



Forschungsvorhaben 02-WA8648

**Steuerung eines Mischwassernetzes zur
Verbesserung der Gewässergüte und zur
Verminderung der Betriebskosten**

Teilprojekt A

**Erarbeitung von Betriebsstrukturen und
ihre Auswirkungen auf den Kanalbetrieb**

2. Zwischenbericht

Verfasser:

Dr. J. Winter

J. Broll

**Amt für Stadtentwässerung und
Abfallwirtschaft Bremen**

Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben 02-WA8648 per 31.12.1988

Steuerung eines Mischwassernetzes zur
Verbesserung der Gewässergüte und zur
Verminderung der Betriebskosten

Teilprojekt A

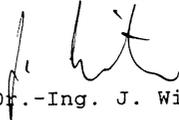
Erarbeitung von Betriebsstrukturen und
ihre Auswirkungen auf den Kanalbetrieb

Bremen, April 1989

Projektleiter:


(Dipl.-Ing. B. Voigt)

Sachbearbeiter und Berichtler:


(Dr.-Ing. J. Winter)


(Dipl.-Ing. J. Broll)

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. Einleitung	1
1.1 Kurzbeschreibung des FE-Vorhabens	1
1.2 Bearbeitungsschwerpunkte im 2. Projektjahr	3
2. Beschreibung des Projektgebietes	4
3. Datenerfassungssystem	6
3.1 Wartung des Meßnetzes	6
3.2 Genauigkeit der eingesetzten Wasserstandsmeßgeräte	8
3.3 Prozeßrechner	10
4. Prozeßleitsystem	13
4.1 Planung und Entwurf von Prozeßleitbildern	13
4.2 Beschreibung der implementierten Prozeßleitbilder	16
4.2.1 Prozeßleitbilder: Übersicht Entwässerungssystem	16
4.2.2 Prozeßleitbilder: Datenerfassung	19
4.2.3 Prozeßleitbilder: Betriebsüberwachung Pumpwerke	22
4.2.4 Prozeßleitbilder: Abflußsteuerung	24
4.2.5 Prozeßleitbilder: Simulation	27
4.3 Simulation von Systemzuständen	28
4.4 Steueranweisungen des Expertensystems	28
5. Ausblick	30
6. Verzeichnisse	31
6.1. Verzeichnis der Anlagen	31
6.2. Verzeichnis der Abkürzungen	32

1. Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des FE-Vorhabens

Die Stadt Bremen betreibt seit 1979 in dem Entwässerungsgebiet - Bremen Linkes Weserufer - ein zentrales Datenerfassungssystem (ZDS) zur Steuerung des Mischwasserabflusses.

Die Gründe, ein solches System zu installieren, lagen u.a. in

- der Überlastung des Mischentwässerungsnetzes durch fortschreitende Bebauung, der zunehmenden Versiegelung von Siedlungsflächen und dem Anschluß peripherer Erschließungsgebiete,
- dem Anstieg der Entlastungshäufigkeit durch Vergrößerung des Mischwasseraufkommens,
- der Notwendigkeit, dem Gewässerschutz besondere Priorität einzuräumen,
- der Möglichkeit, mit beschränkten Investitionsmitteln ein Optimum für den Gewässerschutz zu leisten.

Die gezielte Beeinflussung des Ablaufprozesses zum Zwecke der Steuerung von Mischwasserabfluß bei Niederschlag und den damit verbundenen Stoffströmen im Entwässerungsnetz ist jedoch nur dann möglich, wenn die Niederschlag-Abfluß-Reaktion des entwässerten Gebietes und das Systemverhalten des Kanalnetzes auch unter verschiedenen Belastungsbedingungen bekannt sind.

Als Ausgangspunkt für die Errichtung eines Abflußsteuerungssystems war deshalb die Entwicklung und der Ausbau eines zentralen Datenerfassungssystems erforderlich. An signifikanten Schnittstellen des Entwässerungssystems waren die aktuellen Belastungsdaten, Wasserstände in und Abflüsse aus dem System, die Leistung der Abwasserpumpwerke sowie der im Einzugsgebiet der Meßstellen abflußverursachende Niederschlag zeitsynchron

zu erfassen.

Nach der Planung und der Installation des Datenerfassungs- und Steuerungssystems im Jahre 1979 wurde ab der Inbetriebnahme im Jahre 1980 ein nahezu lückenloses Datenkontinuum des Niederschlag-Abfluß-Geschehens in dem Einzugsgebiet "Bremen linkes Weserufer" aufgezeichnet und ausgewertet.

Nach einer Betriebszeit des Systems von ca. 6 Jahren konnten die Betriebserfahrungen, die mit dem System gesammelt wurden, zusammengefaßt werden. Grob vereinfacht ließ sich die folgende Aussage machen:

- Die eingesetzten Meßgeräte (Wasserstand) entsprachen im Langzeitverhalten nicht den an sie gestellten Erwartungen und sollten durch leistungsfähigere Geräte ersetzt werden.
- Die zur Darstellung des Systemzustandes eingesetzten Medien (Mosaikschaltwand) und der verwendete Prozeßrechner waren nicht in der Lage, dem Betriebspersonal in verständlicher Form Anweisungen zur Steuerung von Pumpwerken und Rückhaltebecken im Entwässerungsgebiet zu übermitteln. Sie sollten durch zeitgemäße Kommunikationssysteme ausgetauscht werden.
- Mit den aufgezeichneten Niederschlag-Abfluß-Daten stand Datenmaterial zur Verfügung, das eine Kalibrierung und Verifizierung von Niederschlag-Abfluß-Modellen zuläßt.

Da die genannten Verbesserungen des vorhandenen Systems bei der Neueinrichtung automatischer Steuerungssysteme in Mischentwässerungssystemen von allgemeinem Interesse sind, wird das Forschungsprojekt

"Steuerung eines Mischwassernetzes zur Verbesserung der Gewässergüte und zur Verminderung der Betriebskosten - Erarbeitung von Betriebsstrukturen und ihre Auswirkungen auf den Kanalbetrieb"

mit 50 % der Kosten durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) gefördert. Das Amt für Stadtentwässerung und Abfallwirtschaft Bremen (ASA) stellt die technischen Einrichtungen der Stadtentwässerung und das Personal zur Verfügung und finanziert die restlichen 50 % der Forschungskosten. Mit der Entwicklung der Software für Prozeßleitbilder, der Umsetzung von Steuerungsstrategien auf den Prozeßrechner und der Wartung des Meßsystems wurde das Ingenieurbüro Prof. Dr. Dr. Billib und Partner (bpi Hannover) beauftragt. Die Entwicklung von Steuerungsstrategien wird als Verbundprojekt mit dem Institut für Wasserwirtschaft (IfW) der Universität Hannover erarbeitet.

Inhalt des folgenden Zwischenberichtes ist die Darstellung der Forschungsarbeit im zweiten Projektjahr.

1.2 Bearbeitungsschwerpunkte im 2. Projektjahr

Im 2. Projektjahr stand der Betrieb und der Ausbau des Meßnetzes und des Datenerfassungssystems im Vordergrund. Dabei wurde ein besonderes Gewicht auf den Entwurf und die Implementierung von Prozeßleitbildern gelegt. Gleichzeitig wurde eine Schnittstelle zur Steuerungssoftware definiert und eingerichtet. Als Ergebnis der Diskussionen über den Bewirtschaftungsplan (Steuerungsstrategie) mußten Änderungen an der elektrotechnischen Einrichtung des Steuerungsbauwerkes PW Krimpel vorgenommen werden.

2. Beschreibung des Projektgebietes

Das Einzugsgebiet - Bremen linkes Weserufer - (Projektgebiet) umfaßt eine Fläche von 918 ha, von der 438 ha als undurchlässige Fläche eingestuft wurden. Das Gebiet wird im Mischverfahren entwässert. Es ist in drei Teileinzugsgebiete unterteilt, in deren Tiefpunkt jeweils ein Mischwasserpumpwerk angeordnet ist.

1. Hauptpumpwerk Linkes Weserufer (HPWL)
2. Pumpwerk Krimpel
3. Pumpwerk Rablinghausen

In Anlage 1 ist eine Übersicht über das Entwässerungssystem dargestellt.

Die beiden Pumpwerke Krimpel und Rablinghausen fördern in das Teilnetz des HPWL. Von dort wird das Schmutz- bzw. Mischwasser durch zwei parallele, etwa 7 km lange Druckrohrleitungen zur Kläranlage Seehausen gepumpt.

Das Kanalnetz, mit dessen Bau Anfang des Jahrhunderts begonnen wurde, ist vom Typ her als stark vermascht einzuordnen. Es weist insgesamt nur ein sehr schwaches Gefälle auf. Das Kanalnetzvolumen beträgt ca. 55000 m³. Aufgrund des schwachen Gefälles kann ein großer Teil dieses Volumens bewirtschaftet werden.

Zusätzlich sind im Mischwassernetz 4 Regenbecken - 2 Becken am HPWL und 2 Becken am Pumpwerk Krimpel - mit einem Gesamtvolumen von ca. 18200 m³ angeordnet.

Es bestehen 4 Entlastungsstellen - ein Regenüberlauf und drei Klärüberläufe. Den Klärüberläufen sind die Regenbecken, die als Regenüberlaufbecken betrieben werden, vorgeschaltet. Der Klärüberlauf am Pumpwerk Krimpel entlastet im Freigefälle über das Krimpelfleed in den Krimpelsee. Am HPWL erfolgt die Entlastung im Freigefälle oder durch Pumpen in die Weser. Sollte

die überlaufende Mischwassermenge größer sein als die Leistung der Freigefälleleitung oder der Entlastungspumpen, wird im freien Gefälle in die Wasserlöse entlastet. In beiden Fällen handelt es sich um Klärüberläufe. Der Regenüberlauf befindet sich in einem hochliegenden Netzteil.

Dem Einzugsgebiet - Bremen linkes Weserufer - wird über Pumpwerke das Schmutzwasser aus den im Trennverfahren entwässerten Stadtrandgebieten sowie dem Abwasserverband Stuhr/Weyhe (Niedersachsen) zugeführt. Dabei muß es zum Teil mehrmals gepumpt werden, bevor es vom HPWL zur Kläranlage Seehausen gelangt.

Die Kläranlage Seehausen muß neben den Wassermengen, die aus dem Einzugsgebiet - Bremen linkes Weserufer - gefördert werden, auch die aus den Gebieten rechts der Weser aufnehmen. Von hier wird das Schmutz- bzw. Mischwasser über zwei weitere Hauptpumpwerke zur Kläranlage gepumpt.

3. Datenerfassungssystem

Die Einrichtung des zentralen Datenerfassungssystems wurde bereits im letzten Zwischenbericht beschrieben. In Anlage 1 sind die Standorte der verschiedenen Meßgeräte dargestellt.

Der vorliegende Bericht enthält eine Zusammenfassung der ersten Ergebnisse und Erfahrungen, die beim Betrieb des Systems gesammelt wurden.

3.1 Wartung des Meßnetzes

Der ordnungsgemäße Betrieb eines Meßnetzes erfordert eine turngemäße Wartung der Meßgeräte und Meßstelleneinrichtungen incl. der Datenfernübertragung. Voraussetzung für einen geringen Wartungsaufwand ist die Auswahl robuster Meßgeräte, die allerdings auch die Anforderungen an die Meßgenauigkeit erfüllen müssen, sowie die sorgfältige Ausführung der Meßstelleneinrichtungen.

Für das ZDAS "Bremen Linkes Weserufer" konnte bei der Erneuerung der Niederschlags- und Wasserstandsmeßstellen im Zuge des Forschungsvorhabens (s. 1. Zwischenbericht) auf eine 10-jährige Erfahrung zurückgegriffen werden.

