Teilübersicht Systemfamilie SIMATIC S5



1.2) Moderne Bussysteme - Standardisierte Software

Der technische Trend der Dezentralisierung wird erst durch moderne, leistungsfähige Bussysteme möglich.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Punkt-zu-Punkt oder Sternstrukturen ist auch der Kabelaufwand bei Bussystemen wesentlich geringer.

Folgende Standardsysteme sind verfügbar:

	I	SINEC H2	SINEC H1	SINEC L2 (Profibus)	SINEC L1	FELDBUS
Prinzip	I	Breitb.	Ethernet	Token	Fixed Master	
Ü - Rate	I	10Mbit/s	10Mbit/s	187kbit/s	9,6kbit/s	9,6kbit/s
Max.Länge	I	10 km	5 km	1 km	50 km	2 km
Teilnehmer	I	10.000	1024	32	31	32

Mit dem Einsatz von freiprogrammierbaren Automatisierungssystemen in der Prozeßleittechnik nahm sprunghaft der damit verbundene Engineeringaufwand zu. Durch folgende Tendenzen wurde dies noch verstärkt:

- \* noch mehr Rechenleistung durch bessere Prozessoren bei eher fallenden Hardwarepreisen
- \* komplexere Automatisierungsvorhaben zur Energieoptimierung und Verbesserung der Umweltverträglichkeit.

Dieser Zunahme an Engineeringaufwand steht die vom Markt gewünschte kurze Lieferzeit gegenüber. Berücksichtigt man noch die steigenden Personalkosten und Vorleistungen wie Schulung und Infrastruktur so wird verständlich, daß wohl in allen "Denkfabriken" Wege zur Kostensenkung gesucht und auch praktiziert werden.

Dabei werden 2 Hauptwege gegangen. Zum einen der Einsatz von Engineering-Tools (Werkzeugen), zum andern die Strukturierung der Software in einzelne standardisierte, wiederverwendbare Module.

Die so entstehenden "Softwaretypicals" reduzieren den Aufwand in Richtung Parametrieren statt Programmieren und sind auch ausgetestet. Weitere Vorteile entstehen auch dadurch, daß die Anlagendokumentation vereinfacht werden kann, da das Standard-Software-Paket gut beschrieben ist. Bild 2 zeigt die Vorteile beim Einsatz in den verschiedenen Phasen des "SW - Lebenszyklus"

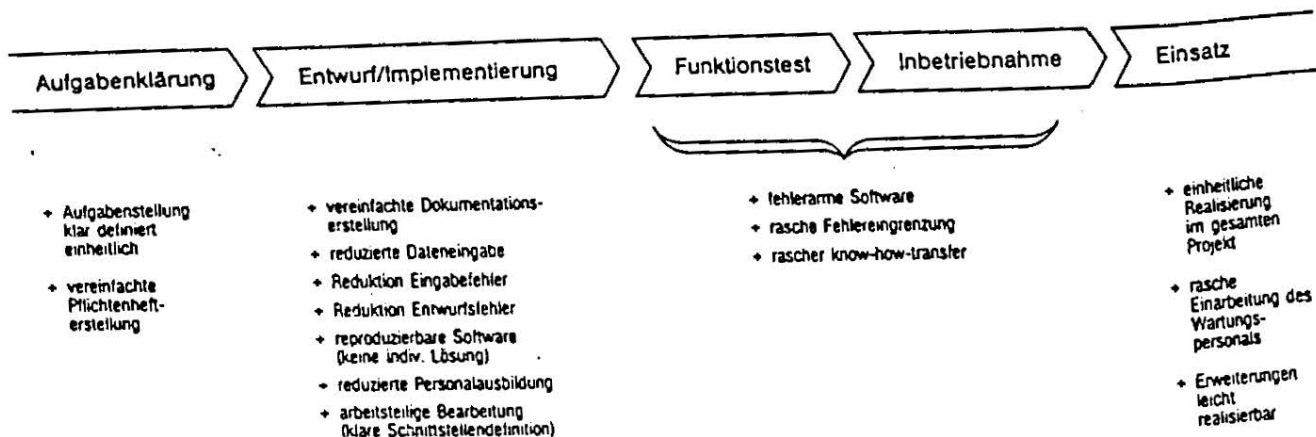


Bild 2) Vorteile durch den Einsatz von standardisierten Softwaremodulen (Typicals)

### 1.3) Programmiergeräte - Bedienen und Beobachten

Für die Bedienung und Programmierung stehen im Preis abgestufte Geräte zur Verfügung. Die Handprogrammiergeräte PG 605U und PG 615, ähnlich einem vergrößerten Taschenrechner, können zum Programmieren, Testen und auch zur Dokumentation (Druckeranschluß) herangezogen werden. Die Bedienerführung macht das Hantieren sowohl im ON-als auch im OFF-LINE Betrieb einfach und sicher möglich.

Die leistungsstärksten Maschinen -PG 730/750- basieren auf:

- \* Zentralprozessor 80386
- \* Arithmetikprozessor 80387
- \* 4-16 Mb RAM Speicher
- \* Farbgraphik 1024 x 768 Punkte
- \* mehreren Betriebssystemen
- \* ETHERNET-Anschaltung

Diese Geräte haben natürlich auch integrierte Steckplätze zu EPROM-Programmierung und erfüllen auch sonst jede PC-Funktion.

Das direkte Prozeßvisualisieren aus dem Automatisierungsgerät bietet sich vorallem für VOR-ORT-Visualisierung von Unterzentralen an.

Dieses "Fenster zum Prozeß" wird durch eigene Kommunikationsprozessoren (zB. CP 526, CP527 uä.) ermöglicht, welche diese Aufgabe ohne zusätzliche Belastung der Zentralprozessoren der SPS ermöglichen.

Die Systemfamilie SIMATIC S5 bietet dazu diverse Möglichkeiten mit den unterschiedlichsten Komfortstufen hinsichtlich Hard- und Softwarelösungen an.

Diese Art der Prozeßvisualisierung hat jedoch üblicherweise keine Leitstellenfunktion und ist vorallem als Ergänzung zu den später angeführten Möglichkeiten der verschiedenen großen und kleinen Leitsystemen zu sehen

## 2) SINAUT ST1 - DAS STATIONSLEIT UND FERNWIRKSYSTEM

In den immer komplexeren Wirtschaftsstrukturen ist eine deutliche Tendenz zur Vernetzung von örtlich getrennten Anlagen und Anlagenteilen zu beobachten. Diese auch datenseitige Vernetzung erfordert ein Kommunikationssystem mit den dazu passenden Automatisierungskomponenten und Leitstellen.

Die Anforderung lautet daher:

- \* Fernwirken
- \* Steuern
- \* Regeln und
- \* Vor-Ort-Verarbeitung

in einem Gerät.

Siemens bietet dazu die Lösung mit dem Stationsleitgerät

- \* SINAUT ST1

Die Hardwarebasis dieses Stationsleitsystems ist das weltweit verbreitete Automatisierungssystem SIMATIC S5. Durch steckbare Übertragungsprozessoren, integrierbare Modems und spezielle Softwarekomponenten ermöglicht dieses System die Kommunikation untereinander über Datenwege wie

- \* Standleitungen
- \* Postwählleitungen



- \* Funknetze
- \* sonstige Postdienste
- \* Lichtwellenleiter

Auch diese Geräte sind leistungsmäßig abgestuft (siehe SIMATIC S5) und können demgemäß als prozeßnahe Unterstationen eingesetzt werden. Geräte des oberen Leistungsbereiches sind auch als Knotenstationen und Fernwirkzentralen einsetzbar. Die Möglichkeit, verschiedene Aufgaben auf getrennte Geräte aufzuteilen bleibt selbstverständlich erhalten. ( siehe Bild 3 )

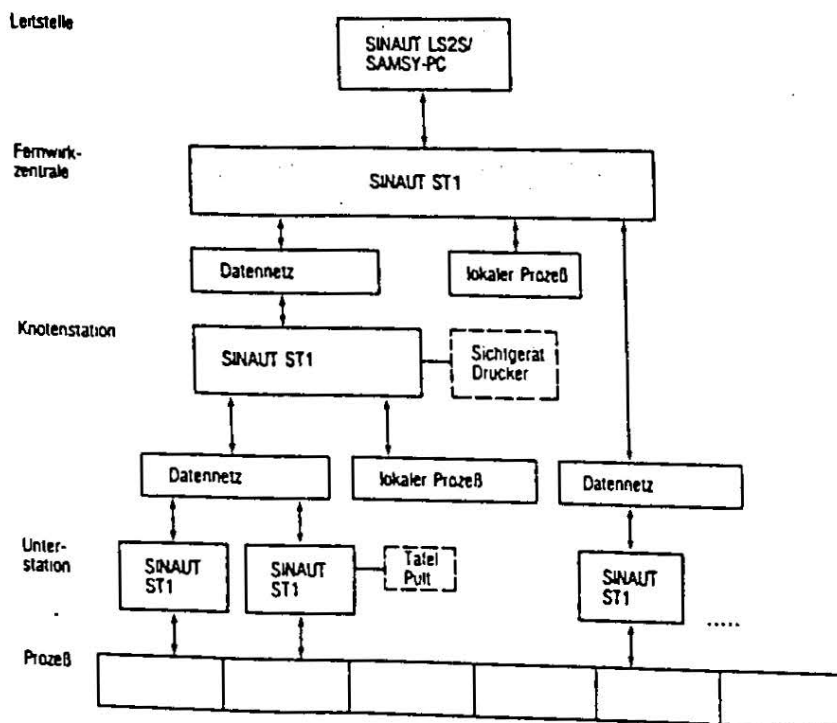


Bild 3) Stationengeräte im Einsatz als Unterstation, Knotenstation und Fernwirkzentrale

Bisher sind mehr als 3000 Geräte mit den unterschiedlichsten Übertragungswegen im Einsatz und zwar mit Übertragungsgeschwindigkeiten von 50 - 9600 Bit/s. Ein typischer Einsatzfall eines kleineren Stationsleitgerätes in einer Unterstation - hier schematisch einer Pumpstation - ist dargestellt. (siehe Bild 4)

Hinsichtlich Datenübertragung gilt folgendes:

- Netzkonfiguration : \* Punkt - Punkt  
\* Stern  
\* Linie
  
- Redundanz : \* Zweitwegumschaltung  
\* Redundante Stationen  
(Zentrale)
  
- Übertragungswege : \* Standleitung (2/4 Draht)  
\* Wählnetz  
\* Funk  
\* Lichtwellenleiter
  
- Zulassungen (DBP) : \* Überlassene Stromwege  
\* Direktrufnetz  
\* Telefonnetz  
\* Datex-L Netz  
\* Temex Netz  
\* Telefonwählnetz Österreich
  
- Datensicherheit : \* Hammingdistanz 4
  
- Sicherungsrouitinen : \* zusätzliche Sicherungen  
( Befehlsausgabekontrolle)

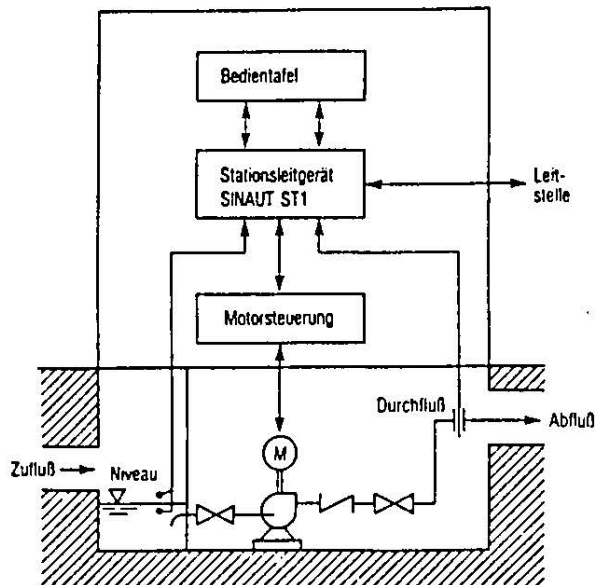


Bild 4) SINAUT ST1 in einer Pumpstation

### 3) LEITSYSTEME AUF PC - BASIS

Die Betreiber kommunaler wie industrieller Kläranlagen sind durch Gesetze gefordert, daß Abwasser so zu reinigen, daß es bedenkenlos in den Kreislauf der Natur zurückgegeben werden kann.

Ebenfalls sind Betreiber gehalten, betriebswirtschaftliche Überlegungen bei der Prozeßführung zu beachten.

Daraus ergeben sich die Rahmenbedingungen für die Optimierung des Kläranlagenbetriebes und somit für den gezielten Einsatz von Intelligenzen im Leittechnikbereich.

In unserem Hause sind besonders 2 Softwareprodukte speziell für den Einsatz in der Wasserwirtschaft verfügbar, welche beide modular aufgebaut (siehe Bild 5) und im folgenden kurz vorgestellt werden.

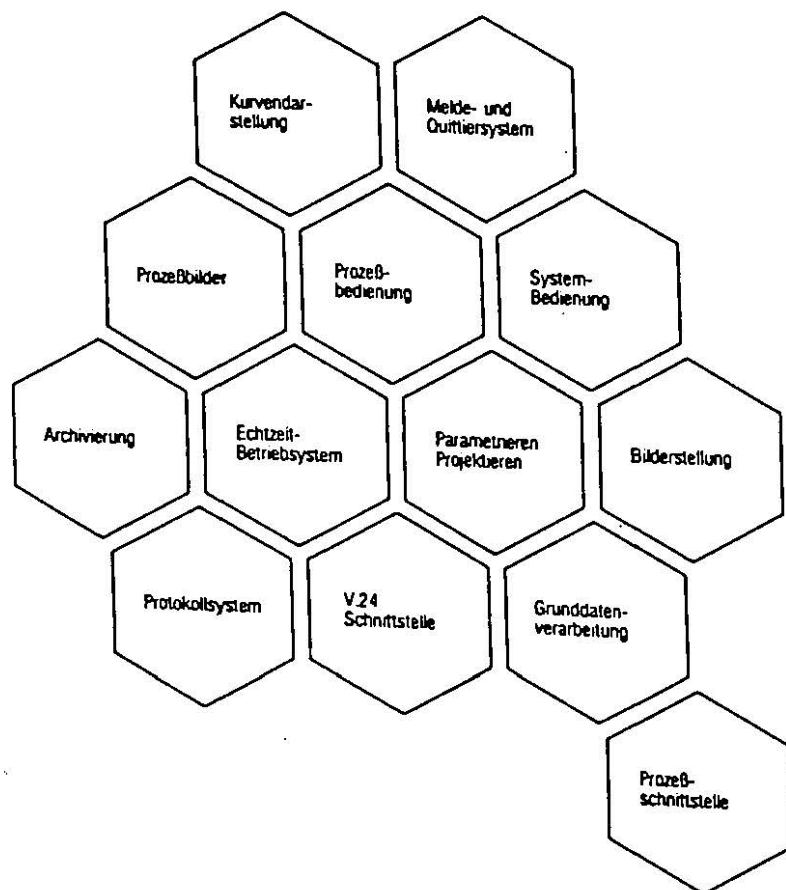


Bild 5) Prinzipielle Basiskomponenten von Prozeßsoftware bei PC Anwendung

In beiden vorgestellten Prozeßsoftware-Paketen erfolgt der Prozeßanschluß an die Rechner über Automatisierungsgeräte SIMATIC S5.

Ebenfalls gelangen auf diesem Wege die Prozeßsignale von pH-Elektroden, Induktiven Durchflußmessern, Sauerstoffwerte und sonstige Signale an die Rechner.

### 3.1) Leitsystem "SAMSY - PC"

SAMSY - PC eine Verbindung von Siemens Industrie PC und speicherprogrammierbarer Steuerung ist die Komplettlösung für die Automatisierung kleinerer und mittlerer Kläranlagen.

Die Hauptaufgaben von SAMSY - PC sind:

- \* Erhöhung der Transparenz des Betriebs geschehens durch umfassende Information über den Prozeßablauf
- \* Melden von Störungen und Alarmen
- \* Entlastung des Bedienpersonals von Routinearbeiten. (z.B. Standardprotokollierung nach ATV-Hinweis H260)
- \* Erhöhung der Betriebssicherheit und Minimierung der Stillstandszeiten durch Wartungshinweise
- \* Farbgraphik-Sichtgeräte zur Prozeßvisualisierung und für eine Bedienung aus den Prozeßbildern
- \* Nahtlose Dokumentation gegenüber der Aufsichtsbehörde durch Archivierung und Sicherung der wichtigsten Prozeßwerte.

Der typische Aufbau einer solchen Anlage (siehe Bild 6) und ein selbsterklärendes, maskengeführtes Dialogsystem ermöglicht eine problemlose Projektierung, Parametrierung oder Prozeßführung der Gesamtanlage ohne Programmier- oder sonstige rechnerspezifische Kenntnisse.

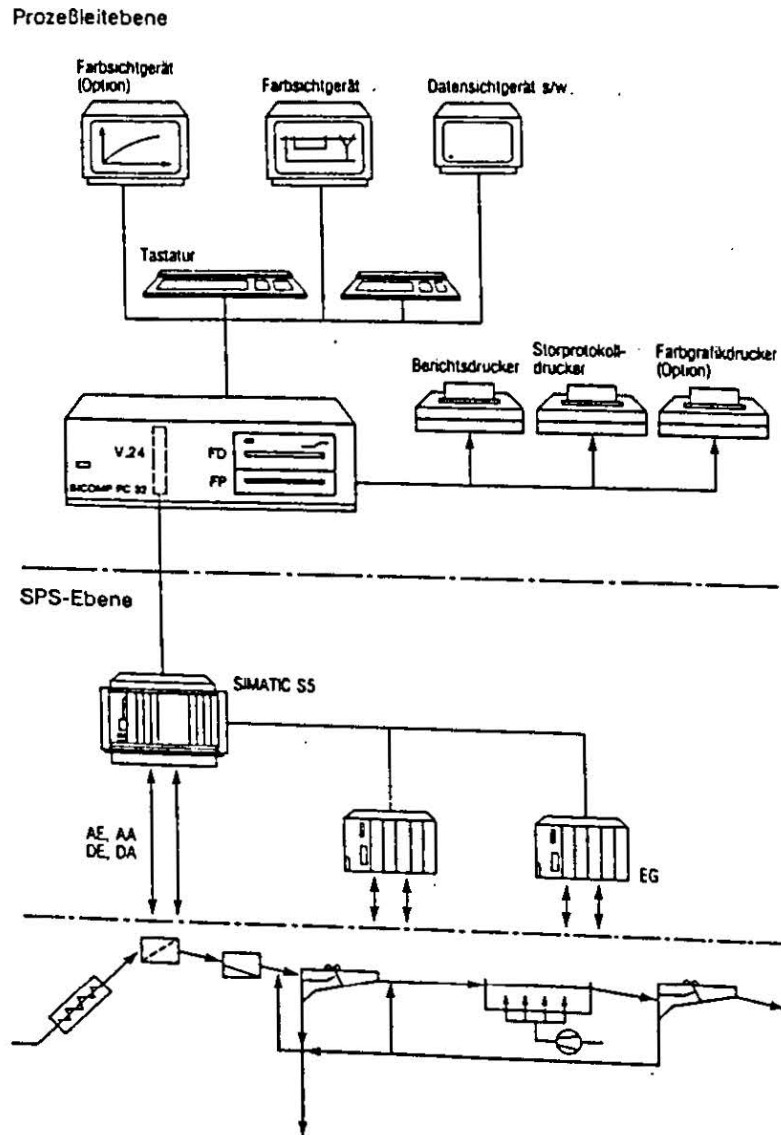


Bild 6) Typische Hardwarekonfiguration von "SAMSU - PC"

Das je nach eingesetzter Hardware unterschiedliche Mengengerüst sieht folgende Maximalwerte vor:

Digitaleingänge:	5120	Prozeßbilder	108
Digitalausgänge:	2048	(vollgraphisch)	
Analogeingänge :	512	Bildaufbau-u.	
Analogausgänge :	128	Aktualisierungs-	
		zeit	ca. 1s

Zählwerte	:	128	Variable/Bild 100
Laborwerte	:	128	Betriebsstd. Wartungsbericht 960
Rechenwerte für Berichte	:	96	Stör/Zustands- meld. gepuffert 250

Aus Anwendersicht läßt sich die Software einteilen in:

- \* Systemsoftware, bestehend aus Echtzeitbetriebssystem C-DOS 386, Koppelsoftware zu den SPS und allgem. Systemdienste und -bedienungen.
- \* Anwendersoftware, bestehend aus der Prozeßdatenerfassung/-verarbeitung, der Prozeßgraphik und dem Protokollsystem.

Nach der Installation von SAMSY - PC sind die Softwarestrukturen verdeckt.  
Der Anwender wird mittels Dialogmasken bei der Erstellung, Parametrierung und Bedienung geführt.

Ausgeführtes Beispiel: Kläranlage Achim

Ort: Achim, Raum Bremen (BRD)

Lieferung: 1988

EGW 40 000

Aufgabe: Komplette Kläranlagensteuerung und Visualisierung, Energieoptimierung, Protokolle, Archive, 45 Antriebssteuerung

Peripherie: Simatic 100 U und Simatic 135 U

Hardware: 288 Digitaleingänge  
216 Digitaleingänge  
40 Analogeingänge  
10 Zählwerte

3.2) Softwarepaket "PC - ÜSR"

PC - ÜSR ist eine praktisch technologieneutrale Prozeßrechner Software auf PC - Ebene, welche jedoch durch den Bedarf in der Wasserwirtschaft bereits 1982 erstmals im Wasserwerk Hard/Vlbg. eingesetzt wurde und auch durch Anforderungen aus dem Bereich Kläranlagen und Wasserwerke geprägt ist. Von dzt. ca 70 in Österreich installierten Anlagen in der Konfiguration Siemens SIMATIC S5 - mit PC - ÜSR sind etwa 50% im Bereich Wasserwirtschaft eingesetzt.

Die Hauptaufgaben sind im wesentlichen ähnlich, wie die unter Pos.3.1) beschriebenen. Als ein wesentlicher Punkt dieses Prozeßpaketes ist jedoch auch die Flexibilität in der Aufgabenanpassung zu sehen, welche im wesentlichen resultiert aus:

- \* "STEP - Interpreter auch für Steuerungsanteil welcher in der PC-Ebene realisiert und auf der SPS-Ebene ausgegeben werden soll
- \* Praktisch "Offene C-Programmierschnittstelle für allfällige Sonderprogrammteile und Datenfileübergabe für weitere Verarbeitung in kommerziellen Programmen wie "dBase, Lotus, u ä.

Der typische Aufbau einer ÜSR - Anlage ist praktisch identisch wie in Bild 6, Kapitel 3.1), wobei jedoch ebenfalls eine SPS ohne eigene Intelligenz ( CPU ) für kleinere Aufgaben eingesetzt werden kann. Die Parametrierung erfolgt auch hier ohne besondere rechnerspezifische Kenntnisse.

Das Mengengerüst sieht folgende Maximalwerte vor bei Einsatz eines Rechners mit Prozessor mind. 80386/25 und Arithmetikprozessor (nicht alle Werte gleichzeitig)

Digitaleingänge:	1024	Prozeßbilder 900
Digitalausgänge:	512	(voll od. semigraph.)
Analogeingänge :	256	Bildaufbau-u.
Analogausgänge :	128	Aktualisierungszeit ca. 1 s
Zählwerte :	128	Variable/Bild 64
Laborwerte :	128	Betriebsstd. Wartungsbericht 1000

Rechenwerte für Berichte	:	100	Stör/Zustands- meld. gepuffert	1000
PID - Regler	:	20	X/Y-Funktionen	20
Schaltuhren	:	100	Grenzwertpaare	256

Ausgeführtes Beispiel: ARA - Bludenz

Ort: Bludenz / Vlbjg.

Lieferung: 1985 und 1990

EGW 80 000

Aufgabe: Komplette Kläranlagensteuerung und  
Visualisierung, Protokollierung  
u. Archivierung

Peripherie: Simatic 130 W und Fernwirkanlagen

Hardware: 448 Digitaleingänge  
416 Digitalausgänge  
64 Analogeingänge  
16 Analogausgänge  
16 Zählwerte

Ausgeführtes Beispiel: ARA - Bezau

Ort: Bezau / Vlbjg.

Lieferung: 1988

EGW 30 000

Aufgabe: Komplette Kläranlagensteuerung und  
Visualisierung, Protokollierung u.  
Archivierung

Besonderheit: Doppelrechnerausführung mit zusätz-  
licher entfernter Rechnerkopplung zum  
Ingenieurbüro

Peripherie: Simatic 135 U und Fernwirkanlagen in  
das Verbandsgebiet.

Hardware: 600 Digitaleingänge, 47 Digitalausg.  
60 Analogeingänge, 56 Zählwerte



Ausgeführtes Beispiel: Wasserhaltung Rautenweg

Ort: Wien, Mülldeponie Rautenweg

Lieferung: 1990

Peripherie: Simatic 135 U mit ca. 3 km SINEC-L1  
Bus und 7 SIMATIC Geräten S5 100U

Hardware: 330 Digitaleingänge  
300 Digitaleingänge  
128 Analogeingänge  
80 Zählwerte

Aufgabe: Steuerung des Niveauhaushaltes bei der  
Mülldeponie Rautenweg mit allen  
Archivierungsfunktionen.

#### Beschreibung:

Um eine Verseuchung des Grundwassers außerhalb der Deponie zu vermeiden, ist es Aufgabe der Steuerung, das Niveau innerhalb der Deponie um einen bedeutenden Wert niedriger zu halten als den natürlichen Grundwasser-spiegel. Zusätzlich wurde mittels der 49 Dichtwandkammern ein Puffer zwischen Außen und Innen geschaffen, deren Pegel kleiner als der Außenwasserstand, jedoch größer als der Deponiewasserstand sein muß.