Die im folgenden genannten Daten für den Zeit- und Personalaufwand zur Wartung des Meßnetzes beziehen sich auf die Erfahrungen, die im Verlaufe der Jahre 1987 und 1988 gemacht wurden.

Die Funktion der Meßstellen wird auf zwei Arten überprüft: Mindestens einmal täglich sollte die Plausibilitätsprüfung der am Prozeßrechner auflaufenden Meßdaten in der Zentrale erfolgen. Hierzu wurde die erforderliche grafische und alphanumerische Software zur Ausgabe der Meßdaten im 15-Sekunden-Zeittakt implementiert. Daneben besteht die Möglichkeit, abgespeicherte Meßdaten abzurufen. Für diese Plausibilitätsprüfung

sollte Personal eingesetzt werden, das über hydrologische Kenntnisse bzw. langjährige Erfahrung beim Betrieb der Entwässerungsanlagen verfügt. Im vorliegenden Fall soll diese Aufgabe nach Übergabe des Systems vom Betriebsleiter "Linkes Weserufer" übernommen werden. Der Zeitaufwand für diese Aufgabe kann mit ca. 30 Minuten pro Tag veranschlagt werden. Wird ein signifikanter Meßfehler oder der Ausfall einer Meßstelle registriert, wird ein Wartungstrupp mit der Instandsetzung des betreffenden Meßgerätes beauftragt. Der Zeitaufwand hierfür kann mit ca. einem Tag pro Monat für den Wartungstrupp geschätzt werden. Dabei sind (18) Wasserstands- und (3) Niederschlagsmeßstellen berücksichtigt. Die (5) Durchfluß-, (3) Drehzahl- und (3) Energiemeßstellen sind wartungsfrei. Das gleiche gilt für die Pumpenlaufzeitmeldungen.

In einem Vier-Wochen-Turnus werden die Niederschlags- und Kanalwasserstandsmeßstellen abgefahren, die Meßstelleneinrichtung überprüft und das Meßgerät getestet. Für diese Arbeiten werden zwei Elektriker, ausgerüstet mit Fahrzeug und Wartungsmaterial, eingesetzt. Der Zeitaufwand für diese Wartungsarbeiten beträgt etwa 30 Minuten pro Meßstelle incl. Anfahrt.

Das Langzeitverhalten der Wasserstandsmeßgeräte ist positiv zu bewerten, da eine nennenswerte Dejustierung der Meßgeräte nicht festgestellt werden konnte. Größere Meßwertabweichungen bei der Trockenwettermessung in den Sammlern wurden bisher nur bei einem Meßgerät festgestellt. Der Grund hierfür ist vermutlich, daß das Meßgerät bei Trockenwetterabfluß nur wenige Zentimeter in das an dieser Stelle sehr schnell fließende Medium eintaucht. Dies kann zu Instabilitäten des Wasserdruckes an der Membran des Meßgerätes führen und damit zu einem größeren Meßfehler. Die zunächst befürchtete Situation, daß es durch die im Bereich des Trockenwetterabflusses hängenden Meßgeräte zu unerwünschten Ablagerungen bzw. Anlagerungen von Schwimmstoffen kommen könnte, wurde nicht beobachtet. Alle Meßstellen werden dennoch mindestens einmal pro Jahr durch einen Kanalreinigungstrupp gesäubert.

Die Niederschlagsmeßgeräte sind nahezu wartungsfrei. Lediglich im Herbst wurde in einem Fall festgestellt, daß der Auffangtrichter durch Laub verstopft war.

3.2 Genauigkeit der eingesetzten Wasserstandsmeßgeräte

Inzwischen bieten mehrere Firmen Meßgeräte an, die auch in einem derart inhomogenen und aggressiven Medium wie dem Abwasser zuverlässig messen. Gleichzeitig ist es möglich, bei Bedarf auch Geräte, die die Anforderungen der Ex-Schutzzone 1 erfüllen, zu installieren.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens werden in der Hauptsache Meßgeräte eingesetzt, die nach dem Druckaufnehmerprinzip arbeiten. Zwei installierte Geräte messen nach dem Impuls-Echo-Prinzip. Die Wasserstandsmessungen dienen zum einen zur Bestimmung der Füllstände in den Stauräumen und zum anderen zur Bestimmung der Überlaufmengen an den Klär- und Regenüberläufen im System.

Die Meßgenauigkeit wird von den Herstellern für beide Meßprinzipien mit ca. 1 % angegeben. Dabei gilt für die Druckaufnehmer, daß der Meßfehler auf den Meßbereich, während er bei den Impuls-Echo-Meßgeräten auf den Abstand zwischen Sensor und Wasseroberfläche bezogen wird.

Die in der Kanalisation und den Regenbecken zur Füllstandsmessung eingesetzten Meßgeräte besitzen Meßbereiche zwischen 2.0 und 6.0 m. Daraus errechnet sich ein Meßfehlerbereich von ± 2.0 cm bis ± 6.0 cm. Solange diese Wasserstandsmessung direkt in die Prozeßsteuerung (Stauraumbewirtschaftung) einbezogen wird, ist dieser Meßfehler akzeptabel. Eine Umrechnung in Durchflüsse, z. B. durch Messung in zwei Querschnitten, würde dagegen zu großen Ungenauigkeiten führen.

Die zur Überlaufmessung benutzten Geräte sind auf einen Meßbereich von 0,45 m (HPWL) bzw. 0,35 m (PW Krimpel) einge-

stellt, um die Spannweite der Überfallhöhen abzudecken. Die geodätische Höhe der Meßgeräte wurde von einem Vermessungstrupp mit einer Genauigkeit von ± 0.5 cm festgestellt.

Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung der für eine Fehlerabschätzung bei der Überlaufberechnung relevanten Parameter.

Meßstelle	Meßstrecke	relativer Meßfehler	absoluter Meßfehler incl. Einmeßfehler
(-)	(cm)	(%)	(cm)
H 28	50	± 1	± 1,0
H 29	100	± 1	± 1,5
H 32	107	± 1	± 1,6

Tabelle 1: Absolute Fehler

Die Überlaufmenge wird unter Anwendung der Formel von POLENI aus der Überfallhöhe berechnet.

$$Q = \frac{2}{3} * \mu * B * (2g)^{0.5} * h_{\ddot{u}}^{1.5}$$

- mit Q ... Überlaufwassermenge in m³
- μ ... Überfallbeiwert
- B ... Breite der Wehrkrone in m
- g ... Fallbeschleunigung in m/s²
- h_ü ... Überfallhöhe über der Wehrkrone in m

Tabelle 2 enthält beispielhaft eine Analyse der Meßfehler für die Meßstelle H29 am Klärüberlauf des Regenüberlaufbeckens 1 (HPWL). Da die Überläufe durch Förderschnecken beschildet werden - Klärüberläufe der Regenüberlaufbecken -, deren Förderleistung relativ genau bekannt ist, sind die aufgeführten Überfallhöhen realistische Annahmen.

Meßstelle H28: Meßfehler: ± 1,5 cm
 Breite der Wehrkrone: 14,20 m
 Überfallbeiwert: 0,64

Förderleistung	Überlaufhöhe	Meßfehler	Absoluter Fehler	Relativer Fehler
Qzu	Hü	Hü	Qab	Qab
(1/s)	(cm)	(cm)	(1/s)	(%)
2.000	17,7	± 1,0	-169...+170	± 8
3.000	23,2	± 1,0	-193...+195	± 6
3.200	24,2	± 1,0	-201...+203	± 6
5.200	33,5	± 1,0	-228...+238	± 4

Tabelle 2: Absolute und relative Fehler der Überlaufmessung

Die Analyse wirft die Frage auf, ob die aufgezeigten Meßfehler den wasserrechtlichen Anforderungen genügen. Für die Abflußsteuerung ist der Meßfehler akzeptabel.

3.3 Prozeßrechner

Anfang 1988 wurde in der Zentrale des ZDAS ein Prozeßrechner (PDP 11/73 der Fa. DEC) installiert. Die Aufgaben, die dieser Prozeßrechner zu übernehmen hat, können vereinfacht folgendermaßen aufgezählt werden:

- Erfassung der Prozeßdaten /
- Speicherung, Archivierung und Ausgabe der Prozeßdaten
- Grafische Darstellung der Prozeßdaten
- Ermittlung und Ausgabe von Steuerungsempfehlungen

Im Verlauf des Forschungsvorhabens mußte der Prozeßrechner mehrfach aufgerüstet werden. So wurde der Hauptspeicher von 1 MB auf 4 MB erweitert, da nicht mehr alle gleichzeitig benötigten Anwendungsprogramme im Hauptspeicher Platz fanden, und die Anzahl der analogen Eingänge von 32 auf 64 erhöht.

Nach mehr als einem Jahr Betriebserfahrung mit dem System las-

sen sich für die Auswahl eines Prozeßrechners und des zugehörigen Betriebssystems, für den Anwendungsfall Prozeßüberwachung und Abflußsteuerung die folgenden Anforderungen formulieren:

- Die Architektur des Prozeßrechners muß zum einen den Anforderungen der Prozeßdatenverarbeitung (Echtzeitbetrieb) genügen und zum anderen auch den Einsatz von größeren Anwendungsprogrammen (Abflußsteuerungs- und Grafiksoftware) zulassen. Unter Umständen ist ein System mit zwei Rechnern zu wählen. Auf jeden Fall sollten die Möglichkeiten späterer Systemerweiterungen geprüft werden.
- Der Hauptspeicher muß so groß gewählt werden, daß Betriebssystem und Anwendungsprogramme ohne Auslagerung von Programmteilen installiert werden können.
- Es ist zu überprüfen, ob die Verarbeitungsgeschwindigkeit des Prozeßrechnersystems den Anforderungen der Abflußsteuerung genügt.
- Die Anzahl der Ein- und Ausgänge für die analogen und digitalen Signale muß mit dem Fernwirknetz abgestimmt sein. Für zukünftige Erweiterungen ist eine ausreichende Kapazität vorzuhalten.
- Es ist eine ausreichende Anzahl von Schnittstellen für die Peripherie vorzusehen.

- ... alphanumerische Terminals
- ... Farbgrafikterminals
- ... Drucker, Plotter

- Der Prozeßrechner ist mit einer unterbrechungsfreien Notstromversorgung auszurüsten, die bei Störungen im Versorgungsnetz einen Ausfall des Systems verhindert. Die Haltezeit der Notstromversorgung ist darauf abzustimmen, wann eine übergeordnete Notstromversorgung in Betrieb gesetzt

werden kann. Bei der Auswahl der Leistungsmerkmale der Notstromversorgung müssen evtl. Systemerweiterungen berücksichtigt werden.

An die Organisation der Anwendungsprogramme ist die Anforderung zu stellen, daß nach einem Systemabsturz ein selbständiges Booten des Systems erfolgen kann.

Die Software zur Datenerfassung wurde bereits im 1. Zwischenbericht näher beschrieben.

4. Prozeßleitsystem

4.1 Planung und Entwurf von Prozeßleitbildern

Für die Überwachung des Prozeßzustandes und als Unterstützung des Betriebspersonals bei der Steuerung des Systems sollen Prozeßleitbilder entworfen, programmiert und in das System implementiert werden.

Als Instrument für die Erstellung, d.h. Programmierung der Prozeßleitbilder, stand ein Softwarepaket der Fa. pdv-systeme, Goslar, zur Verfügung - ein sogenannter Grafikeditor (GED). Diese Software wurde aufgrund der Anforderungen, die sich während des Entwurfs der Prozeßleitbilder ergaben, in einigen Teilen noch verfeinert.