Alle eintreffenden Wasserstände werden grundsätzlich auf Unter- bzw. Überschreitung des parametrierbaren Meßbereiches überprüft und falls erforderlich als unplausibel gemeldet. Über einen Zeitraum von 15 Minuten werden die, in einem Intervall von wenigen Sekunden neu eintreffenden Meßwerte gemittelt und zur späteren Auswertung auf der Festplatte archiviert. Zum Tageswechsel erfolgt eine Selektion der 96 1/4-Stunden-Mittelwerte in der Weise, daß auf Grund der Standardabweichung vom Tagesmittelwert plus einer parametrierbaren Bandbreite alle ungenauen 1/4-Stundenwerte ausgeschieden werden. Für weitere Berechnungen (Prognoseberechnung der äußeren und inneren Pegel) wird aus den verbleibenden gültigen Werten ein neuer Tagesmittelwert errechnet. Stehen jedoch für diese Mittelwertbildung weniger als 10 1/4-Stundenwerte zur Verfügung, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

Zu jedem 1/4-Sundenwechsel wird für jede der 49 Dichtwandkammern auf Grund ihrer Position entlang der Deponieumschließung und der Position der Kontrollpegel für Außen und Innen der korrespondierende Wasserstand für Außen und Innen errechnet und für spätere Auswertungen archiviert.

Die Ermittlung des Sollniveaus für alle Dichtwandkammern erfolgt viertelstündlich auf die Art, daß der höchste korrespondierende Innenwasserstand entlang der Umschließung festgestellt und diesem theoretischem Wert eine parametrierbare Sicherheitsdifferenz hinzuaddiert wird. Zu jedem Minutenwechsel werden die Wasserstände aller Dichtwandkammern auf diesen Sollpegel kontrolliert. Die Regelung des Niveaus in der Dichtwandkammer erfolgt durch Abpumpen bzw. Füllen mittels Magnetventil. Die Begrenzung der gleichzeitig in Betrieb befindlichen Pumpen, Gewährleistung des Mindestbetriebs jeder Pumpe durch Wochenschaltuhr, Mindesteinschaltdauer für Pumpe und Magnetventil und Steuerung der äußeren und inneren Ringwasserleitung mittels Schieber prägen die Software für die Niveausteuerung.

Die geprüften Tagesmittelswerte der äußeren und inneren Kontrollpegel werden zum Tageswechsel entlang der Deponieumschließung entsprechend abgewickelt und anschließend auf die kleinste Pegeldifferenz zwischen Außen und Innen entlang der Umschließung untersucht. Der Innen- und Außenwasserstand am festgestellten Ort wird zusammen mit den entsprechenden Werten der vergangenen 13 Tage für eine Trendberechnung herangezogen, die einen Aufschluß über den wahrscheinlichen Wasserstand außer- und innerhalb der Deponie für die zukünftigen 14 Tage gibt. Anschließend werden die Pegeldifferenzen auf einen einstellbaren Sicherheitsabstand überprüft. Auf Grund der Deponiefläche, des abzusenkenden Niveaus in der Deponie und des ermittelten Zeitraums wird die abzupumpende Wassermenge aus der Deponie errechnet. Die Ansteuerung der vier Deponiepumpen mit unterschiedlicher Förderleistung erfolgt unter Berücksichtigung der automatisch festgestellten Verfügbarkeit derselben.

Die je Dichtwandkammerprüfung jährlich durchzuführende Dichtwandkammerprüfung erfolgt automatisch nach Anstoß durch den Anwender. Dabei werden wichtige Prüfdaten wie eingebrachte Wassermenge, Pegel der Dichtwandkammer benachbarte Niveaus, Porenvolumen, Sickermenge und Sinkgeschwindigkeit im 2-Stundenintervall erfaßt und für spätere Auswertungen archiviert.

#### 4) SYSTEMLÖSUNGEN FÜR GRÖßERE ANLAGEN

Neben den unter Pos. 3) skizzierten Lösungen für kleiner Anlagen ( welche keineswegs vollständig ist, da auf verschiedene Systeme aus der Familie SIMATIC wie CORROS, TELEPERM AS215, usw. nicht eingegangen wurde) bietet unser Haus natürlich auch diverse Systemlösungen für große Anlagen.

Bei diesen Anlagen sind üblicherweise mehrere Tausend "Datenpunkte" zu hantieren und zu verwalten und diese Aufgabe. Überschreitet die Leistungsmerkmale kleiner Lösungen. Da jedoch die Leistungsfähigkeit von Personalcomputern rasant zunimmt, sind die Grenzen der Einsatzbereiche sehr fließend.

##### 4.1) Systemlösung TELEPERM M

TELEPERM M ist ein für den allgemeinen Industrieinsatz konzipiertes System mit dem Schwerpunkt der Analogwertverarbeitung und Regelung. Hochleistungsbussysteme ermöglichen auch die Kombination TELEPERM M - SIMATIC S5. Die Software ist zentral strukturierbar und die Zentralgeräte sind üblicherweise durch MINICOMPUTER der SICOMP - Reihe unterstützt.

Ausgeführtes Beispiel: Großkläranlage Berlin-Ruhleben

Ort:	Berlin / BRD
Lieferung:	1986
El.Anschluß:	16 000 kVA
Aufgabe:	Komplette Kläranlagensteuerung und Visualisierung, Protokollierung u. Archivierung, Schlammbehandlung, Rauchgaswäsche
Antriebe:	bei dieser Anlage sind über 1500 El. Antriebe nebst 7 Hochspannungantrieben installiert. 240 NS-Felder werden dazu benötigt.
Peripherie:	31 Unterstationen Teleperm AS 220 8 Leitstände OS 252

Ausgeführtes Beispiel: Klärwerk Gut-Marienhof

Ort: München / BRD

Lieferung: 1989

Gesamtkosten: ca. 560 Mio DM

Aufgabe: Komplette Kläranlagensteuerung und  
Visualisierung, Protokollierung u.  
Archivierung, Schlammbehandlung

Antriebe: Über 4500 Antriebe, Pumpen, Schieber usw.

Peripherie: 54 Automatisierungssysteme TELEPERM AS 220  
53 Fernwirkssysteme SINAUT ST 101 - 135  
7 Leitstandsysteme OS 250/262  
1 Informationssystem IS 300 (Sicomp-Samsy)

4.2) Zentrale Prozeßführung mit Standardkomponenten-  
SINAUT LS2S/SAMSY M - PROKON S

Ähnlich den vorgestellten PC - Lösungen sind hier die Anlagenkonfigurationen mit Standardkomponenten, wie Mini-rechner der Modellreihe SICOMP M und Fernwirkgeräte SINAUT ST1 im Zusammenwirken mit entsprechender leittechnischer Software gemeint. Diese zentralen Gesamtlösungen werden sowohl in der Wasserwirtschaft, als auch für andere Bereiche wie Energieversorgung, Fernwärme und Gasbereich eingesetzt.

Die modulare Software bietet auch hier einfache Handhabung und leistungsfähige Diagnose sowie ausgereifte Testhilfen unter Verwendung bewährter Baugruppen und somit höchste Zuverlässigkeit.

Ausgeführtes Beispiel: Klärwerk Alte Emscher

Ort: Duisburg / BRD

Lieferung: 1988, ca 500 000 EGW

Software: "SAMSY M"

Aufgabe: Komplette Kläranlagensteuerung und  
Visualisierung, Protokollierung u.  
Archivierung, Schlammbehandlung,  
Energieerzeugung.

Kreise: bei dieser Anlage sind ca. 500 Motore  
und über 400 Meß-und Regelkreise  
installiert.

Peripherie: 29 SPS Geräte SIMATIC S5 sind über  
Bussysteme SINES L1 und SINEC H1 an einen  
Zentralrechner mit 5 Sichtgeräten  
geschaltet.

Ausgeführtes Beispiel: ARA Wörgl - Kirchbichl

Ort: Kirchbichl / Tirol

Lieferung: 1987/88

Software: PROKON S

Aufgabe: Komplette Kläranlagensteuerung und  
Visualisierung, Protokollierung u.  
Archivierung, Energieverwertung

Peripherie: 4 SPS Geräte liefern über das Bussystem  
SINEC L1 Daten an einen Zentralrechner  
mit 3 graphischen Bedienplätzen und einen  
alphanumerischen Bedienschirm und versorgen  
die zentrale Wartentafel.

Hardware: 568 Digitaleingänge  
536 Digitalausgänge  
80 Analogeingänge  
22 Zählwerte

Literaturhinweis: Kompetenz in der Wasserwirtschaft  
Siemens - Druckschrift  
Bestell-Nr. A19100-E644-A14-V1

SPRATLER Bernd  
Siemens AG Österreich  
Josef-Huter Str. 6  
6900 Bregenz

# SESCREEN IN VERWENDUNG BEI ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN

Sprecher+Schuh Niederspannungs GmbH

## 1. ALLGEMEINES

### 1.1 Die Modernisierung industrieller Anlagen

war schon in den vergangenen Jahren immer ein aktuelles und brisantes Thema. Während vieler Jahre waren immer die Maschinen und die elektronischen Geräte im Mittelpunkt von Diskussionen. Das Ziel war es, die Produktion effektiver zu gestalten und die Flexibilität zu steigern.

Die Software, die für die Steuerungen und die Bedienmöglichkeiten der Maschinen sorgte, war dabei ein wesentliches Element. Heute rückt die Schnittstelle gegenüber dem Benutzer immer mehr ins Zentrum. Ebenso wird die Datenerfassung für Analyse und Erfahrungsaufbau heute als Notwendigkeit erachtet.

SESCREEN/IGSS ist State-of-the-Art innerhalb intelligenter Bediensysteme.

SESCREEN/IGSS ist ein universelles, PC-basierendes interaktives grafisches Bedien- und Beobachtungssystem (IGSS-interactive graphics supervision system), welches die an die heutigen und zukünftigen Schaltwarten und Steuerpulte gestellten Anforderungen erfüllt, ohne selbst an Flexibilität einzubüßen und sich daher auch vor allem in der Abwasserreinigung bestens bewährt hat.

### 1.2 Der Mensch bleibt im Mittelpunkt

Das SESCREEN/IGSS System ist nach modernen Entwicklungsgrundsätzen gestaltet. Weltweit anerkannte Standards wurden berücksichtigt, um das System zu optimieren und Betriebssicherheit und Benutzerfreundlichkeit zu garantieren. Es ist leicht zugänglich, sowohl für den Konstrukteur, wie auch für das Bedienungspersonal. Nach wenigen Stunden Einführung ist es möglich, Applikationen aufzubauen und zu bedienen, ohne Vorkenntnisse über einen PC zu haben.

Durch die Verschiebung des Hauptgewichtes von der Computertechnik zur Applikation und deren Benutzer, wurde ein großer Schritt in die Zukunft getan.

### 1.3 Vorstellung von Sprecher + Schuh

Seit mehr als 75 Jahren ist das renommierte Schweizer Unternehmen Sprecher+Schuh AG mit modernsten Niederspannungs- und Automatisierungsgeräten am österreichischen Markt vertreten.

In der Linzer Zentrale und in den Niederlassungen in Wien, Innsbruck und Graz bieten kompetente Fachleute auf Kundenbedürfnisse zugeschnittene Dienstleistungen an.

Der Name Sprecher + Schuh steht für erstklassige Produkte, umfassende Beratung und pünktliches Lieferservice.

Gute elektrische und menschliche Kontakte sind das Geheimnis des Erfolges von Sprecher + Schuh.

Diese "Freude am Kontakt" und die daraus resultierende Nähe zum Markt machen das Unternehmen zum kompetenten Partner in allen Anwenderfragen für Steuern, Schalten und Schützen. Niederspannungsgeräte, SESTEP und SESCREEN bilden den Schwerpunkt der Produktpalette. Hohe Qualität und Lebensdauer- auch unter härtesten Bedingungen - garantieren einen störungsfreien Betrieb.

Die Schweizer Präzisionsgeräte werden für den Weltmarkt entwickelt, gefertigt und entsprechen den internationalen Ländernormen. Die Sprecher + Schuh Gruppe wird von



eigenen Gesellschaften in der Schweiz, in Deutschland, Großbritannien, Irland, Italien, Frankreich, Kanada, Neuseeland, den Niederlanden, Österreich, Portugal, Spanien, Südafrika, in den USA sowie mit über tausend Stützpunkten in mehr als 70 Ländern weltweit vertreten.

Für Sprecher + Schuh ist Qualität ein entscheidendes Instrument zur Erzielung des Markterfolges und zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit.

Die konsequente Verwirklichung neuer Ideen entscheidet darüber, wie gut ein Unternehmen mit seinen Produkten Zukunftsprobleme seiner Kunden löst.

Überall und in jedem Bereich, ob im Umweltschutz, im Transportwesen, in der Schwerindustrie oder in der Verfahrenstechnik, bietet das Unternehmen wirtschaftliche Problemlösungen an.

#### **1.4 Die Entscheidung des Kunden**

Da wie vorher zu sehen, Sprecher + Schuh "lediglich" Komponenten und Systeme für die Errichtung von Schaltanlagen und keine schlüsselfertigen Anlagen liefert, sind ihre Kunden daher entweder Planer, Firmen die sich mit Anlagenbau beschäftigen, Maschinenbauer oder Elektroabteilungen in der Industrie.

Im nachfolgend beschriebenen Beispiel hat die Softwareerstellung bzw. Konfiguration und Inbetriebnahme der zuständige Techniker der Elektroabteilung eines Industriebetriebes durchgeführt.