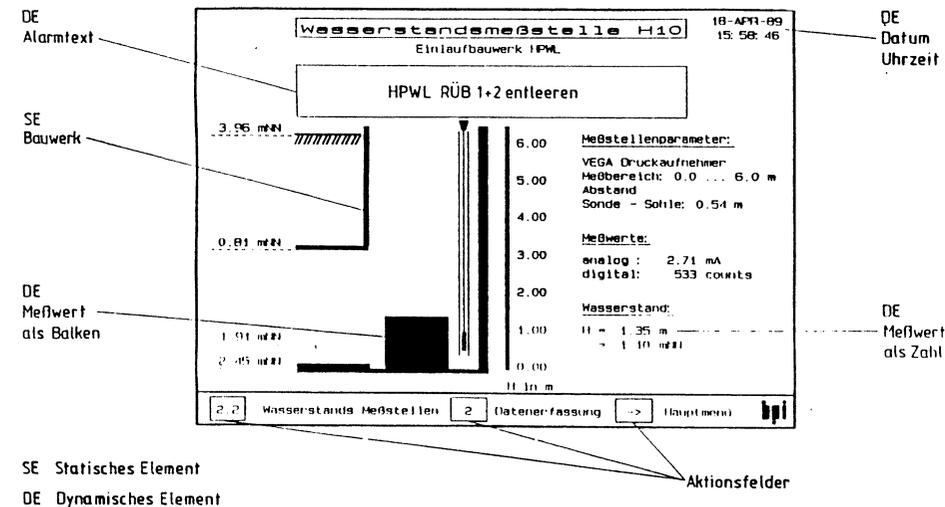


Bild 4.1

Der Grafikeditor bietet die Möglichkeit, alle statischen Bildelemente frei zu gestalten, ohne auf einen vorgegebenen grafischen Zeichensatz angewiesen zu sein. Auf diese Weise ist eine realitätsnahe, z.B. maßstabgetreue Darstellung von Bauwerken, Meßinstrumenten etc. möglich. Auf eine symbolartige Darstellung kann verzichtet werden. Dies hat für das Betriebspersonal

den positiven Effekt, beim Aufruf eines Prozeßleitbildes sofort "im Bilde" zu sein.

In das statische Grundmuster eines Prozeßleitbildes können die dynamischen Bildelemente eingefügt werden. Dies können zum Beispiel die Einblendung von Datum und Uhrzeit, die Darstellung von Meßwerten als Zahl oder Balken, die Ausgabe von Ganglinien oder die Einblendung von Alarmtexten sein (Bild 4.1).

Damit aus dem aktuellen Bild heraus andere Bilder aufgerufen werden können, werden sogenannte Aktionsfelder definiert. Durch Ansteuerung eines Aktionsfeldes mit Hilfe des Zeigegerätes (MOUSE) wird eine vorher definiertes Prozeßleitbild auf dem Bildschirm ausgegeben.

Die Erstellung eines Prozeßleitbildes läuft in den folgenden Schritten ab:

1. Zusammenstellung der darzustellenden Prozeßdaten und ggf. der Bauwerksdaten
2. Entwurf des Prozeßleitbildes auf Millimeterpapier
3. Programmierung des Prozeßleitbildes mit dem Grafikeditor
4. Ausplotten des Prozeßleitbildes und Prüfung

Damit diese Vorgehensweise systematisiert werden konnte, waren Überlegungen anzustellen, welche allgemeinen Anforderungen an das System zu stellen sind. Hierfür wurde ein Anforderungskatalog, der sich an der speziellen Anwendung Prozeßüberwachung und Abflußsteuerung in einem Mischentwässerungssystem orientiert, zusammengestellt. Als Ergebnis der Überlegungen kann festgehalten werden:

- Der Aufruf der Prozeßleitbilder muß so gestaltet werden, daß auch ein Benutzer ohne Kenntnisse der EDV das System bedienen kann. Das Umschalten von einem Prozeßleitbild zu einem anderen muß ohne vorheriges Nachschlagen in einer Bedienungsanleitung möglich sein, da hierfür während kritischer Prozeßzustände im allgemeinen keine Zeit bleibt.

- Die Prozeßleitbilder müssen so gegliedert werden, daß thematisch zusammengehörige Bilder möglichst direkt, ohne den Umweg über Auswahlmenüs, abgerufen werden können.

- Der Aufbau der Prozeßleitbilder sollte eine einheitliche Struktur aufweisen, damit der Benutzer sich sofort zurechtfindet. Die Bilder sollten alle erforderlichen Informationen in übersichtlicher Form enthalten. Mischwasserereignisse, die wirklich gezielte Steuerungseingriffe erfordern, sind relativ selten. Gleichzeitig wechselt das Betriebspersonal ständig aufgrund des Schichtdienstes. Es ist deshalb nicht ungewöhnlich, wenn der Maschinist, der ein kritisches Ereignis abzuarbeiten hat, die Prozeßleitbilder längere Zeit nicht gesehen hat.

Anhand des Anforderungskatalogs wurde zunächst eine Organisationsstruktur für das System zur grafischen Darstellung von Prozeßdaten geschaffen. Die Bilder wurden nach den in Bild 4.2 aufgeführten Themenschwerpunkten gegliedert.

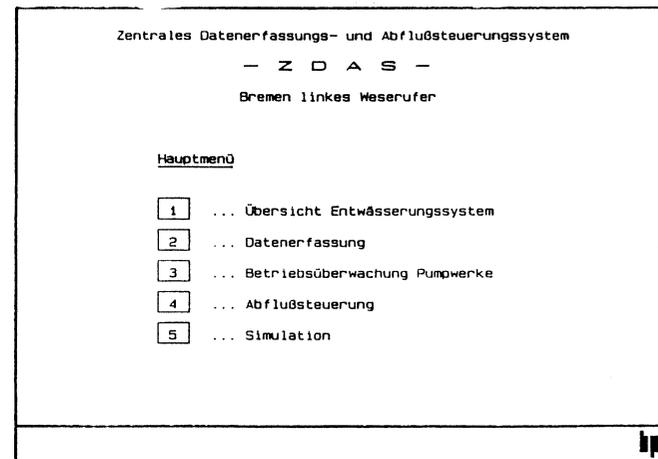


Bild 4.2

Dann wurden zusätzlich zu den Prozeßleitbildern sogenannte Auswahlbilder (Bild 4.2) eingeführt. Dieser Bildtyp, in dem keine Prozeßdaten oder Informationen über das Entwässerungs-

system dargestellt sind, soll es dem Benutzer ermöglichen, menügesteuert das gewünschte Prozeßleitbild auswählen zu können. Die Auswahlbilder sind selbsterklärend. Der Benutzer muß sich keine Befehle oder Dateinamen merken. Durch "Anklicken" eines Aktionsfeldes mit der MOUSE wird automatisch das zugeordnete Bild abgerufen und auf dem Farbgrafikbildschirm dargestellt. Die abgerufenen Bilder können Prozeßleitbilder oder wiederum Auswahlbilder sein.

Die Integration von Aktionsfeldern in die Prozeßleitbilder ermöglicht es zum einen, daß in ein Auswahlmenü zurückgesprungen werden kann und zum anderen, daß Bilder, die in direktem Zusammenhang zueinander stehen, schnell ohne den Zwischenschritt eines Auswahlbildes abgerufen werden können. Dies ist insbesondere bei den Prozeßleitbildern erforderlich, die bei der Abflußsteuerung kritischer Ereignisse benötigt werden, wo es unter Umständen auf ein schnelles Umschalten ankommt.

Der Benutzer kann die einzelnen Bilder, nachdem er die Grafiksoftware über die Tastatur gestartet hat, allein mit Hilfe eines Zeigegerätes (MOUSE) abrufen.

Die Anlagen 2 bis 7 enthalten alle bisher implementierten bzw. ausgeplotteten Auswahl- und Prozeßleitbilder.

4.2 Beschreibung der implementierten Prozeßleitbilder

4.2.1 Prozeßleitbilder: Übersicht Entwässerungssystem

Diese Prozeßleitbilder beinhalten in grafischer und alphanumerischer Darstellung wichtige Informationen über das Entwässerungsgebiet "Bremen Linkes Weserufer". Da sie keine Meßwerte oder Meldungen enthalten, werden sie als Übersichtsbilder bezeichnet. Alle Bilder verfügen im unteren Bildteil über eine Menüliste mit Aktionsfeldern. Durch "Anklicken" mit der MOUSE kann in andere Auswahlbilder verzweigt werden. Die Anlagen 3.1 bis 3.3 enthalten alle z. Z. implementierten Bilder. Die

dargestellten Informationen haben zum einen den Zweck, das Betriebspersonal zu schulen und zum anderen häufig benötigte Detailinformationen des Entwässerungsgebietes abzurufen.

Das Bild 4.3 *Einzugsgebiet Linkes Weserufer* zeigt die Ausdehnung des Mischentwässerungsgebietes mit dem Hauptsammlersystem, den Klär- und Regenüberläufen, den Mischwasser- und peripheren Schmutzwasserpumpwerken und dem Hauptvorfluter Weser. Eingezeichnet sind darüberhinaus alle Kanal- und Pumpensumpfwasserstandsmeßstellen sowie die Niederschlagsmeßstellen. Die benutzten Symbole sind in einer Legende erklärt.

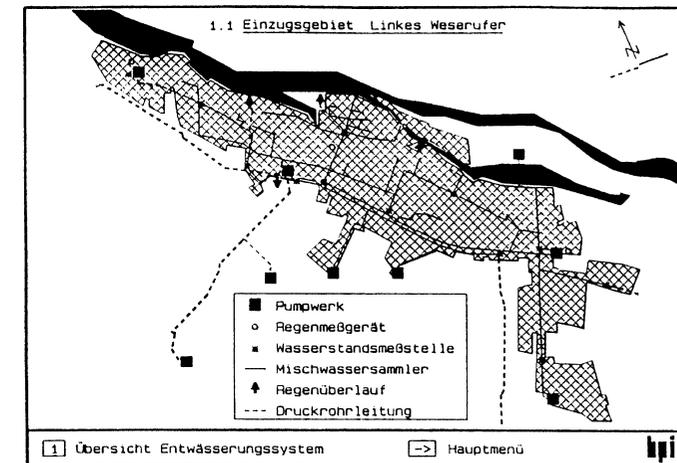


Bild 4.3

Das Bild 4.4 *Teileinzugsgebiet Krippe* enthält auf der rechten Bildseite detaillierte grafische Informationen über das Teileinzugsgebiet des Mischwasserpumpwerks Krippe, die Lage und Bezeichnung der Meßstellen, Pumpwerke und Regenüberlaufbecken sowie des Einleitungsgewässers Krippe. Die verwendeten Symbole sind in einer Legende erklärt. Die linke Bildseite wird für die alphanumerische Darstellung wichtiger hydrologischer Daten benutzt.

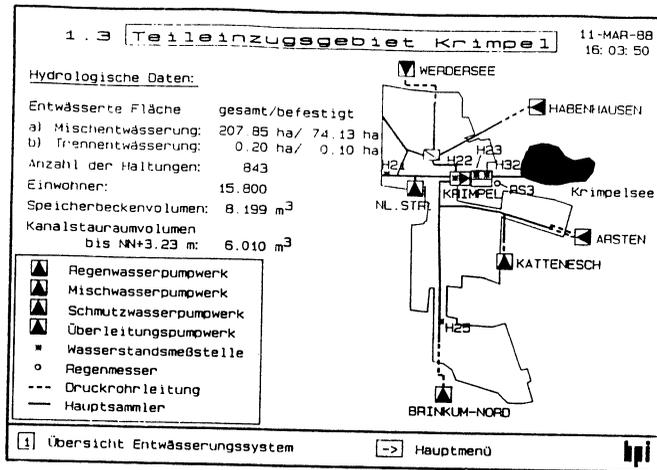


Bild 4.4

Das Bild 4.5 *Hierarchie der Pumpwerke* zeigt die Verknüpfung über Druckrohr- oder Freigefälleleitungen und die Bezeichnung aller im linksweserischen Einzugsgebiet der Kläranlage Seehausen angeordneten Pumpwerke. Die verwendeten Symbole sind in einer Legende dargestellt.

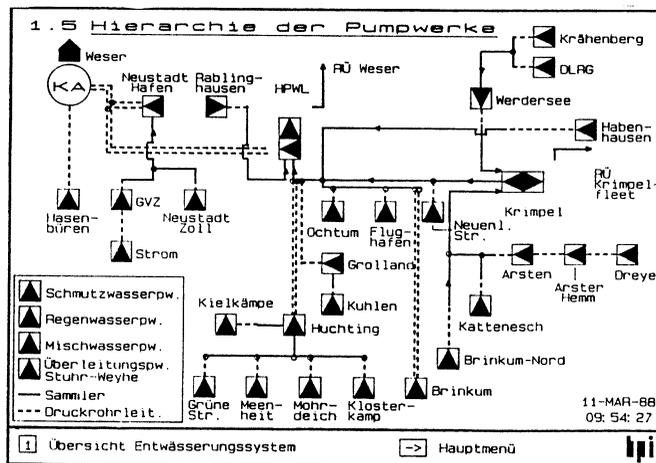


Bild 4.5

Der Entwurf und die Programmierung der Bilder *Teileinzugsge-*

biet *HPWL* und *Teileinzugsgebiet Rablinghausen* ist noch in der Bearbeitung.

4.2.2 Prozeßleitbilder: Datenerfassung

In den Prozeßleitbildern, die unter dem Auswahlpunkt "Datenerfassung" zusammengefaßt sind, sollen alle Meßstellen des ZDAS mit analogem Meßsignal grafisch dargestellt werden. In das Auswahlmenü sind bisher nur die Wasserstands-, Durchfluß- und Niederschlagsmeßstellen aufgenommen. Die Energie- und Drehzahlmeßstellen sowie die geplanten kontinuierlichen Gütemeßstellen (pH-Wert, BSB-M3) sollen noch eingefügt werden.

Alle Bilder sind grundsätzlich nach der gleichen Struktur aufgebaut (siehe Bild 4.6). In der Bildüberschrift steht der Typ und die Kurzbezeichnung der Meßstelle, darunter der Ort, an dem die Meßstelle installiert ist. In der rechten oberen Bildecke wird das aktuelle Datum und die Uhrzeit angezeigt.

Im eingerahmten Bildteil können maximal drei Steueranweisungen (Empfehlungen) des Expertensystems gleichzeitig ausgegeben werden (siehe hierzu Abschnitt 4.4).

Die linke Hälfte des Bildes ist für die grafische Darstellung der Meßstelle und des Meßwertes vorgesehen. Evtl. sind auch die wichtigsten Bauwerksdaten (z. B. Sohlhöhe) eingetragen, die - soweit sie Bestandteil der Meßstellenparameter sind - bei jeder Änderung automatisch übernommen werden. Auf der rechten Bildhälfte werden die Meßstellenparameter und die aktuellen Meßwerte alphanumerisch ausgegeben.

Der untere Rand des Prozeßleitbildes dient als Menüleiste, in der die Verzweigungsmöglichkeiten zu anderen Auswahlbildern angezeigt werden. Durch "Anklicken" der Aktionsfelder wird das entsprechende Bild aufgerufen.

Alle z. Z. implementierten und ausgeplotteten Prozeßleitbilder

sind in den Anlagen 4.1 bis 4.3 zusammengestellt.

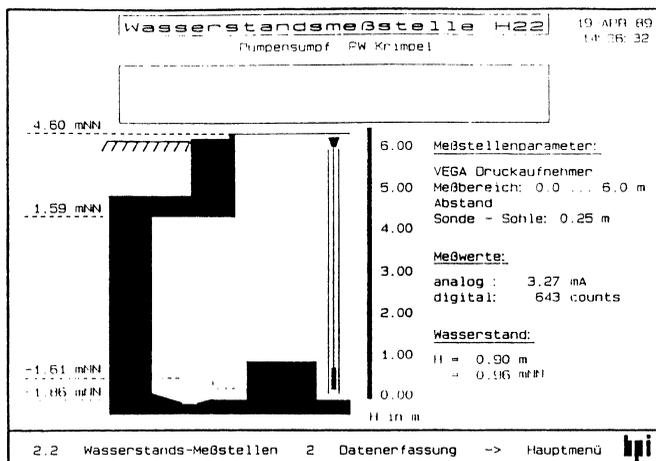


Bild 4.6

Bild 4.6 zeigt die *Wasserstandsmeßstelle H22* im Pumpensumpf des Pumpwerks Krimpel. Der Meßwert "Wasserstand" ist sowohl grafisch als maßstabsgetreuer vertikaler Balken als auch alphanumerisch als Wasserstand bezogen auf die Sohle und auf NN dargestellt.

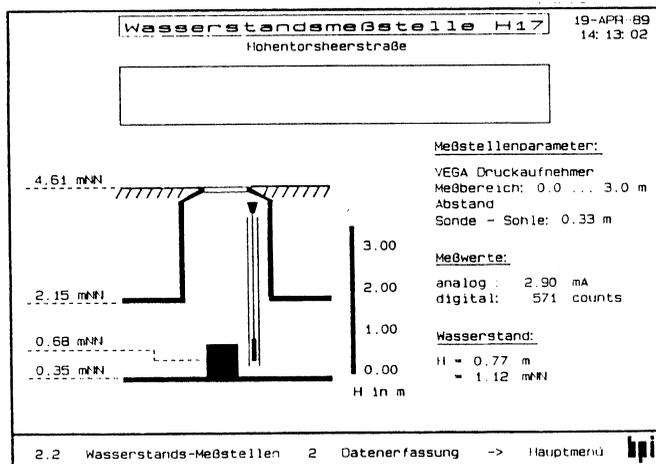


Bild 4.7

In Bild 4.7 ist die *Wasserstandsmeßstelle H17* im Sammler Hohentorsheerstraße abgebildet.

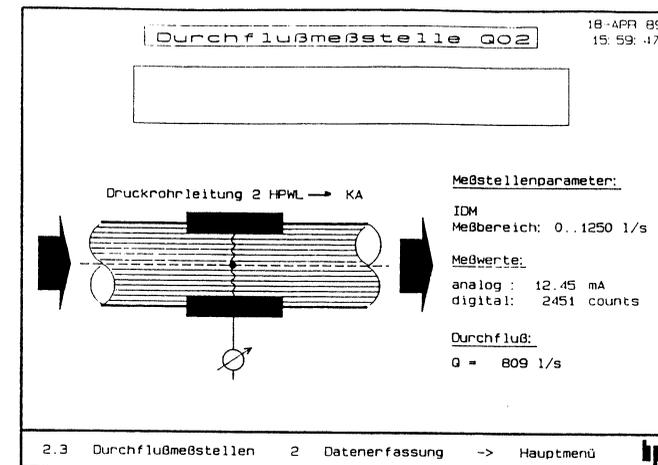
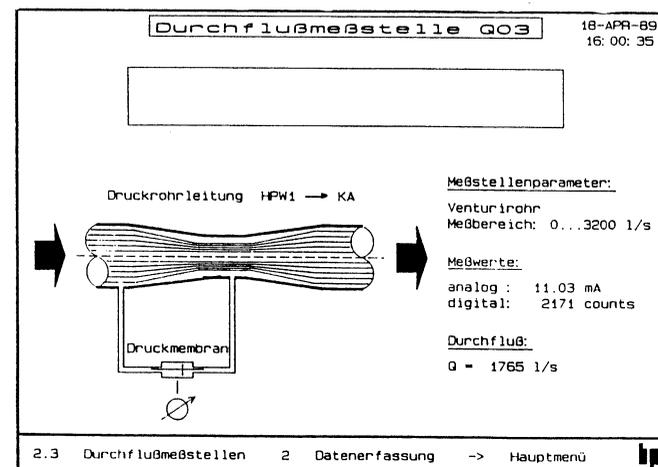


Bild 4.8

Bild 4.8 zeigt die *Durchflußmeßstelle Q02* mit einer skizzenhaften Darstellung des Meßprinzips. Das IDM-Meßgrät ist in der DRL zwischen HPWL und KA Seehausen angeordnet. Der aktuelle Meßwert wird grafisch als durchflußproportionaler Balken mit Ausdehnung nach oben und unten dargestellt. Die Ausdehnung der Pfeilbasis gibt den maximal möglichen Durchfluß an.



Das Bild 4.9 zeigt die *Durchflußmeßstelle Q03*, die sich in der DRL zwischen dem HPW1 und der KA Seehausen befindet. Hier wird der Durchfluß mit Hilfe eines Venturirohres gemessen.

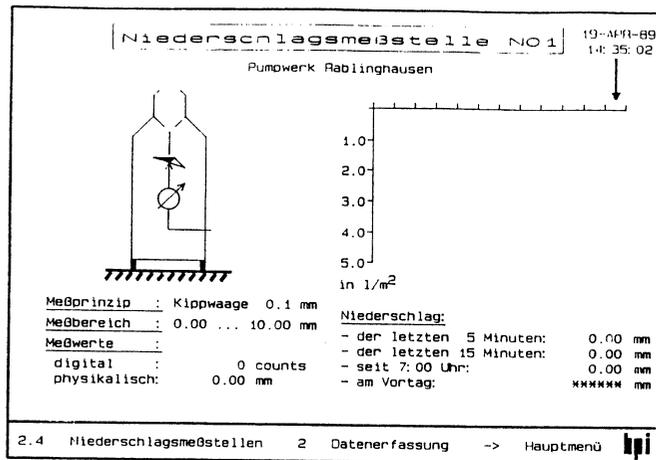


Bild 4.10

In Bild 4.10 ist die *Niederschlagsmeßstelle NO1* am Pumpwerk Rablinghausen abgebildet. Es werden jeweils die Meßwerte der letzten 60 Minuten grafisch als Niederschlagshistogramm aufgelöst in 5-Minuten-Intervallen dargestellt. Das jeweils aktuelle Intervall ist durch einen Pfeil gekennzeichnet. Hier wird die Niederschlagshöhe alle 15 Sekunden aktualisiert.

4.2.3 Prozeßleitbilder: Betriebsüberwachung Pumpwerke

Diese Prozeßleitbilder sollen dem Personal den jeweils aktuellen Betriebszustand, die aktuelle Förderleistung und den Typ der Pumpen aller an die Datenerfassung angeschlossenen Pumpwerke zeigen. Es werden drei Betriebszustände unterschieden:

1. Pumpe läuft (rote Farbe)
2. Pumpe steht (grüne Farbe)
3. Pumpe außer Betrieb (gelbe Farbe)

Durch die symbolhafte Darstellung von Pumpentyp (z.B. Förder-

schnecke) und alphanumerischer Anzeige der aktueller Förderleistung werden dem Personal gegenüber dem bestehenden Pumpenüberwachungssystem zusätzliche Informationen zur Verfügung gestellt.