Die Entscheidung für dieses System fiel aufgrund der in Punkt 1.1 bis 1.3 andiskutierten Merkmale und Kriterien.

Der Vorteil für den Kunden, der durch die Erstellung der Software in seinem Haus entstanden ist, liegt vor allem an der exakten Kenntnis der kompletten Applikation und daher ist eine leichte Möglichkeit für Eingriffe, wie z.B. bei Erweiterungen, Abänderungen des Prozesses oder eventuellen Störungsbehebung gegeben.

## **2. DAS BEISPIEL**

### **2.1. Allgemeine Beschreibung der ARA**

Die kurz beschriebene ARA ist eine sogenannte biologische Abwasserreinigungsanlage, wobei zwischen einer ersten und einer zweiten Stufe unterschieden wird.

### **2.2 Erste Stufe**

Die erste Stufe enthält die Anaerobie mit 2 Ausgleichsbehälter, 2 Faulbehälter, 2 Nachklärbecken und der Hochlastbiologie mit Belebungs- und aeroben Nachklärbecken.

Die Aufgabe der Anlage ist es, die Abwässer einer großen Zitronensäurefabrik, welche sich durch folgende Besonderheiten auszeichnen, zu reinigen.

Der Hauptrohstoff Zucker und biochemisches Produktionsverfahren führen zu übermäßiger organischer Verschmutzung der Abwässer.

Die Fabrik hat zwei unterschiedliche Abwasserströme:

a.) gering verschmutztes Abwasser - ca. 85% der Gesamtwassermenge, ca. 10% der Schmutzfracht.

b.) konzentriertes Abwasser - ca. 15% der Gesamtwassermenge, ca. 90% der Schmutzfracht

Stickstoffgehalt: 2g/l

Sauerstoffgehalt: 1g/l

Kalziumgehalt: 1g/l

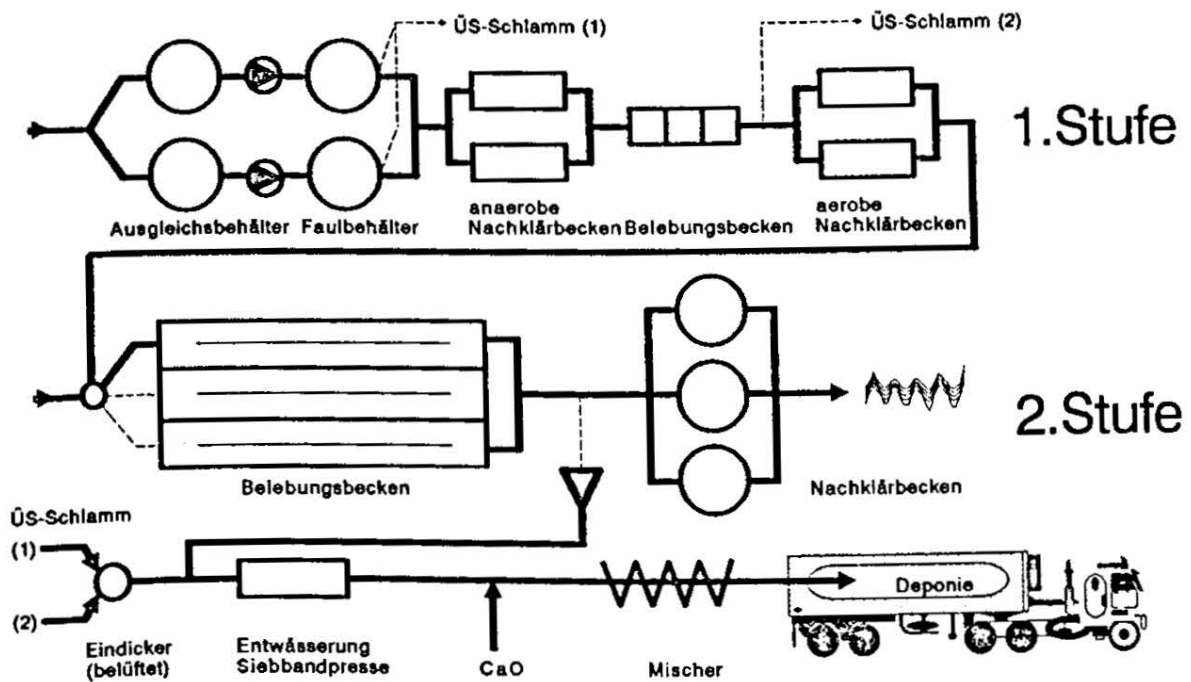
Temperatur: 50-60 C

das Abwasser fällt ununterbrochen an, der Schmutzfaktor schwankt stark.

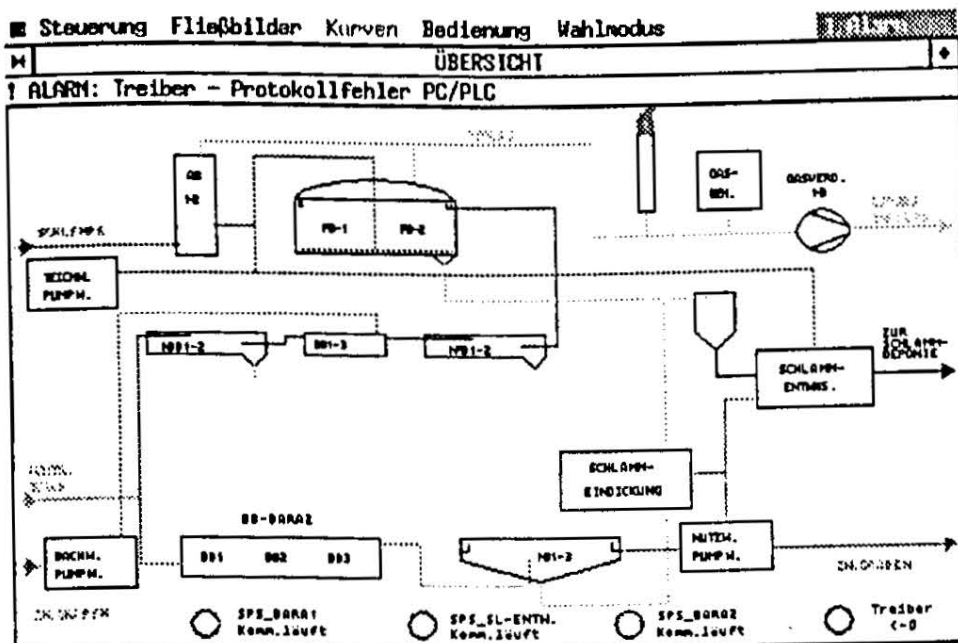
Weitere Charakteristiken der Abwässer, welcher der Anaerobie zugeführt werden sind:

Die anfallende Abwassermenge beträgt ca. 1900m<sup>3</sup>/Tag  
 COD Fracht: 65t/Tag  
 BSB Fracht: 50t/Tag  
 der Wirkungsgrad von COD liegt bei 87%  
 der Wirkungsgrad von BSB liegt bei 97%  
 Stickstoffzulauf: 3,5t/Tag  
 pH-Wert: 5,5 (Wasser leicht versäuert)

Den Aufbau der Anlage entnehmen Sie bitte folgendem Prinzipbild:

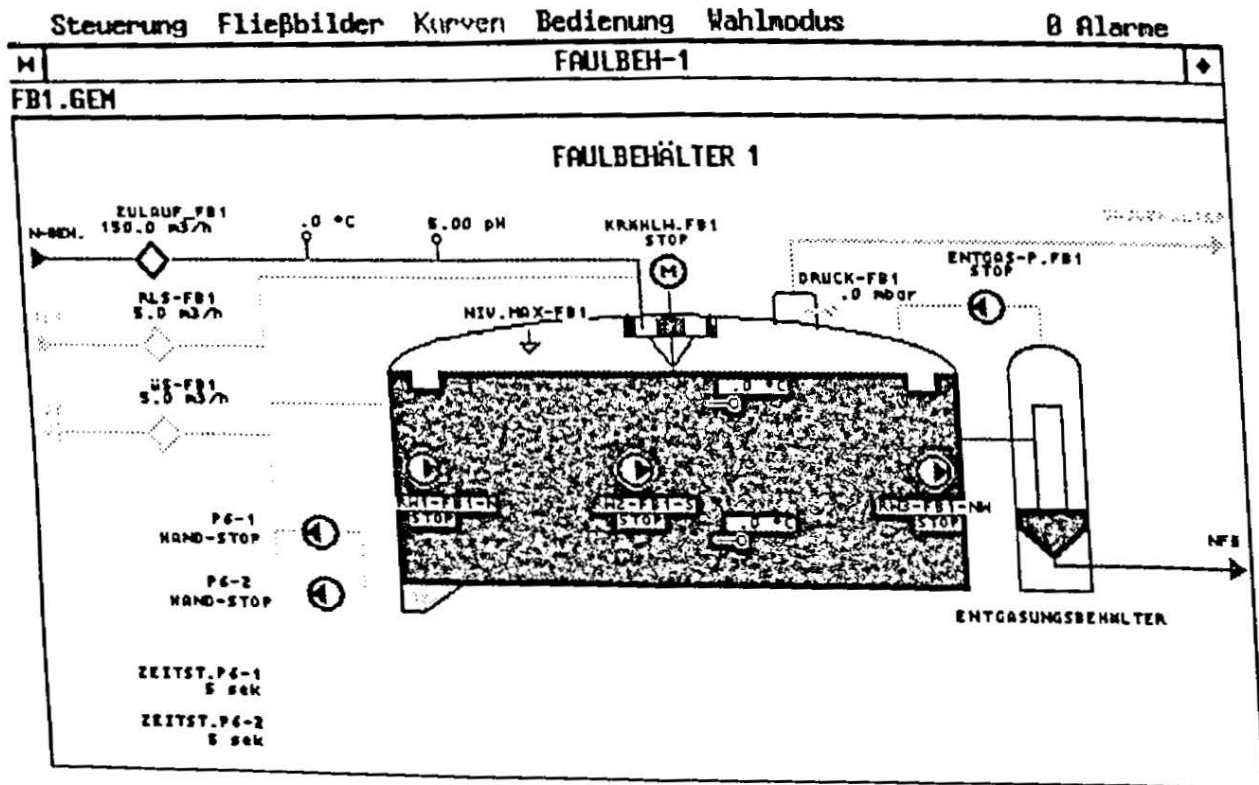


Nachfolgende Darstellung ist das Übersichtsbild der Gesamtanlage am Bedienterminal.





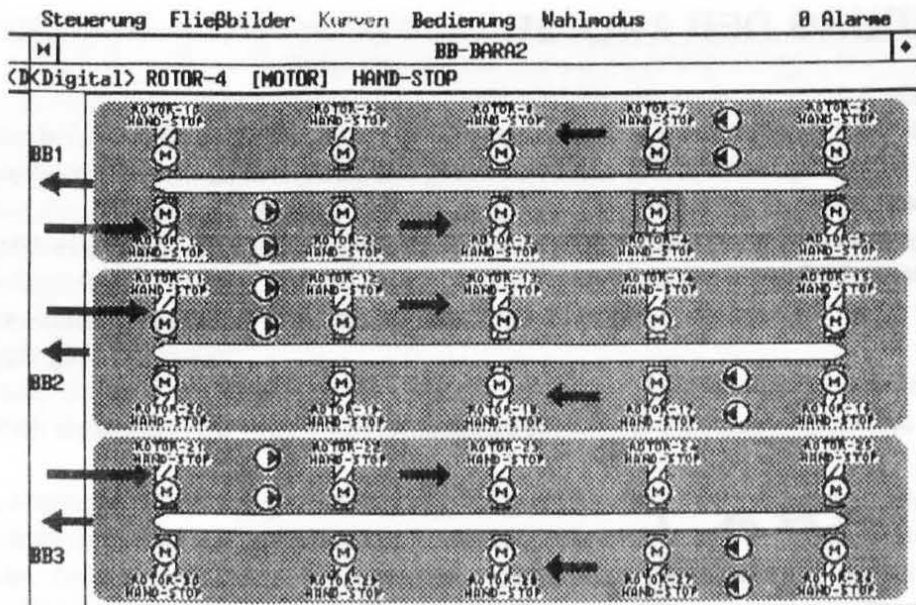
Die Anaerobie ist zweistraßig, welche parallel oder seriell gefahren werden kann. Das Abwasser der Zitronensäureproduktion gelangt in die beiden 3500m<sup>3</sup> fassenden Ausgleichsbehälter, die zur Mengen und Frachtausgleich des schwankenden Zulaufes und darüber hinaus durch teilweise Versäuerung des Abwassers einen wichtigen Beitrag am Abbau leisten. In den Faulbehältern wird der Großteil der Abwasserinhaltsstoffe in energiereiches Faulgas umgesetzt.