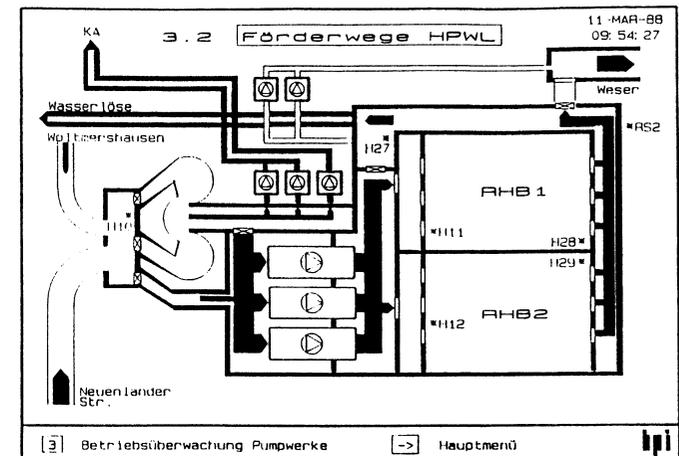


Bild 4.11

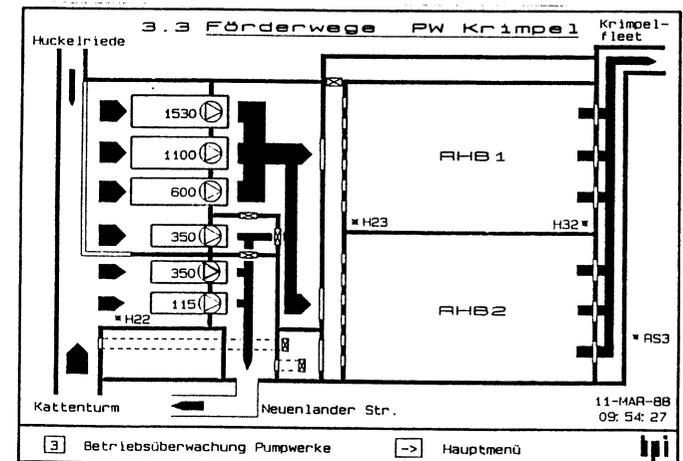


Bild 4.12

Die Prozeßleitbilder *Förderwege HPWL* und *Förderwege PW Krimpel* (Bild 4.11 und 4.12) geben dem Personal einen Überblick über die Stellorgane und daraus abgeleitet die möglichen Förderwege

in den beiden Steuerbauwerken HPWL und PW Krimpel.

Das Bild 4.13 *Betriebszustand der Pumpen* enthält eine Matrix mit der grafischen Darstellung der Betriebszustände und der alphanumerischen Angabe der maximalen sowie der aktuellen Förderleistungen.

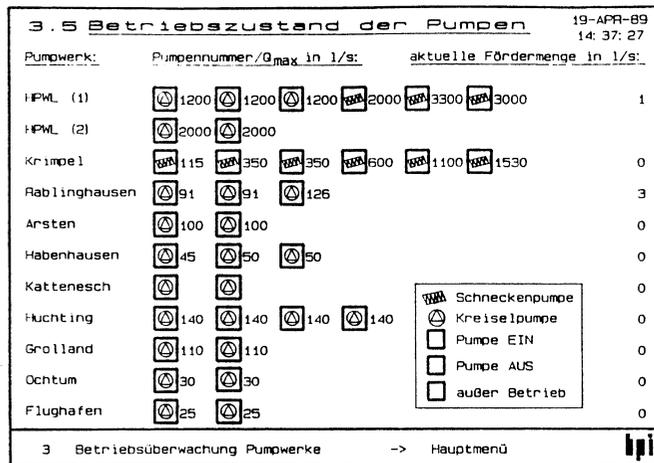


Bild 4.13

4.2.4 Prozeßleitbilder: Abflußsteuerung

Die Prozeßleitbilder zur Unterstützung bei der Abflußsteuerung besitzen eine ähnliche Struktur wie die der Datenerfassung (siehe Abschnitt 4.2). Unterhalb der Bildüberschrift sowie der Datums- und Uhrzeitanzeige befindet sich der Rahmen für die Ausgabe der Steueranweisungen. Am unteren Bildrand ist die Menüleiste mit den Verzweigungsmöglichkeiten angeordnet.

Das Bild 4.14 *Speicherraumbewirtschaftung* soll zum wichtigsten grafischen Hilfsmittel bei der Abflußsteuerung werden. Der Bewirtschaftungsplan (Steuerstrategie) für das Entwässerungssystem ist als Stauraumbewirtschaftung ausgelegt (siehe hierzu Zwischenbericht des IfW), so daß dieses Bild direkt auf den

Bewirtschaftungsplan abgestimmt ist. Im oberen Bildteil wird der Niederschlag an den drei Meßstellen in Histogrammform angezeigt. Darunter sind die vier zu bewirtschaftenden Stauräume maßstabsgetreu dargestellt. Durch dynamische Balkenelemente werden die aktuellen Speicherfüllgrade, die durch Umrechnung aus den gemessenen Wasserständen gewonnen werden, dargestellt. Das Personal wird somit in die Lage versetzt, durch visuellen Flächenvergleich das noch vorhandene Stauraumpotential abzuschätzen. Durch Pfeile, deren Basis der maximalen Förderleistung entspricht, werden die möglichen Abwasserwege im System angedeutet. Die Breite der Pfeilschäfte ändert sich mit der jeweils geförderten aktuellen Abwassermenge. Neben jedem Pfeil wird zusätzlich die Abwassermenge alphanumerisch angezeigt. Die Abwassermengen, die über die Klärüberläufe das System verlassen, werden ebenfalls alphanumerisch ausgegeben. Beim Anspringen eines Überlaufes wird das Personal durch einen blinkenden roten Pfeil darauf aufmerksam gemacht. Innerhalb dieses Prozeßleitbildes sind mehrere Aktionsfelder plaziert, mit deren Hilfe weitere Prozeßleitbilder, die direkt zur Abflußsteuerung gehören (z. B. Detailinformationen über den Niederschlag oder die Unterpumpwerke), abgerufen werden können.

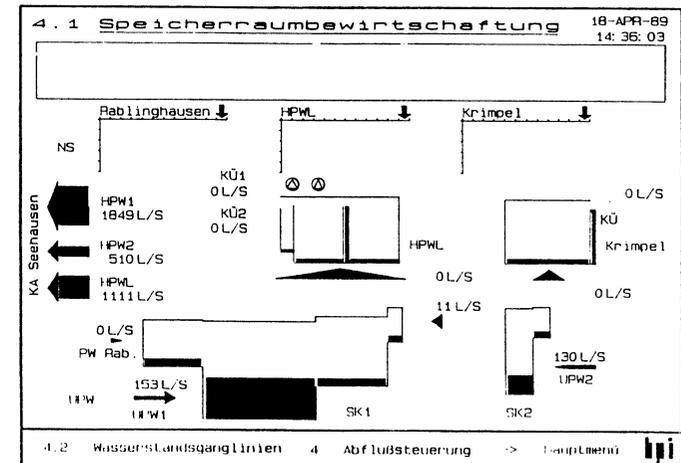


Bild 4.14

Auf dem Bild 4.15 *Wasserstandsganglinien* werden die Ganglinien der Wasserstandsmeßstellen, die zur Überwachung der beiden Kanalstauräume dienen, ausgegeben. Zur Vollständigkeit sind auch die beiden zugehörigen Niederschlagshistogramme dargestellt. Die Gangliniengabe erfolgt kontinuierlich in 15 Sekunden-Intervallen, wobei beim Aufruf des Bildes immer auch die Ganglinie der vergangenen 45 Minuten gezeichnet wird. Ist eine Stunde vollständig dargestellt, wird die gesamte Ganglinie um eine Viertelstunde nach links verschoben und nach rechts kontinuierlich weitergezeichnet.

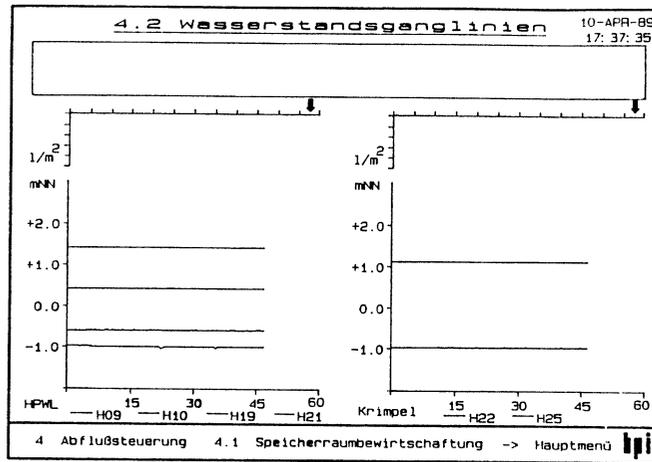


Bild 4.15

Das Bild 4.16 *Niederschlag* enthält die Niederschlagshistogramme in einem größeren Maßstab sowie die Niederschlagshöhe seit Ereignisbeginn. Der Ereignisbeginn wird durch das Expertensystem bestimmt.

In dem Bild 4.17 *Unterpumpwerke* ist die Information über den Schmutzwasserzustrom aus den peripheren Trenngebieten in die beiden Kanalstauräume nach den jeweiligen Pumpwerken aufgeschlüsselt.

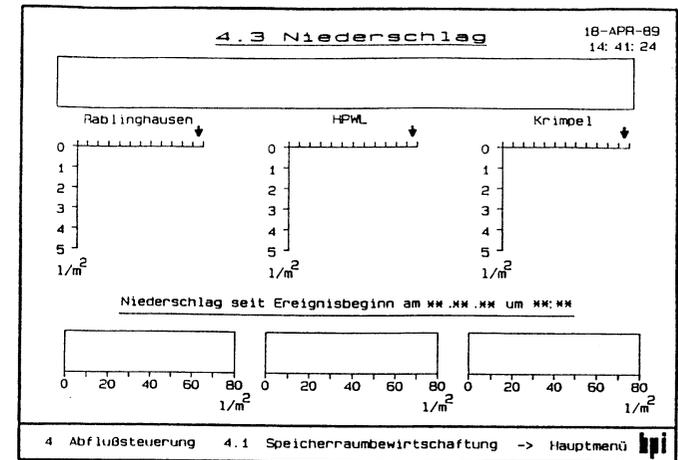


Bild 4.16

Einzugsgebiet HPML	P1	P2	P3	P4		L/S	
S-PW Huchting	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IDM	133	
S-PW Grolland	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				0	
S-PW Ochtrum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				0	
S-PW Flughafen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				20	
S-PW Habenhausen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0	
R-PW Neuenlander Straße	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			K.Ü.	0	
Ü-PW Brinkum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	K.Ü.	0	
Einzugsgebiet PW Krimpe1						UPW1	153
S-PW Kattensch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				0	
S-PW Arsten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				85	
S-PW Werdersee	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			K.Ü.	0	
Ü-PW Brinkum-Nord	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			K.Ü.	0	
Ü-PW Deichkamp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			K.Ü.	0	
						UPW2	85

The interface includes a title bar with '18-APR-89 14: 36: 31' and a footer with '4 Abflußsteuerung 4.1 Speicherraumbewirtschaftung -> Hauptmenü hpi'.

Bild 4.17

4.2.5 Prozeßleitbilder: Simulation

Für diesen Auswahlpunkt wurden bisher keine gesonderten Prozeßleitbilder entwickelt. Bei den z. Z. bestehenden Möglichkeiten zur Simulation von Meßwerten (s. hierzu Abschnitt 4.3) kann auf die vorhandenen Bilder zurückgegriffen werden.

4.3 Simulation von Systemzuständen

Für die Simulation von Niederschlags- und Wasserstandsmeßwerten wurde eine Hardware entwickelt, mit deren Hilfe die meisten analogen Eingangssignale des Prozeßrechners manipuliert werden können. Zur besseren Übersicht ist dieses Gerät mit einem Schaubild des Einzugsgebietes und den darin befindlichen Meßstellen versehen. Das Gerät kann in begrenztem Maß zur Schulung des Personals und zum Test des grafischen Systems benutzt werden. Durch die Definition von bestimmten Systemzuständen könnte auch das Expertensystem getestet werden.