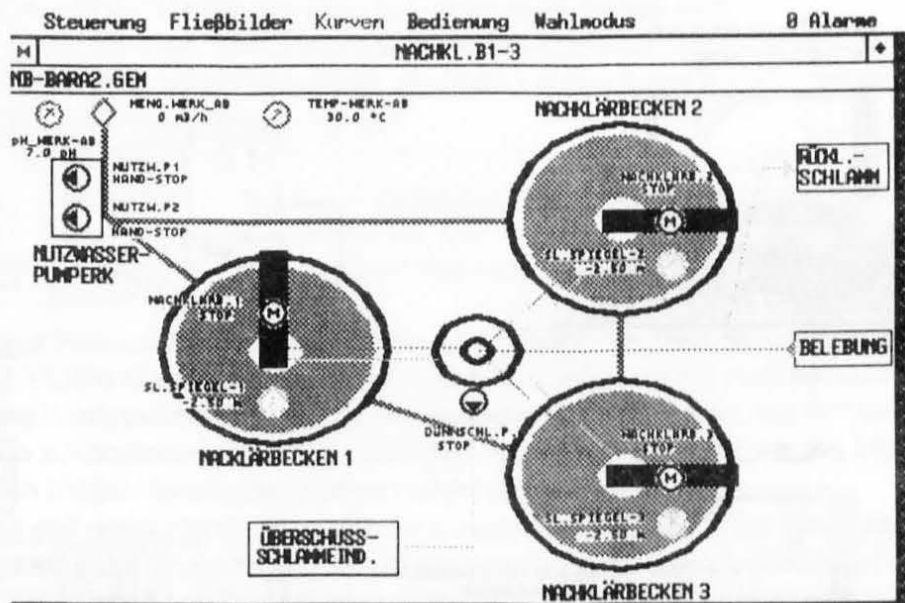
In der aeroben Hochlastbelebungsanlage erfolgt durch eine vorgeschaltete Denitrifikation bereits eine teilweise Stickstoffelimination des Nitrits. Bei den Belebungsbecken handelt es sich um 3 Becken mit Kreisellüfter, die Nachklärbecken sind ebene Längsbecken mit Bandräumer.

### 2.3 Zweite Stufe

Bei der zweiten Stufe sprechen wir von der Endreinigungsanlage. Dies ist ein einstufiges, dreistraßiges Belebungsbecken mit Stabwalzenbelüftung (30 Stk. Mammutrotoren). Gemeinsam mit dem schwach belasteten, noch unbehandelten Abwasserteilstrom aus der Fabrik (ca. 18.000 m<sup>3</sup>/Tag) wird der Ablauf des anaerob/aerob vorgereinigten Abwassers über einen Selektor in die drei je 5000 m<sup>3</sup> fassenden aeroben Belebungsbecken eingegliedert. Hier erfolgt die Stickstoffentfernung durch simultane Nitrifikation - Denitrifikation, d.h. in einem Becken finden zwei getrennte Prozesse statt.



Über die 3 Nachklärbecken in rundbauweise (Durchmesser 30 m) gelangt das gereinigte Abwasser wieder in den Kreislauf der Natur.



#### Schlammentsorgung:

Der Überschussschlamm aus der zweiten Stufe wird maschinell auf ca. 7-10% vorentwässert und gemeinsam mit dem Überschussschlamm aus der ersten Stufe im Schlammeindicker konzentriert.

Die anschließende Entwässerung erfolgt mittels dreier Siebbandpressen mit einem Durchsatz von 30-35 m<sup>3</sup>/h. Dem Schlamm wird noch Kalk beigemischt und auf der betriebseigenen Deponie endgelagert.

Der Energiebedarf der Anlage :

1. Stufe : 4.000 kWh/Tag

2. Stufe : 15.000 kWh/Tag

Der Energiegewinn durch das Klärgas beträgt 200.000 kWh/Tag, welches zur Gänze als Ersatz für Erdgas im Werk verwendet wird.

### 3. STEUERUNG DER ANLAGE

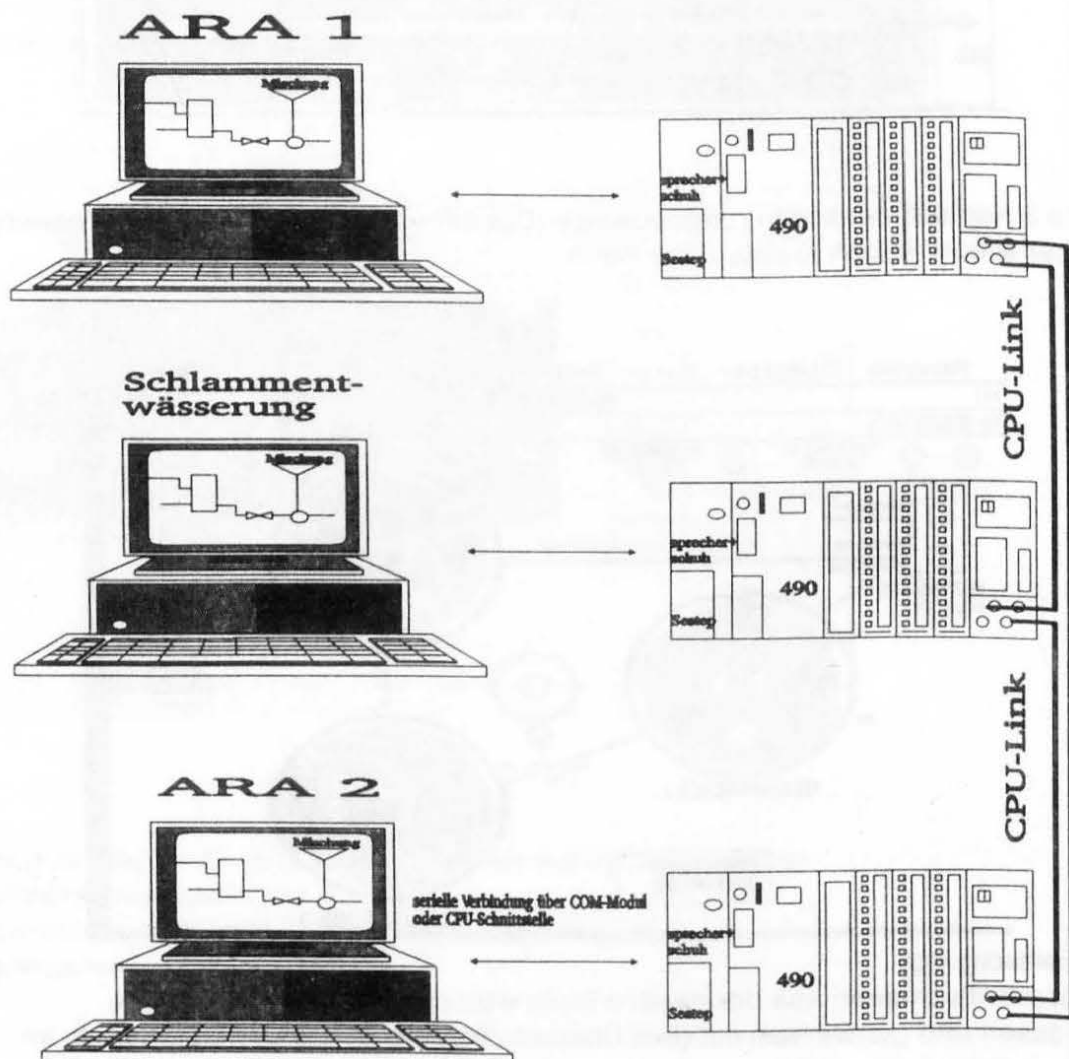
#### 3.1. Allgemeines

Da die Anlage sich geografisch in drei Bereiche aufteilt - ARA 1, ARA 2 und die Schlammwässerung, wurden für die Steuerung der ARA drei räumlich voneinander getrennte Schaltwarten eingerichtet.

In jeder der einzelnen Schaltwarten befindet sich eine SPS - SESTEP Serie 90 mit angeschlossenem SESCOREN/IGSS.

Die einzelnen SESTEP sind über ein BUS-System mittels Lichtwellenleiter miteinander gekoppelt.

Prinzipbild:



CPU-Link System (max.64 SPS pro Link)

Um einen Überblick über die Größe der einzelnen Steuergeräte zu geben, nachfolgend die Eckdaten:

ARA 1: 256 DE; 128 DA; 64 AE; 8 AA; 1 IGSS-600

ARA 2: 352 DE; 128 DA; 32 AE; 8 AA; 1 IGSS-600

Schlammwässerung: 160 DE; 96 DA; 16 AE; 1 IGSS-600

### 3.2 Merkmale der installierten SPS (SESTEP)

Sprecher + Schuh setzt neue Maßstäbe in der Steuerungstechnologie, durch die Verwendung von anwenderspezifischen integrierten Schaltungen (ASIC's) in der Systemfamilie SESTEP-Serie 90.

Durch eine ausgeklügelte Hardwarearchitektur wird der Prozessor entlastet und das gesamte System insgesamt wesentlich leistungsfähiger und schneller - eine Voraussetzung für Echtzeitanwendungen. Zudem wird durch eine einheitliche Programmierung der gesamten Systemfamilie der Kostenexplosion im Software-Bereich Einhalt geboten.

Ein durchgängiges Konzept:

**Sestep Serie 90** ist eine SPS-Familie, die von einer modularen Kleinststeuerung bis hin zu verkoppelten Systemen für anspruchsvollste Aufgaben mit zehntausenden E/A-Punkten reicht.

Baugruppenträger, Spannungsversorgung, Kabel, E/A- und Technologiemodule sind in allen Ausbaustufen die selben. Das gilt auch für die aufwärtskompatible Programmierung in Kontaktplan, Anweisungsliste, Flußdiagramm und Basic (auf eigenem separaten Basicprozessor), sowie für die Programmiergeräte.

#### **SPS/ASIC-Ehe:**

Die Lösung von Sprecher+Schuh liegt in der konsequenten Anwendung einer für SPS bisher eher zurückhaltend benutzten Technologie- ASIC.

Mit ASIC's (anwenderspezifische, integrierte Schaltungen) werden Lösungen möglich, die schwer nachzubauen sind und mit Standardschaltkreisen ab einer bestimmten Stückzahl nicht zu einem wirtschaftlich vernünftigen Preis herzustellen sind.

Weitere Vorteile, die dem SPS-Anwender zunutze kommen, sind stärkere Miniaturisierung, hohe Zuverlässigkeit, gute Testbarkeit, geringere Systemkosten sowie reduzierte Bestückungs- und Montageanwendungen.

Die bei der Serie 90 angewendete ASIC-Variante ist die Gate- Array-Technik in CMOS. Gate-Arrays sind bekanntlich standardmäßig vorgefertigte Chips, deren Einzelelemente (in Reihen und Spalten angeordnete Dioden, Transistoren, und Widerstände) nach Auftraggeberspezifikationen in mehreren Maskenschritten vom Halbleiterhersteller verbunden werden.

Der gesamte Prozessor mit Bit- und Wortverarbeitung ist in einem einzigen Chip mit einer Dichte von 15.000 Gates/Chip untergebracht. Die hohe Anzahl von Gates/Chip führt dazu, daß Bit- und Wortverarbeitung auf einem einzigen Chip integriert werden konnten. Damit entfallen die zusätzlichen und zeitraubenden Schaltungsmaßnahmen, die bisher zur Koordination beider Verarbeitungsarten notwendig waren.

Gleichzeitig soll diese Hardwarearchitektur auch zur Entlastung des Mikroprozessors führen, was eine Zunahme in der Geschwindigkeit für Echtzeitanwendungen bedeutet. Bei der Abarbeitung komplexer Wortverarbeitung braucht die Sestep Serie 90 auch keinen zeitraubenden Interpreter mehr. Ein neues Konzept wurde damit möglich: Anwenderbefehle werden weitgehend direkt in der CPU abgearbeitet. Das Gate-Array der CPU ist "maßgeschneidert" auf die Sestep-Anwenderbefehle. Quadratwurzel, BCD-Verarbeitung, Grundrechnungsarten als Standardbefehle mit Abarbeitungszeiten im mikrosec.-Bereich bieten die Sestep Serie 90 CPU's auch im unteren Anwendungsbereich. Selbst eine 32-Bit-Division benötigt z.B. nur 224 mikrosec., logische Befehle werden unter 1 mikrosec. abgearbeitet.

Die CPU's der Serie 90 zeichnen sich auch durch ein einzigartiges Selbstdiagnosesystem, welches u.a. umfangreiche Self-Test Routinen beim Aufstarten wie auch im Run-Betrieb, häufige Kontrollen bei der Programmeingabe, Monitoring und CPU-Check beinhaltet. Sämtliche Fehler werden direkt an der CPU mittels einer LED- Anzeige angezeigt oder in Spezialmerkern abgelegt. Für den Anwender bringt das den Vorteil einer präzisen



Lokalisierung der Störung, die Möglichkeit der Ferndiagnose z.B. über Modem oder SESCOREN-IGSS.

Dadurch ergeben sich sehr kurze Stillstandzeiten, außerdem ist es nicht unbedingt erforderlich an der Maschine Fachpersonal einzusetzen.

Gate-Arrays werden im Konzept Sestep Serie 90 jedoch nicht nur in der CPU, sondern auch bei den Ein-/Ausgabemodulen angewendet. Die gesamte Logik-Seite der Peripheriemodulen besteht aus je einem Chip, der bei allen Baugruppen meist einheitlich ist. Der Anwender profitiert dadurch sowohl von der besseren Zuverlässigkeit wegen der reduzierten Komponentenanzahl, von der einheitlichen, sehr kompakten Baugröße bei 8 bis 64-Anschlußpunkten pro Modul für alle Geräteklassen als auch vom geringen Gewicht.

### 3.3 Das Tor zur Prozessrechnerwelt

Ganz ohne Mikroprozessor kommt allerdings auch ein ASIC-Konzept, wie bei Sestep Serie 90 angewendet, nicht aus. Ein 8-Bit- Mikroprozessor, der standardmäßig in jeder CPU eingebaut ist bildet die intelligente Schnittstelle zur Anschaltung der Programmiergeräte und auch zu Prozessrechnern für komplexe Prozessvisualisierungsaufgaben.

### 3.4 Das installierte interaktive Prozessvisualisierungssystem

Kontrolle    Definition    Protokolle    Standardwerte    Sonstiges    0 Alarme



**sprecher+**  
**schuh**

Sprecher+Schuh Niederspannungs GmbH; Akaziengasse 38; 1232 Wien; PA-MA

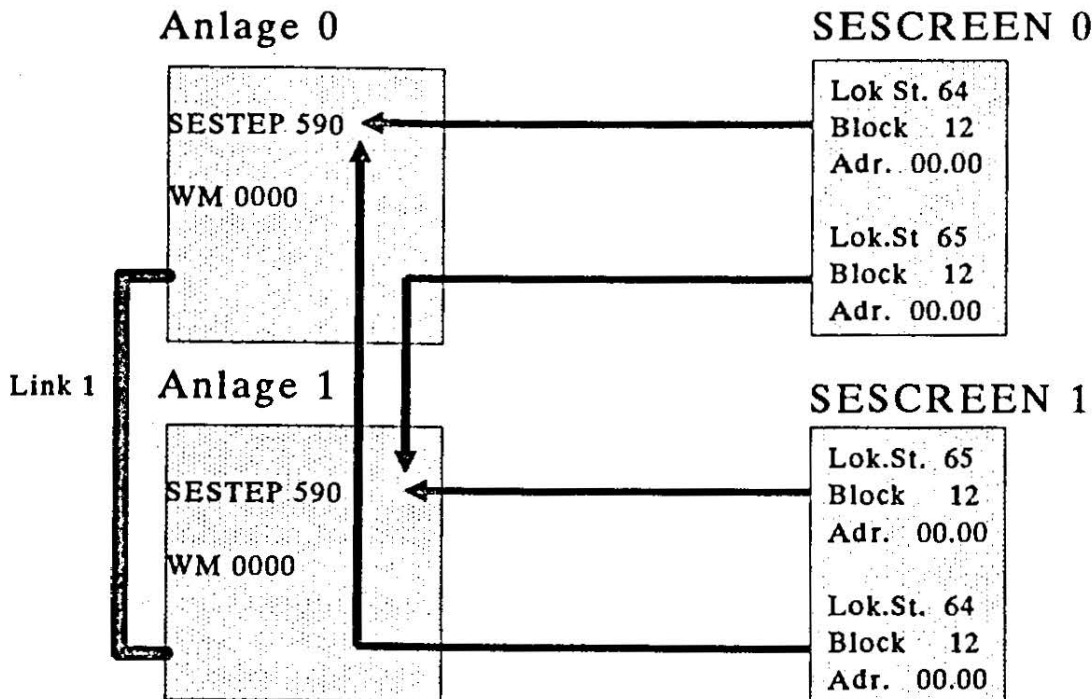
#### 3.4.1 Allgemeines

Wie im Prinzipbild dargestellt, ist in jeder der drei Schaltwarten je ein PC mit der darauf installierten SESCOREN-IGSS Software im Einsatz.

Jeder der drei Rechner läuft für sich komplett autark und erhält die Daten der anderen SPS über das Bus - System, mit dem die einzelnen Steuerungen gekoppelt sind.

Wie diesbezüglich eine Adressierung seitens SESCOREEN-IGSS aussehen kann, zeigt nachfolgendes Prinzipbild:

## Verbund-System SESTEP - SESCOREEN



Der Vorteil bei diesem Aufbau liegt vor allem an der Einsparung eines separaten PC-Netzwerkes und den dann auch notwendigen Zellrechners. Zusätzlich zum Datenaustausch der einzelnen PC zu den SPS (die Kommunikation kann z.B. aus bestimmten Gründen auch über den Bediener abgeschaltet werden) werden auch Prozessdaten von SPS zu SPS ausgetauscht. Beide Kommunikationen laufen über eigene Koppelmodule (LIO-0), ohne daß der Anwender in seiner Software dafür Programmierarbeit investieren muß.

### 3.4.2. Die Software

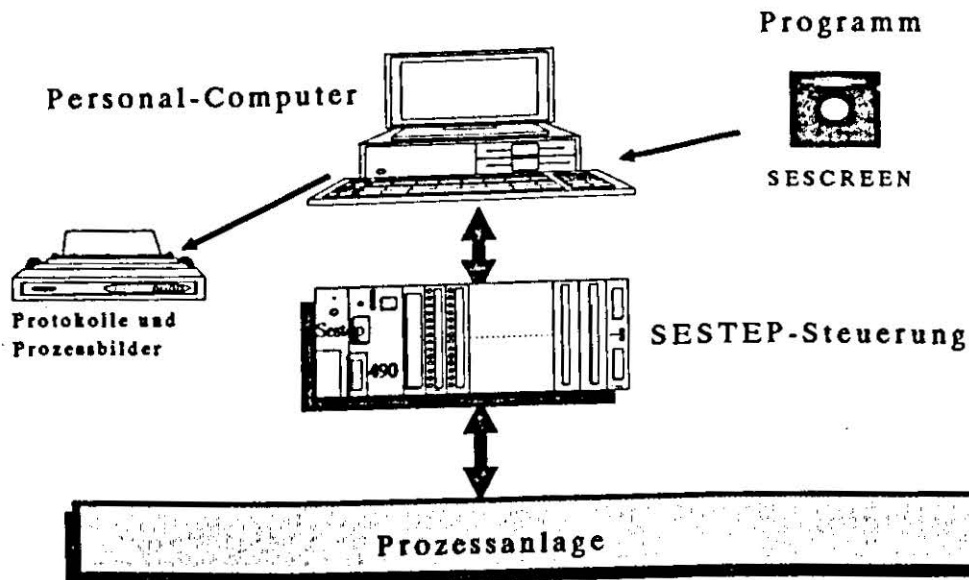
Für die interaktive Prozessvisualisierung steht ein eigenes Softwarepaket - basierend auf PC-Hardware zur Verfügung.

Der Produktname ist SESCOREEN-IGSS (interactive supervision system).

IGSS ist ein auf das weltweite bekannte GEM-Software Oberflächenprogramm aufgebautes Bedien- und Beobachtungssystem. Es ist nicht nur ein Software-Produkt, sondern auch ein Konzept, mit einer Spannweite vom kleinen Einplatz System bis zum ausgewachsenen dezentralen Mehrplatz System mit vielen Bedienstationen.

3.4.3. Kommunikation  
 SESCREEN-IGSS hat eine offene Kommunikations-Schnittstelle.

## Die Bausteine einer interaktiven Visualisierung



Eine intelligente Schnittstellen - Architektur zwischen dem PC und der SPS Steuerung (SESTEP) erlaubt einen Austausch von vielen Daten und sichert trotzdem eine schnelle Überwachungszeit von nur einer Sekunde. Punkt zu Punkt Verbindungen, wie auch Hochgeschwindigkeits-Netzwerke können von der Standard Schnittstelle verarbeitet werden. Die heutige Mehrplatzversion kann gleichzeitig mit bis zu vier SPS pro Zelle kommunizieren.

### 3.4.4. Daten - Basen

Sescreen hat zwei Daten - Basen.

Die echtzeitorientierte Daten-Basis sichert alle Wechsel des Prozesses und datiert jedes Prozess Element kontinuierlich auf.

Ein Element ist ein Objekt in SESCREEN-IGSS und kann einen oder mehrere Prozesspunkte darstellen.

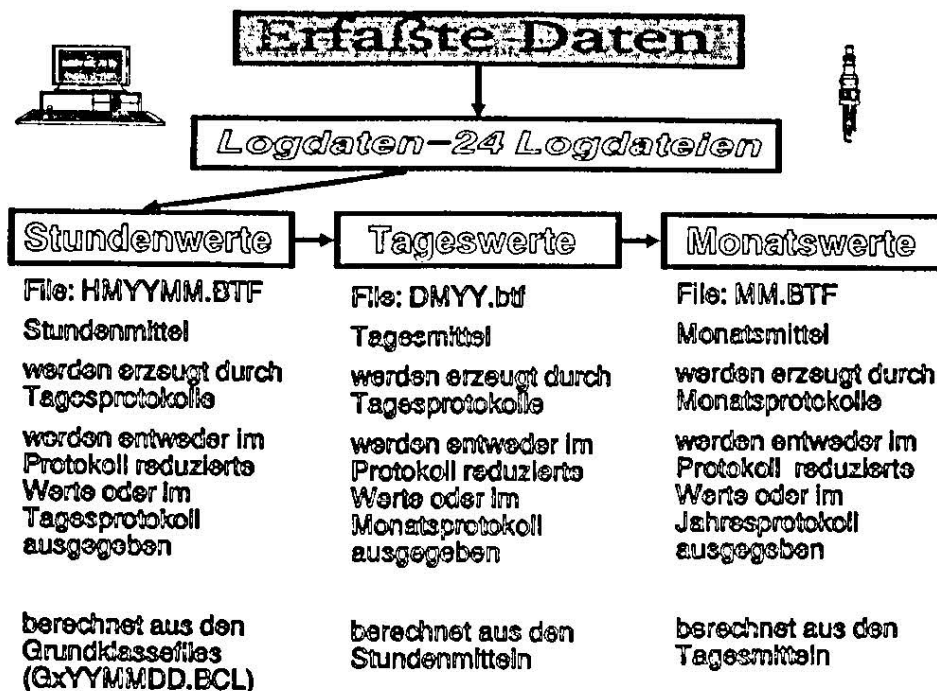
Es gibt sechs verschiedene Elemente:

- Tabellen Element
- Skalierungen Element
- Analoge Elemente
- Digitale Elemente
- Zähler Element
- Zeichenkette Element

Eine weitere Daten Basis mit B-Tree Struktur enthält alle reduzierten Daten (z.B. Mittelwerte, Maximumwerte, Minimumwerte, etc.).

Diese Form der Daten ist die Basis für die Protokolle und die Datenverarbeitung. Diese Daten Basis erstellt sich automatisch und ohne spezielle Angaben durch den Bediener. Dies wurde während der Definition einer SESCREEN Applikation durch den Anwender definiert und kann jederzeit wieder abgeändert werden.

Prinzip der Datenaufbereitung:

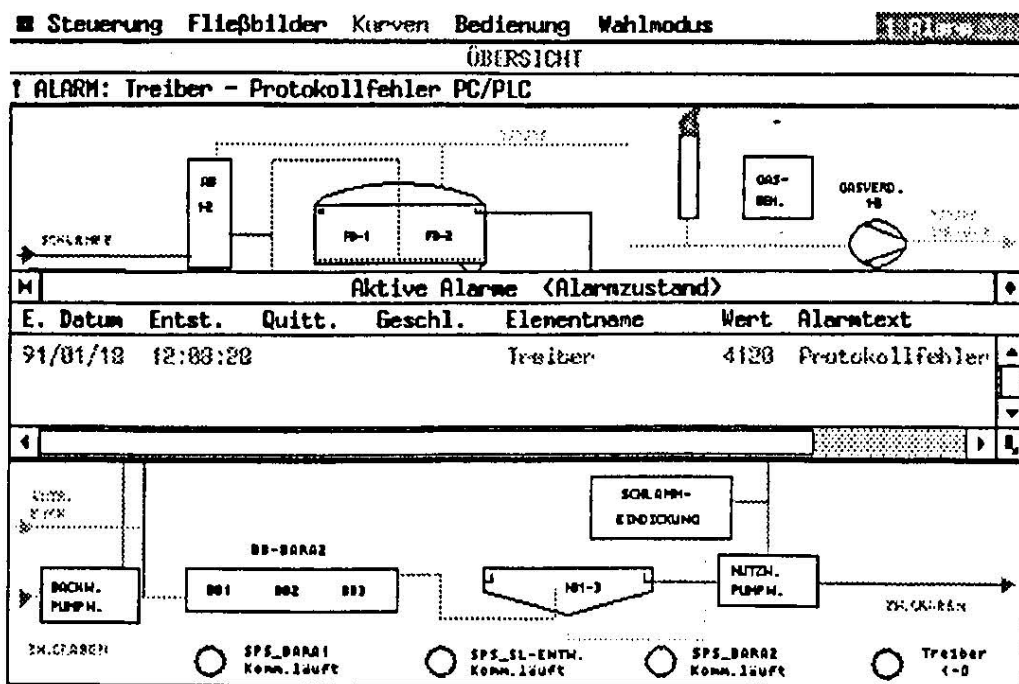


3.4.5. Alarm - Bearbeitung

Eine der wichtigsten Visualisierungsfunktionen ist die Anwendung und Ausarbeitung von Alarmen.

Hier hat man die Möglichkeit von 6 verschiedenen Alarmprioritäten, welche in verschiedenen Farben angezeigt werden.

Beispiel eines Alarmes, der einen Protokollfehler zur SPS darstellt, in diesem konkreten Fall ein nicht angestecktes Kabel.





Die Alarmlisten präsentieren sich in einem Alarmfenster für aktive Alarme und einem für die aufgezeichneten Alarme mit bis 7 verschiedenen Sortierkriterien. Der Alarm kann aber auch mittels einer kompletten Textseite mit näheren Hinweisen dargestellt werden (kurzer, langer Alarmtext).

### 3.4.6. Bilder

In dem CAD-ähnlichen Zeichenprogramm GEM-Draw werden die festen Hintergrundbilder gezeichnet.

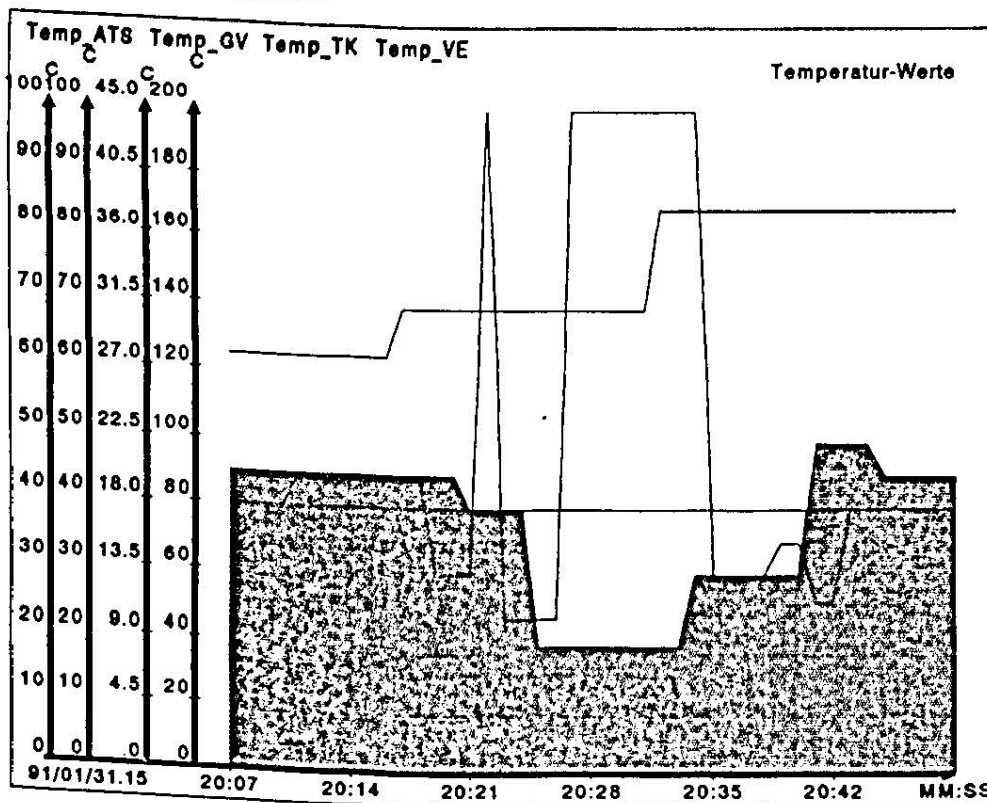
Diese werden als Fenster in das Konfigurationsprogramm geladen und von Konstrukteur beliebig vergrößert und verschoben. Referenzen zu und zwischen den Bildern, wie auch das Wählen aus Menüs oder den anklickbaren Elementen ist frei definierbar.

Alle aktuellen Prozesselemente, Symbole und Aktivierungsflächen sind anklick-sensibel.

Dynamische Balkengraphiken in wählbarer Größe und Farbe werden für Prozessdatenanzeige verwendet. Sechs aktive Fenster sind jederzeit wählbar und garantieren eine optimale Übersicht über den Prozess.

### 3.4.7. Kurven

Eine wichtige Komponente zur Echtzeitkontrolle ist die Daten - Präsentation in Form von Trend- und Historikkurven.



SESCREEN-IGSS 91/01/31 15:38:27  
 Graphik: Temp\_Warmw. - Temperatur-Werte  
 Periode: 91/01/31 15:20 - 91/01/31 15:20

SESCREEN hat einmalige Fähigkeiten für beide Kurvenformen und dies gleichzeitig. Die wählbaren Zeitintervalle können bei den nicht reduzierten Daten 96 Stunden, bei den Historikkurven über x-Tage zurückreichen.

Intervalle für die Datenreduktion bis zu 100 Tagen sind bei der Datenreduktion frei wählbar.

Kurvendaten einer bestimmten Zeit können als File abgelegt und später wieder eröffnet oder ausgedruckt werden.

Zoomen und raffen von Kurven, sowie die Darstellung in Tabellenform sind Standardfunktionen für Kurvenfenster.

### 3.4.8. Symbole

Das Sescreeen arbeitet in Vollgrafik. Symbole zur Darstellung von Elementen wie Ventile, Motoren etc. können anwenderspezifisch einfach und schnell erstellt werden.

### 3.4.9 Bedienerführung

Alle Funktionen sehr leicht mit einem Zeigegerät (Maus) oder über Funktionstasten ansprechbar. Die verschiedenen Funktionen werden durch Pull-down-Menüs auf der ersten Zeile und Informationsaustausch in einem oder mehreren Fenstern erreicht.

Ferner erlaubt GEM eine Multitasking Umgebung. Somit ist es möglich, ohne die Prozeßvisualisierung zu stoppen, andere Programme zu bearbeiten.

### 3.4.10. Rapporte

Eine der wichtigsten Fähigkeiten von SESCOREEN ist die Datenverarbeitung und Überwachung erfasster Daten.

Die weitere Verarbeitung der erfassten Daten für Arbeitsrapporte wurd automatisch ausgeführt und enthält

Tages, Monats und Jahresprotokolle.

Die einzige Arbeit für den Anwender ist die Entscheidung über die Darstellungsform der Protokolle, die zu enthaltenen Elemente und welche Verarbeitungsform gewählt werden soll. Die Ausgabe der Protokolle ist über den Bildschirm, einen Drucker oder auf eine Datei (DIF-Format) möglich.

### 3.4.11. Datenschnittstelle

Mit dem Programmiermodul PBM ist die Einbindung eigener Programme - wie z.B.

Kalkulationsprogramme oder ON-Line Kontrolle via Datenbasis möglich.

### 3.4.11 Konfiguration des Systemes

Das Sescreeen-IGSS Definitionsmodul setzt neue Normen innerhalb der Programmierung. Es ist ein Werkzeug, das einem Techniker erlaubt, ohne Vorkenntnisse von Programmiersprachen, Anwendungen aufzubauen und zu ändern. Durch die Definition eigener Untertypen steht es dem Benutzer frei, Standard's für Befehle, Alarme und Zustände wie z.B. für Motoren und Ventile festlegen.

Die Form, Größe und Lage, sowie Inhalt der Parameter werden durch einfache Wahl festgelegt.

### Gesang der Geister über den Wassern

Des Menschen Seele  
gleicht dem Wasser,  
vom Himmel steigt es,  
und wieder nieder  
zur Erde muß es,  
ewig wechselnd.

Strömt von der hohen,  
stellen Felswand  
der reine Strahl,  
dann stäubt er lieblich  
in Wolkenwellen  
zum glatten Fels,  
und leicht empfangen  
wallt er verschleiert,  
löhrauschend  
zur Tiefe nieder.

Ragen Klippen  
dem Schutz entgegen,  
schäumt er unmutig  
stufenweise  
zum Abgrund.

Im flachen Bette  
schleicht er das Wiesental hin,  
und in dem glatten See  
weiden ihr Antlitz  
alle Gestirne.  
Wind ist der Welle  
lieblicher Bruder;

Wind mischt vom Grund aus  
schäumende Wogen.  
Seele des Menschen,  
wie gleichst du dem Wasser!  
Schicksal des Menschen,  
wie gleichst du dem Wind!

Johann Wolfgang von Goethe

Die Symbole sind in besonderen Symbol- banken untergebracht und lassen sich daher leicht gegen andere Symbolsätze austauschen. Solche Sätze können mit bis zu 250 verschiedenen Symbolen definiert werden.

Verschiedene Zustände können durch mehrere Symbole abgebildet werden, eventuell auch mit zuständigen Farben. Auch unter- schiedliche Schriftarten und -größen lassen sich innerhalb des selben Fensters kombinieren.

Effiziente Kopierungsfunktionen machen es erheblich leichter, Konfigurationen mit mehreren identischen Objekten zu projektie- ren. Alle Objekte können auch nachträglich auf dem Bildschirm versetzt werden. Überhaupt verläuft die Projektierung fast allein durch Verschiebung und Klicken der Maus bei Lagen, Wahlmöglichkeiten und Objektparameter. Das Installationsprogramm kontrolliert und meldet Fehler oder Mängel sofort, und gleichzeitig wird die Anwendung in struktu- rierter Form nachgewiesen.

Dies bedeutet vor allem für umfangreichere Anlagen wie die oben beschriebene eine erhebliche Zeitersparnis bei der Dokumentation der Konfiguration.

Nachfolgend eine kurze Darstellung aus solch einem Handbuch

Sescreen-IGSS Sestep Crew 91/02/05 14:55:26

Elementkonfiguration. IGSS Vers. 4.4.5

Konfigurationsdatei: C:\DEMOKOFF\KONF\DEMO.ELM

enthaelt 42 Elementpttze und 911 Bytes Text.

Die Konfiguration wurde mit einem IGSS System der Version 4.4.5 erstellt.

Elemente nach ihren Namen alphabetisch sortiert:

---

Alarm DIGITAL

Scanklasse : 1 Sek. Grundklasse: 5 Min.

Speicherung : > 0 % Aus

Grunddaten : Aktuell

Typ : Einheit :

SPS-Nummer : 255

SPS Adresse : Befehl Zustand

Bit Mapping : .....- .....-

Datenbaust. : 12 12

Bit Offset : 15.00 16.00

I/O Modus : aus ein

---

Anlalog\_1 ANALOGER TYP

Scanklasse : 1 Sek. Grundklasse: 2 Min.

Speicherung : > 1 % ---

Grunddaten : Mittel

Typ : Einheit :

Externer Typ: FP16 Bitlnge : 16

Bereich : -1 150

Alarmgrenze : 5 140

Innere Gr. : 20 130

Normalwert :

SPS Bereich : -1 150

SPS-Nummer : 0  
SPS Adresse : Ob-Alarm Ob-Grenz Istwert Sollwert Un-Grenz Un-Alarm  
Datenbaust. : \_\_\_\_\_  
Bit Offset : \_\_\_\_\_  
I/O Modus : lokal lokal ein lokal lokal  
Alarmnummer :

Elemente nach Typ sortiert:

---

BILD  
bersicht  
Information  
Tiger  
Mewert des Niveaus  
Systeminfo Informationen ber IGSS  
Protokolle

---

KURVE  
Kurve  
Litertrend Kurvenaufzeichnung Niveaustand  
Temperatur Kurventrend der Temperaturen

Elemente nach Datenbausteinen sortiert:

---

(255, 10). SPS-Nummer, Datenbaustein.  
Adresse Breite Elementname Komponente Scanklasse Ext. Type  
-----  
0.00: ( 16) Niveau Istwert 1 Sek. FP16  
1.00: ( 16) Niveau Ob-Alarm 1 Sek. FP16  
4.00: ( 16) Kesseltemp. Istwert 1 Sek. FP16  
6.00: ( 16) Leitungstemp Istwert 1 Sek. FP16  
8.00: ( 16) Rohrmenge Istwert 1 Sek. FP16  
-----

Elemente nach Alarmnummern sortiert:

---

1: Prioritt: 3 Alarm in Unterbild  
-----  
2: Prioritt: 5 Alarm Nr. 4  
-----  
10: Prioritt: 5 Einlaufventil V1 gestrt  
Einlauf\_1 Zustand

Scanklassen:

---

1: Manuell  
-----  
2: 1 Sek.  
SPS-Nummer: 255 Datenbaustein: 10 Wort: 0 Lnge: 9  
SPS-Nummer: 255 Datenbaustein: 12 Wort: 2 Lnge: 15  
-----

3: 2 Sek.

---

4: 5 Sek.

---

5: 10 Sek.

---

Ressourcebenutzung:

42 von 100 Elementen

2 von 100 Scanssegmenten

2 von 100 Datenbausteinen

21 von 300 Atomen

7 von 400 Alarmreferenzen

Programm normal abgeschlossen. Konfiguration ist betriebsbereit.

PAPESCH Wolfgang, Ing.  
Sprecher+Schuh Niederspannungs GmbH  
Akaziengasse 38  
1232 Wien

W I E N E R M I T T E I L U N G E N  
W A S S E R - A B W A S S E R - G E W Ä S S E R

Eine von den Wasserbauinstituten an  
der Technischen Universität Wien,  
den Instituten für Wasserwirtschaft der  
Universität für Bodenkultur und  
dem Österreichischen Wasserwirtschaftsverband  
herausgegebene Schriftenreihe

Band Nr.:		Preis ÖS
1	Kresser, W.: Das Wasser (1968)	vergriffen
2	Breiner, H.: Die Gesetzmäßigkeiten der stationären Flüssigkeitsströmung durch gleichförmig rotierende zylindrische Rohre (1968)	200,--
3	von der Emde, W.: Abwasserreinigung - Grundkurs (1969)	vergriffen
4	4. Seminar ÖWWV, Raach 1969 Abwasserreinigungsanlagen Entwurf-Bau-Betrieb (1969)	vergriffen
5	5. Seminar ÖWWV, Raach 1970 Zukunftsprobleme der Trinkwasser- versorgung (1970)	vergriffen
6	6. Seminar ÖWWV, Raach 1971 Industrieabwässer (1971)	vergriffen
7	7. Seminar ÖWWV, Raach 1972 Wasser- und Abfallwirtschaft (1972)	vergriffen
8	Schmidt, F.: Das vollkommene Peilrohr (Zur Methodik der Grundwasser- beobachtung) (1972)	250,--
9	Doleisch, M.: Über die Auswertung von Abflußmessungen auf elektronischen Rechenanlagen Pruzsinsky, W.: Über die Anwendung von radioaktiven Tracern in der Hydrologie (1972)	250,--
10	1. Hydrologie-Fortbildungskurs Hochschule für Bodenkultur (1972)	vergriffen

Band Nr.:		Preis <sup>öS</sup>
11	Gutknecht, D.: Vergleichende Untersuchungen zur Berechnung von HW-Abflüssen aus kleinen Einzugsgebieten (1972)	vergriffen
12	8. Seminar ÖWWV, Raach 1973 Uferfiltrat und Grundwasser- anreicherung (1973)	270,-
13	von der Emde W., Fleckseder H., Huber L., Viehl K.: Zellstoffabwässer - Anfall und Reinigung (1973)	vergriffen
14	2. Hydrologie-Fortbildungskurs 1973 Hochschule für Bodenkultur (1973)	vergriffen
15	9. Seminar ÖWWV, Raach 1974 Neue Entwicklungen in der Abwassertechnik (1973)	vergriffen
16	von der Emde, W.: Praktikum der Kläranlagentechnik (1974)	vergriffen
17	Behr, O.: Stabilitätsuntersuchung von Abfluß- profilen mittels hydraulischer Methoden und Trendanalyse (1974)	250,-
18	3. Hydrologie-Fortbildungskurs 1975 Universität für Bodenkultur (1975)	180,-
19	1. Hydrologisches Seminar des ÖWWV 1976 Institut für Wasserwirtschaft, Universität für Bodenkultur (1976)	180,-
20	11. Seminar ÖWWV, Raach 1976 Abfall- und Schlammbehandlung aus wasserwirtschaftlicher Sicht (1976)	vergriffen
21	2. Hydrologisches Seminar des ÖWWV 1977 Institut für Hydraulik, Technische Universität Wien (1977)	300,-
22	12. Seminar ÖWWV, Raach 1977 Abwasserreinigung in kleineren Verhältnissen (1977)	350,-
23	Baron W., Heindl W., Behr O., Reitinger J.: Methoden zur rechnerischen Behandlung von Grundwasserleitern (1977)	200,-

Band Nr.:		Preis ÖS
24	Begert, A.: Ein Beitrag zur Reinigung des Abwassers eines Chemiefaserwerkes eines chemischen Betriebes und einer Kokerei (1978)	vergriffen
25	Kroiss, H.: Ein Beitrag zur Reinigung von Zuckerfabriksabwasser (1978)	vergriffen
26	Gutknecht, D.: Methoden der hydrologischen Kurzfristvorhersage (1978)	300,--
27	13. Seminar ÖWWV, Raach 1978 Wasserversorgung-Gewässerschutz (1978)	vergriffen
28	14. Seminar ÖWWV, Raach 1979 Industrieabwasserbehandlung - Neue Entwicklungen (1979)	400,--
29	Frischherz, H.: Probleme der Uferfiltration und Grundwasseranreicherung mit besonderer Berücksichtigung des Wiener Raumes (1979)	vergriffen
30	Beiträge zur Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft: o.Univ.-Prof.DDr. Werner Kresser zum 60. Geburtstag (1979)	350,--
31	Schügerl, W.: Grundwasserzuströmungsverhältnisse zu Horizontalfilterrohrbrunnen (1980)	200,--
32	3. Hydrologisches Seminar des ÖWWV 1980 Institut für Wasserwirtschaft, Universität für Bodenkultur (1980)	350,--
33	Kulturtechnik und Wasserwirt- schaft heute (1) (1980)	vergriffen
34	15. Seminar ÖWWV, Raach 1980 Behandlung und Beseitigung kommunaler und industrieller Schlämme (1980)	350,--
35	Usrael, G.: Faktoren, die die Inaktivierung von Viren beim Belebungsverfahren beeinflussen (1980)	250,--
36	Flögl, W.: Vergleichende Kostenuntersuchungen über das Belebungsverfahren (1980)	350,--



Band Nr.:		Preis ÖS
37	Ruider, E.: Ein Beitrag zur Reinigung und Geruchs- freimachung von Abwasser aus TK-Verwertungsanstalten (1980)	350,--
38	Schiller, G.: Wasserwirtschaftliche Probleme der Elektrizitätserzeugung (1981)	Restbestände
39	Kulturtechnik und Wasserwirt- schaft heute (2) (1981)	400,--
40	16. Seminar ÖWWV, Raach 1981 Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung als zusammengehörige Techniken (1981)	350,--
41	Kurs 1: Filterbrunnen zur Erschließung von Grundwasser (1981)	400,--
42	Kirnbauer, R.: Zur Ermittlung von Bemessungs- hochwässern im Wasserbau (1981)	300,--
43	Institut für Wasserwirtschaft: Wissenschaftliche Arbeiten (1981)	350,--
44	Kulturtechnik und Wasserwirt- schaft heute (3) (1981)	350,--
45	Kurs 2: Verbundwirtschaft in der Wasserversorgung (1982)	400,--
46	Stalzer, W.: Gewässerschutzplanung, deren Umsetzung und Zielkontrolle im Einzugsgebiet des Neusiedler Sees (1982)	350,--
47	17. Seminar ÖWWV, Ottenstein 1982 Wechselwirkung zwischen Planung und Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen. Erfahrungen und Probleme (1982)	400,--
48	Kleinwasserkraftwerke, Notwendigkeit und Bedeutung Flußstudien: Schwarza, Kleine Ybbs, Saalach (1982)	440,--
49	Beiträge zu Wasserversorgung, Abwasser- reinigung, Gewässerschutz und Abfallwirtschaft o.Univ.-Prof.Dr.-Ing. W. v. d. Emde zum 60. Geburtstag (1982)	440,--

Band Nr.:		Preis ÖS
50	Kulturtechnik und Wasserwirtschaft heute (4) (1982)	vergriffen
51	18. Seminar ÖWWV Ottenstein 1983 Sicherung der Wasserversorgung in der Zukunft (1983)	vergriffen
52	ÖWWV-Kurs 3, 1983 Thermische Beeinflussung des Grundwassers (1983)	vergriffen
53	Fortbildungskurs des ÖWWV 1984 "Planung und Betrieb von Regenentlastungen" (1984)	vergriffen
54	19. Seminar ÖWWV, Gmunden 1984 Sonderabfall und Gewässerschutz (1984)	vergriffen
55	Naturnahes Regulierungskonzept "Pram" (1984)	360,--
56	Fortbildungskurs des ÖWWV 1985 "Blähschlammprobleme beim Belebungsverfahren" (1984)	vergriffen
57	ÖWWV-Kurs 4, 1985 Chemie in der Wassergütwirtschaft (1985)	vergriffen
58	20. Seminar ÖWWV, Ottenstein 1985 Klärschlamm - Verwertung und Ablagerung (1985)	vergriffen
59	Pelikan, B.: Wasserkraftnutzung an der Thaya (1985)	320,--
60	Seminar "Wasser - Umwelt - Raumordnung" (1985)	220,--
61	Fleckseder, H.: Gewässerschutz im Wandel der Zeit - Ziele und Maßnahmen zu ihrer Verwirklichung (1985)	300,--
62	Kroiss, H.: Anaerobe Abwasserreinigung (1985)	vergriffen
63	Begert, A.: Kleine Belebungsanlagen mit einem Anschlußwert bis 500 Einwohnergleichwerte (1985)	vergriffen

Band Nr.:		Preis ÖS
64	Fortbildungskurs des ÖWWV 1986 "Belüftungssysteme beim Belebungsverfahren" (1986)	vergriffen
65	21. Seminar ÖWWV, Ottenstein 1986 Planung und Betrieb von Behandlungs- anlagen für Industrieabwasser (1986)	vergriffen
66	Ausspracheseminar Grundwasserschutz in Österreich (1986)	400,--
67	Kulturtechnik und Wasserwirt- schaft heute (5) (1986)	vergriffen
68	Schmid, B.H.: Zur mathematischen Modellierung der Abflußentstehung an Hängen (1986)	300,--
69	Fortbildungskurs des ÖWWV 1987 "Nitrifikation - Denitrifikation" (1987)	vergriffen
70	Institut für Wasserwirtschaft: "Flußbau und Fischerei" (1987)	220,--
71	22. Seminar ÖWWV, Ottenstein 1987 Wasserversorgung und Abwasserreinigung in kleinen Verhältnissen (1987)	vergriffen
72	Wurzer E.: Wasserwirtschaft und Lebensschutz (1987)	vergriffen
73	Fortbildungskurs des ÖWWV 1988 Anaerobe Abwasserreinigung - Grundlagen und großtechnische Erfahrungen (1988)	300,--
74	Tagung Wien 1987 "Wasserbau und Wasserwirtschaft im Alpenraum in historischer Sicht" (1988)	300,--
75	Fortbildungskurs des ÖWWV auf den Gebieten des Wasserhaushaltes und der Wasservorsorge "Wechselbeziehungen zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft (1988)	300,--
76	23. Seminar ÖWWV, Ottenstein 1988 Gefährdung des Grundwassers durch Altlasten (1988)	vergriffen
77	Kulturtechnik und Wasserwirt- schaft heute (6) (1987)	200,--

Band Nr.:		Preis ÖS
78	Nachtnebel, H.P.: Wasserwirtschaftliche Planung bei mehrfacher Zielsetzung (1988)	350,--
79	ÖWWV und Bundesingenieurkammer "Symposion: Hydraulik offener Gerinne" (1989)	350,--
80	Jungwirth, M. und Schmutz, S.: Untersuchung der Fischaufstiegshilfe bei der Stauhaltung 1 im Gießgang Greifenstein (1988)	250,--
81	Fortbildungskurs des ÖWWV 1990 "Biologische Abwasserreinigung" 2. überarbeitete Auflage	450,--
82	24. Seminar ÖWWV, Ottenstein 1989 "Klärschlamm Entsorgung" (1989)	450,--
83	2. Symposium: "Viruskontamination der Umwelt und Verfahren der Kontrolle" (1989)	in Druck
84	Fortbildungskurs des ÖWWV 1989 "Schadstofffragen in der Wasserwirtschaft"	400,--
85	Frischherz, H.; Benes, E.; Ernst, J.; Hager, F.; Stuckart, W. Schlußbericht zum Forschungsvorhaben "Trink- wasseraufbereitung mit Ultraschall" Projekt-Abschnitt I (1989)	250,--
86	Summer, W.: Umfassende Betrachtung der Erosions- und Sedimentationsproblematik (1989)	350,--
87	25. Seminar ÖWWV, Ottenstein 1990 "Großräumige Lösungen in der Wasserversorgung"	450,--
88	Revitalisierung von Fließgewässern (1990) Beiträge zum Workshop in Scharfling, April 1989	460,--
89	Kulturtechnik und Wasserwirt- schaft - heute (9) (1990) in Vorb.	250,--
90	Schmid, B.H.: A Study on Kinematic Cascades (1990) in Vorb.	250,--
91	Blöschl, G.: Snowmelt simulation in rugged terrain - The gap between point and catchment scale approaches (1990) in Vorb.	250,--

Band Nr.:		Preis ÖS
92	Blaschke, A.P.: Dateninterpretation und ihre Bedeutung für Grundwasserströmungsmodelle (1990) in Vorb.	250,--
93	Fürst, J.: Decision Support Systeme für die Grundwasser- wirtschaft unter Verwendung geografischer Informationssysteme	250,--
94	Frischherz, H.; Benes, E.; Hager, F.; Stuckart, W.; Ilmer, A.; Gröschl, M.; Bolek, W.: Schlußbericht zum Forschungsvorhaben "Trink- wasseraufbereitung mit Ultraschall" Projekt-Abschnitt II (1990)	250,--
95	Svardal, K.: Anaerobe Abwasserreinigung - Ein Modell zur Berechnung und Darstellung der maßgebenden chemischen Parameter (1991)	300,--
96	Fortbildungskurs des ÖWWV 1991 "EDV-Einsatz auf Abwasserreinigungsanlagen"	400,--
97	Fortbildungskurs des ÖWWV 1991 "Entfernung von Phosphorverbindungen in der Abwasserreinigung"	350.--