Darüber hinaus wurde zu Demonstrationszwecken ein Programm entwickelt, mit dessen Hilfe historische N-A-Ereignisse, die von der Datenerfassung aufgezeichnet wurden, auf dem Bildschirm dargestellt werden können.

4.4 Steueranweisungen des Expertensystems

Die Steueranweisungen, die durch das Expertensystem auf der Basis des jeweils aktuellen Systemzustandes ermittelt werden, können in die Prozeßleitbilder eingeblendet werden. Da das System als überwachte Steuerung gefahren wird, sind die Steueranweisungen als Empfehlungen aufzufassen, die vom Betriebspersonal erst nach einer Plausibilitätsprüfung umgesetzt werden.

Es können maximal drei Steueranweisungen gleichzeitig am Bildschirm ausgegeben werden. Diese Anzahl wurde unter Abwägung der insgesamt möglichen Steuermöglichkeiten und der angestrebten "Stabilität" der Steueranweisungen festgelegt.

Durch die Überwachung der Stellorgane prüft das System laufend, ob eine Anweisung ausgeführt wurde. Wenn dies der Fall ist, wird die entsprechende Anweisung am Bildschirm gelöscht. Alle Steueranweisungen werden zusammen mit Datum und Uhrzeit in einer Datei abgespeichert.

Eine Steueranweisung setzt sich aus drei Komponenten zusammen:

1. Angabe des Steuerbauwerkes
2. Anweisungsteil
3. Kommentar

In Bild 4.18 ist das Ausgabeformat der Steueranweisungen beispielhaft dargestellt.

Steuerbauwerk	Anweisung	Kommentar
HPWL Krimpel	Förderschnecke I einschalten Sollwert Wasserstand = 3.05 m	Entlastung Weser Befüllung der RÜB

Bild 4.18: Ausgabeformat der Steueranweisungen

5. Ausblick

Das dritte und letzte Forschungsjahr soll nach Übergabe des Systems an das Betriebspersonal der Erfahrungssammlung dienen. Die Betriebserfahrungen sollen dann im Abschlußbericht zusammengestellt werden.

Dazu ist es erforderlich, daß das Expertensystem vor Ort implementiert und zusammen mit dem Prozeßleitsystem getestet wird. Parallel dazu ist ein Instrumentarium zu entwickeln, das es zum einen erlaubt, die Zuverlässigkeit des Steuerungssystems zu prüfen und zum anderen das Betriebspersonal in die Lage versetzt, möglichst schnell das System nutzbringend einzusetzen.

Die Implementierung des Expertensystems wird durch das IfW in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro bpi Hannover vorgenommen. Die Implementierung ist im 1. Halbjahr 1989 vorgesehen.

6. Verzeichnisse

6.1. Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1	ZDAS - Bremen linkes Weserufer - Standort der Meßgeräte
Anlage 2	Auswahlbild: Hauptmenü
Anlage 3	Auswahlbild: Übersicht Entwässerungssystem
Anlage 3.1	Übersichtsbild: Einzugsgebiet Linkes Weserufer
Anlage 3.2	Übersichtsbild: Teileinzugsgebiet Krimpel
Anlage 3.3	Übersichtsbild: Hierarchie der Pumpwerke
Anlage 4	Auswahlbild: Datenerfassung
Anlage 4.1	Auswahlbild: Wasserstandsmeßstellen
Anlage 4.1.1	Prozeßleitbild: Wasserstandsmeßstelle H04
Anlage 4.1.2	Prozeßleitbild: Wasserstandsmeßstelle H10
Anlage 4.1.3	Prozeßleitbild: Wasserstandsmeßstelle H17
Anlage 4.1.4	Prozeßleitbild: Wasserstandsmeßstelle H21
Anlage 4.1.5	Prozeßleitbild: Wasserstandsmeßstelle H22
Anlage 4.1.6	Prozeßleitbild: Wasserstandsmeßstelle H25
Anlage 4.2	Auswahlbild: Durchflußmeßstellen
Anlage 4.2.1	Prozeßleitbild: Durchflußmeßstelle Q02
Anlage 4.2.2	Prozeßleitbild: Durchflußmeßstelle Q03
Anlage 4.2.3	Prozeßleitbild: Durchflußmeßstelle Q04
Anlage 4.3	Auswahlbild: Niederschlagsmeßstellen
Anlage 4.3.1	Prozeßleitbild: Niederschlag
Anlage 4.3.2	Prozeßleitbild: Niederschlagsmeßstelle N01
Anlage 5	Auswahlbild: Betriebsüberwachung der Pumpwerke
Anlage 5.1	Prozeßleitbild: Förderwege HPWL
Anlage 5.2	Prozeßleitbild: Förderwege Krimpel
Anlage 5.3	Prozeßleitbild: Betriebszustand der Pumpen
Anlage 6	Auswahlbild: Abflußsteuerung
Anlage 6.1	Prozeßleitbild: Speicherraumbewirtschaftung
Anlage 6.2	Prozeßleitbild: Wasserstandsganglinien
Anlage 6.3	Prozeßleitbild: Niederschlag
Anlage 6.4	Prozeßleitbild: Unterpumpwerke
Anlage 7	Auswahlbild: Simulation

6.2. Verzeichnis der Abkürzungen

a) Institutionen

ASA	Amt für Stadtentwässerung und Abfallwirtschaft
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
bpi Hannover	Beratende Ingenieure Prof. Dr. Dr. Billib und Partner
DEC	Digital Equipment Corporation
IfW	Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau der Universität Hannover

b) Sonderbauwerke im Entwässerungssystem

DRL	Druckrohrleitung
HPWL	Hauptpumpwerk - Linkes Wserufer
HPW1	Hauptpumpwerk 1
HPW2	Hauptpumpwerk 2
KA	Kläranlage Bremen-Seehausen
KSR	Kanalstauraum
KÜ	Klärüberlauf
NÜ	Notüberlauf
PW	Pumpwerk
RÜ	Regenüberlauf
RÜB	Regenüberlaufbecken

c) Zentrales Datenerfassungs- und Abflußsteuerungssystem

DFÜ	Datenfernübertragung
PR	Prozeßrechner PDP 11/73
ZDS	Zentrales Datenerfassungssystem - Bremen Linkes Weserufer - (bis 1986)
ZDAS	Zentrales Datenerfassungs- und Abflußsteuerungssystem - Bremen Linkes Weserufer - (ab 1987)

Zentrales Datenerfassungs- und Abflußsteuerungssystem

- Z D A S -
Bremen linkes Weserufer

Hauptmenü

- 1 ... Übersicht Entwässerungssystem
- 2 ... Datenerfassung
- 3 ... Betriebsüberwachung Pumpwerke
- 4 ... Abflußsteuerung
- 5 ... Simulation



Zentrales Datenerfassungs- und Abflußsteuerungssystem

- Z D A S -

Bremen linkes Weserufer

1. Übersicht Entwässerungssystem

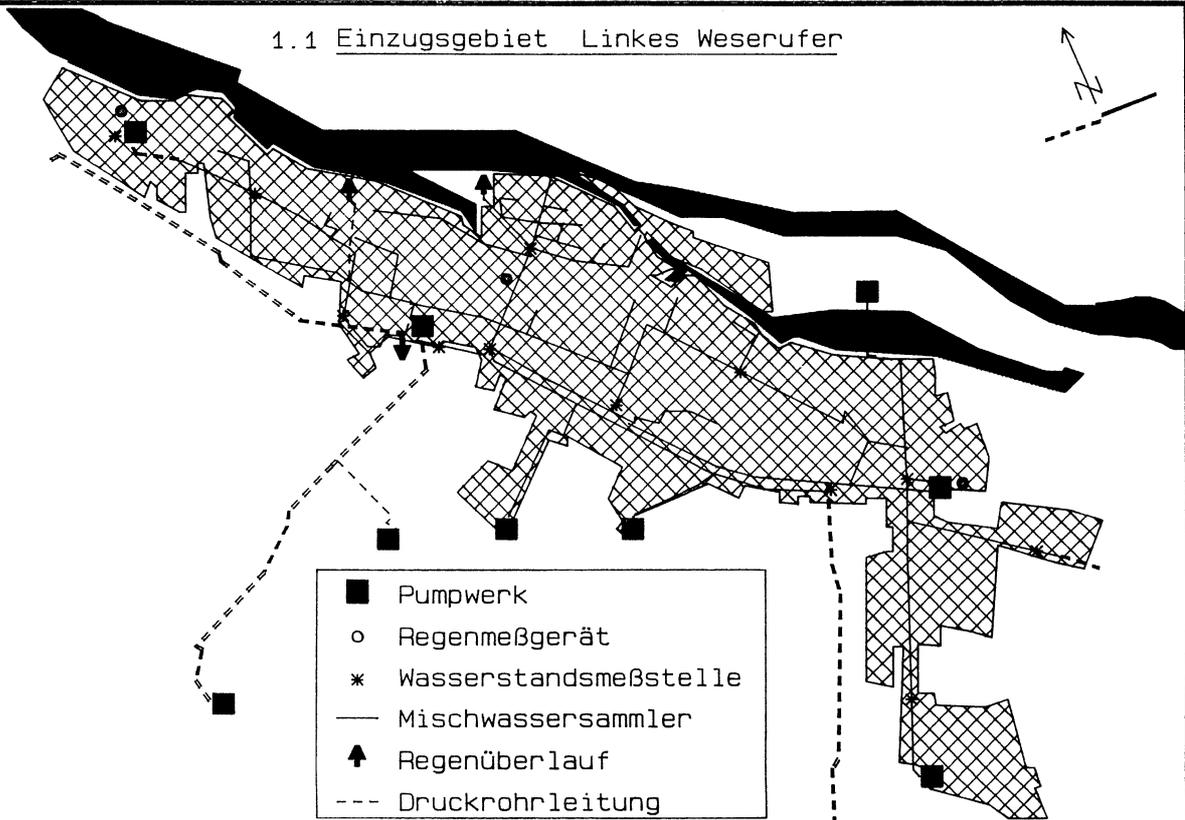
- 1.1 ... Gesamteinzugsgebiet
- 1.2 ... Teileinzugsgebiet HPWL
- 1.3 ... Teileinzugsgebiet Krimpel
- 1.4 ... Teileinzugsgebiet Rablinghausen
- 1.5 ... Hierarchie der Pumpwerke

-> Hauptmenü

Anlage 3



1.1 Einzugsgebiet Linkes Weserufer



Anlage 3.1

1 Übersicht Entwässerungssystem

-> Hauptmenü

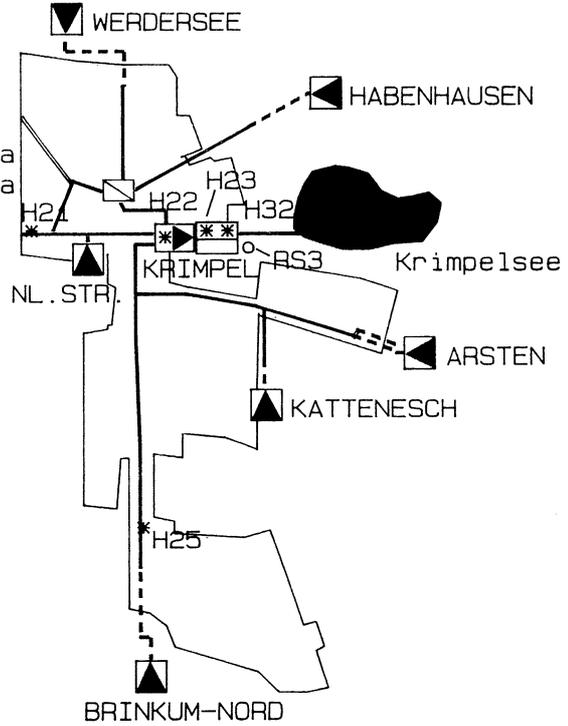


1.3 Teileinzugsgebiet Krimpel

11-MAR-88
16: 03: 50

Hydrologische Daten:

Entwässerte Fläche gesamt/befestigt
 a) Mischentwässerung: 207.85 ha/ 74.13 ha
 b) Trennentwässerung: 0.20 ha/ 0.10 ha
 Anzahl der Haltungen: 843
 Einwohner: 15.800
 Speicherbeckenvolumen: 8.199 m³
 Kanalstauraumvolumen
 bis NN+3.23 m: 6.010 m³



- ▲ Regenwasserpumpwerk
- ▲ Mischwasserpumpwerk
- ▲ Schmutzwasserpumpwerk
- ▲ Überleitungspumpwerk
- * Wasserstandsmeßstelle
- o Regenmesser
- Druckrohrleitung
- Hauptsammler

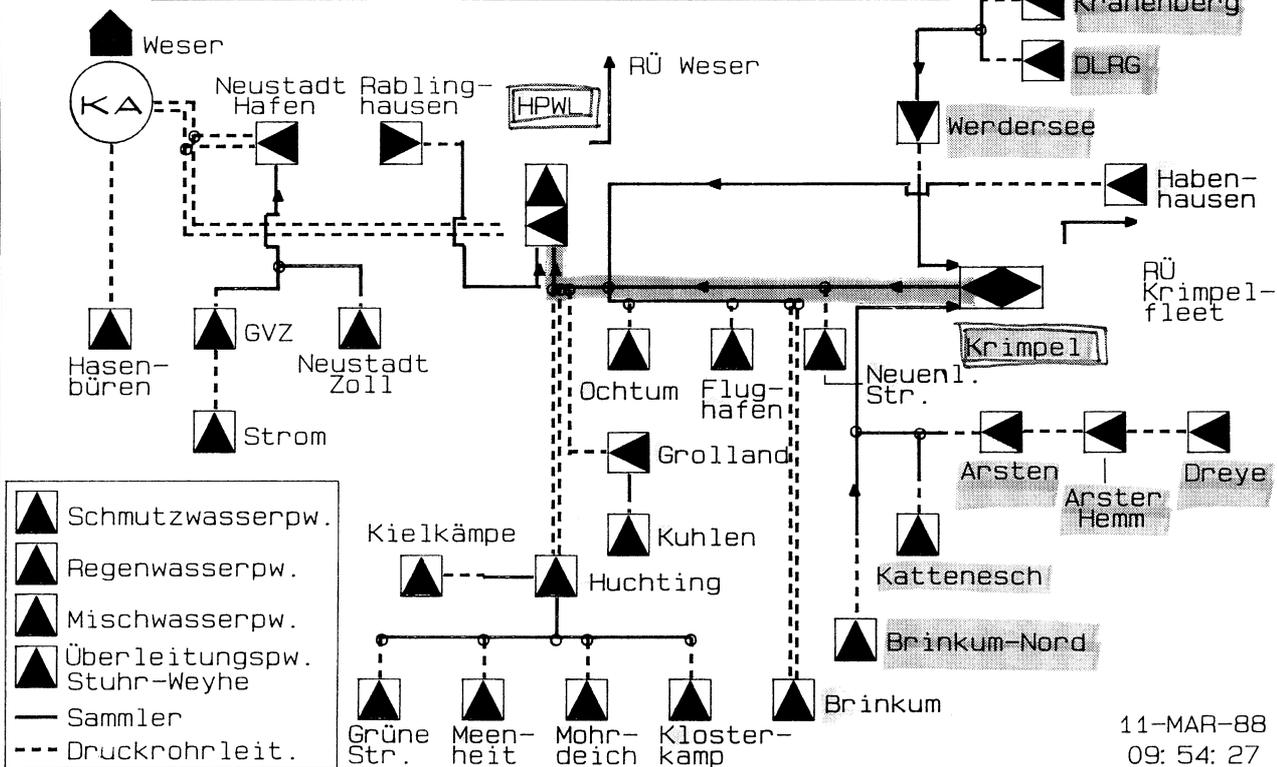
Anlage 3.2

1 Übersicht Entwässerungssystem

-> Hauptmenü



1.5 Hierarchie der Pumpwerke



- ▲ Schmutzwasserpw.
- ▲ Regenwasserpw.
- ▲ Mischwasserpw.
- ▲ Überleitungspw. Stühr-Weyhe
- Sammler
- Druckrohrleit.

11-MAR-88
09: 54: 27

Anlage 3.3

1 Übersicht Entwässerungssystem

-> Hauptmenü



Zentrales Datenerfassungs- und Abflußsteuerungssystem

- Z D A S -

Bremen linkes Weserufer

2. Datenerfassung

- 2.1 ... Übersicht Meßstellen
- 2.2 ... Wasserstandsmeßstellen
- 2.3 ... Durchflußmeßstellen
- 2.4 ... Niederschlagsmeßstellen

-> Hauptmenü



Anlage 4

Zentrales Datenerfassungs- und Abflußsteuerungssystem

- Z D A S -

Bremen linkes Weserufer

2.2 Wasserstandsmeßstellen

<input type="checkbox"/> H04	Pumpenschacht PW Rablinghausen	<input type="checkbox"/> H11	RÜB 1 HPWL
<input type="checkbox"/> H09	Sammler Hempenweg	<input type="checkbox"/> H12	RÜB 2 HPWL
<input type="checkbox"/> H10	Einlaufbauwerk HPWL	<input type="checkbox"/> H27	Klärüberlauf Wasserlöse
<input type="checkbox"/> H15	Sammler und RÜ Hohentorsplatz	<input type="checkbox"/> H28	Klärüberlauf RÜB 1 HPWL
<input type="checkbox"/> H17	Sammler Hohentorsheerstraße	<input type="checkbox"/> H29	Klärüberlauf RÜB 2 HPWL
<input type="checkbox"/> H19	Sammler Neuenlander/Meyerstr.	<input type="checkbox"/> H23	RÜB 1 und 2 PW Krimpel
<input type="checkbox"/> H21	Sammler Neuenl./Lärmschutz	<input type="checkbox"/> H32	Klärüberlauf RÜB's PW Krimpel
<input type="checkbox"/> H22	Pumpenschacht PW Krimpel	<input type="checkbox"/> H35	Pumpenschacht PW Huchting
<input type="checkbox"/> H25	Kattenturmer Heerstraße	<input type="checkbox"/> H40	Weser/Ladestraße

2 Datenerfassung

-> Hauptmenü



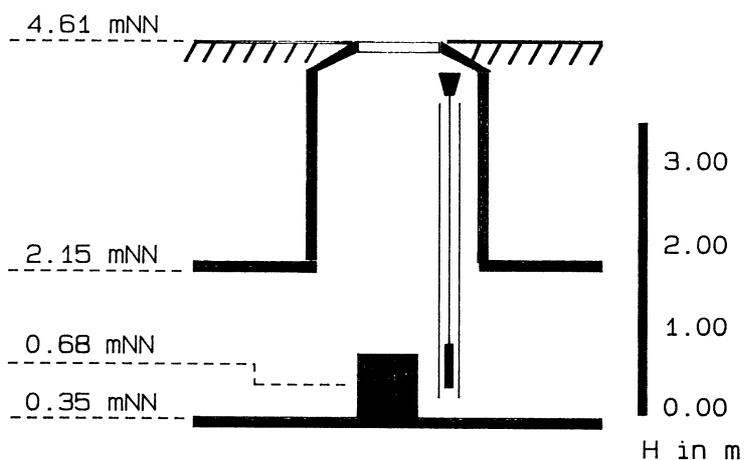
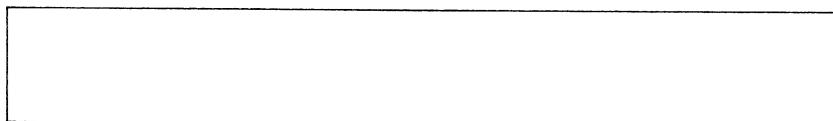
Anlage 4.1

Wasserstandsmeßstelle H17

Hohentorsheerstraße

19-APR-89

14: 13: 02



Meßstellenparameter:

VEGA Druckaufnehmer
Meßbereich: 0.0 ... 3.0 m
Abstand
Sonde - Sohle: 0.33 m

Meßwerte:

analog : 2.90 mA
digital: 571 counts

Wasserstand:

H = 0.77 m
= 1.12 mNN

2.2 Wasserstands-Meßstellen 2 Datenerfassung -> Hauptmenü



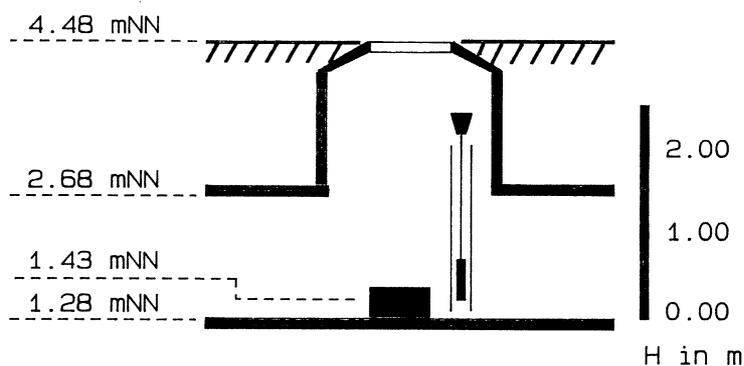
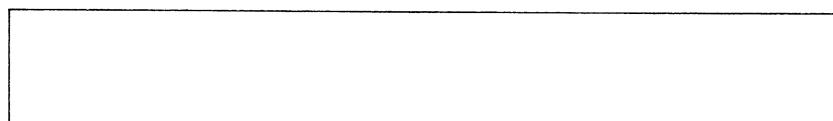
Anlage 4.1.3

Wasserstandsmeßstelle H21

Neuenlander Str./Lärmschutzwand

19-APR-89

14: 25: 52



Meßstellenparameter:

VEGA Druckaufnehmer
Meßbereich: 0.0 ... 2.0 m
Abstand
Sonde - Sohle: 0.15 m

Meßwerte:

analog : 1.84 mA
digital: 363 counts

Wasserstand:

H = 0.33 m
= 1.61 mNN

2.2 Wasserstands-Meßstellen 2 Datenerfassung -> Hauptmenü



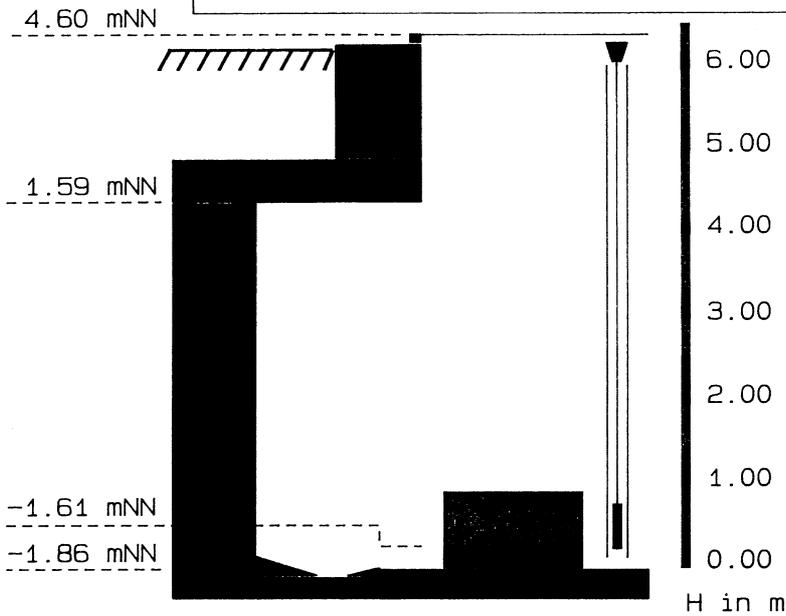
Anlage 4.1.4

Wasserstandsmeßstelle H22

19-APR-89

Pumpensumpf PW Krimpel

14: 26: 32



Meßstellenparameter:

VEGA Druckaufnehmer
Meßbereich: 0.0 ... 6.0 m
Abstand
Sonde - Sohle: 0.25 m

Meßwerte:

analog : 3.27 mA
digital: 643 counts

Wasserstand:

H = 0.90 m
= -0.96 mNN

2.2 Wasserstands-Meßstellen 2 Datenerfassung -> Hauptmenü



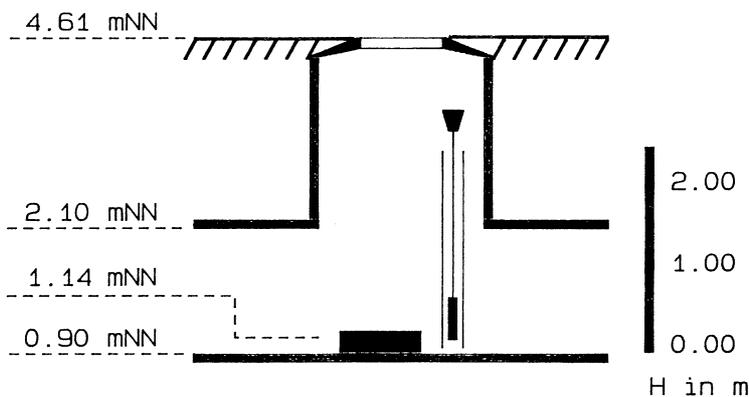
Anlage 4.1.5

Wasserstandsmeßstelle H25

19-APR-89

Kattenturmer Heerstraße

14: 27: 08



Meßstellenparameter:

VEGA Druckaufnehmer
Meßbereich: 0.0 ... 2.0 m
Abstand
Sonde - Sohle: 0.24 m

Meßwerte:

analog : 0.02 mA
digital: 3 counts

Wasserstand:

H = 0.24 m
= 1.14 mNN

2.2 Wasserstands-Meßstellen 2 Datenerfassung -> Hauptmenü



Anlage 4.1.6

Zentrales Datenerfassungs- und Abflußsteuerungssystem

- Z D A S -

Bremen linkes Weserufer

2.3 Durchflußmeßstellen

- Q01 Druckrohrleitung 1 HPWL
- Q02 Druckrohrleitung 2 HPWL
- Q03 Druckrohrleitung HPW 1
- Q04 Druckrohrleitung HPW 2

- Q05 Druckrohrleitung PW Huchting
- Q06 Klärüberlauf KA Seehausen

2 Datenerfassung

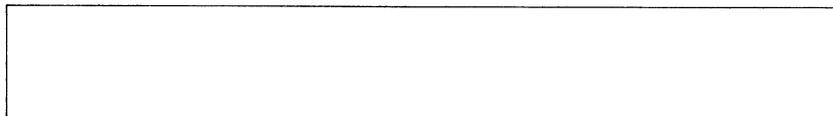
-> Hauptmenü



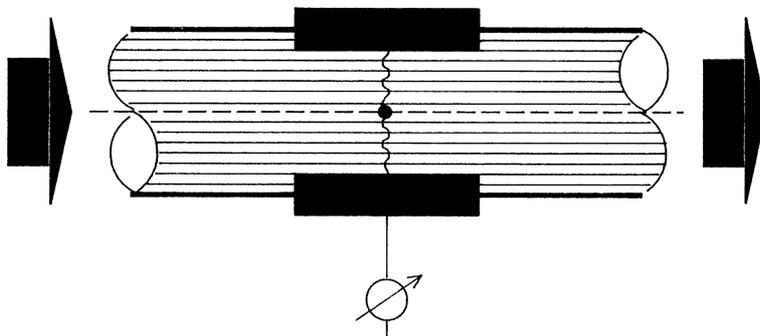
Anlage 4.2

Durchflußmeßstelle Q02

18-APR-89
15: 59: 47



Druckrohrleitung 2 HPWL → KA



Meßstellenparameter:

IDM
Meßbereich: 0..1250 l/s

Meßwerte:

analog : 12.45 mA
digital: 2451 counts

Durchfluß:

Q = 809 l/s

2.3 Durchflußmeßstellen

2

Datenerfassung

->

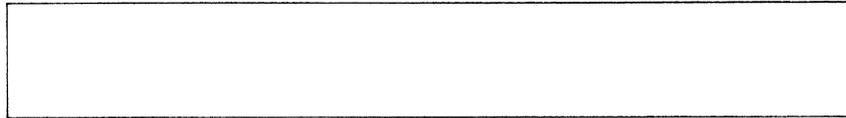
Hauptmenü



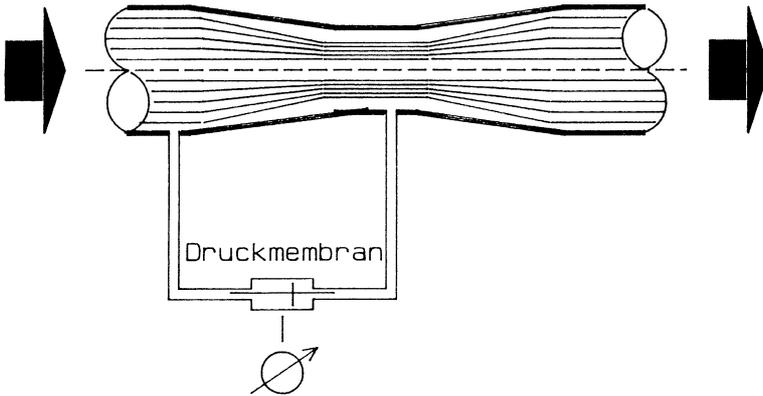
Anlage 4.2.1

Durchflußmeßstelle Q03

18-APR-89
16: 00: 35



Druckrohrleitung HPW1 → KA



Meßstellenparameter:

Venturirohr
Meßbereich: 0...3200 l/s

Meßwerte:

analog : 11.03 mA
digital: 2171 counts

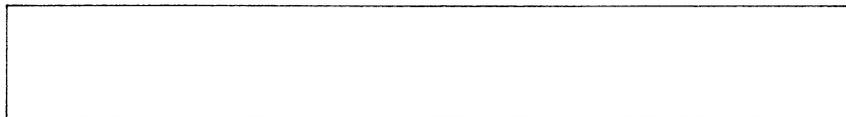
Durchfluß:

Q = 1765 l/s

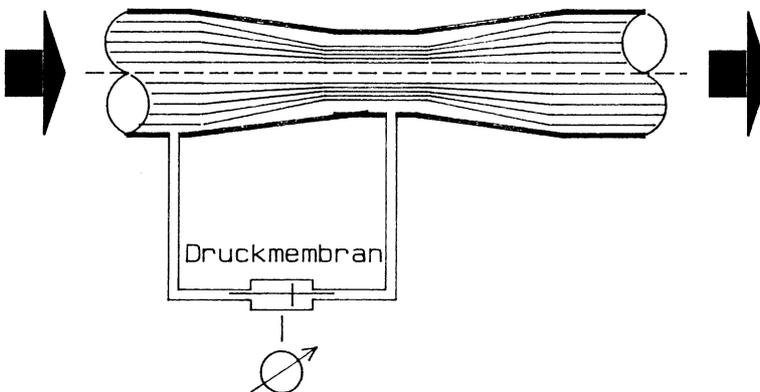


Durchflußmeßstelle Q04

19-APR-89
14: 32: 58



Druckrohrleitung HPW2 → KA



Meßstellenparameter:

Venturirohr
Meßbereich: 0...1200 l/s

Meßwerte:

analog : 8.67 mA
digital: 1707 counts

Durchfluß:

Q = 520 l/s



Zentrales Datenerfassungs- und Abflußsteuerungssystem

- Z D A S -

Bremen linkes Weserufer

Niederschlagsmeßstellen

GES Meßstellen gesamt

N01 Rablinghausen

N02 HPWL

N03 Krimpel

2 Datenerfassung

-> Hauptmenü

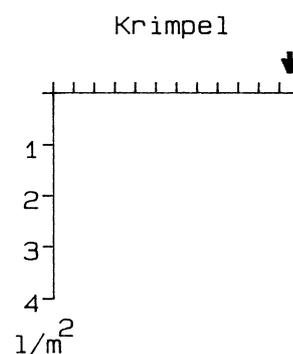
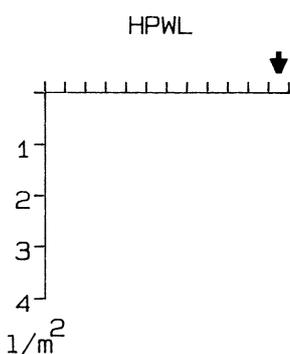
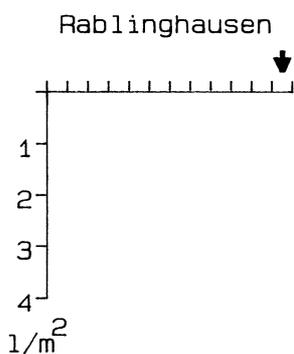


Anlage 4.3

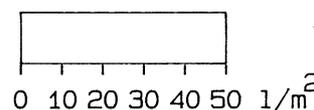
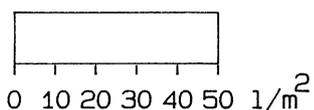
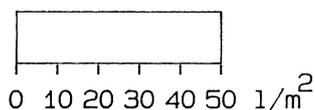
Niederschlag

19-APR-89

14: 34: 30



Niederschlag seit Ereignisbeginn um **: **: :



Niederschlag am Vortag:

**** 1/m² = mm

**** 1/m²

**** 1/m²

2 Datenerfassung

-> Hauptmenü

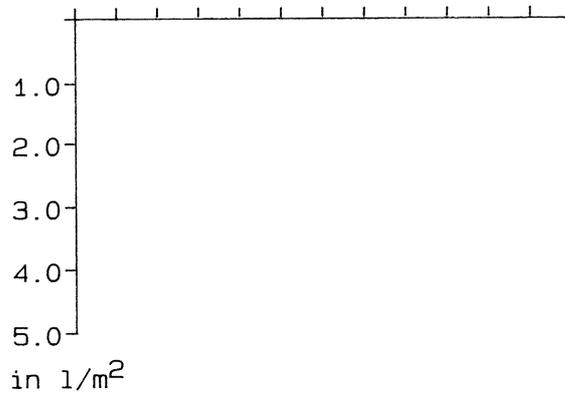
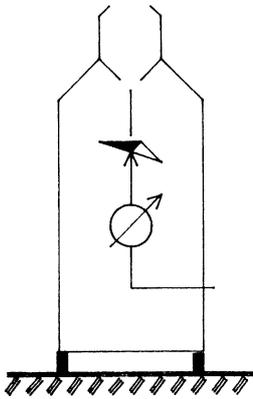


Anlage 4.3.1

Niederschlagsmeßstelle NO 1

19-APR-89
14: 35: 02

Pumpwerk Rablinghausen



Meßprinzip : Kippwaage 0.1 mm
Meßbereich : 0.00 ... 10.00 mm
Meßwerte :
digital : 0 counts
physikalisch: 0.00 mm

Niederschlag:

- der letzten 5 Minuten: 0.00 mm
- der letzten 15 Minuten: 0.00 mm
- seit 7:00 Uhr: 0.00 mm
- am Vortag: ***** mm

2.4 Niederschlagsmeßstellen 2 Datenerfassung -> Hauptmenü



Anlage 4.3.2

Zentrales Datenerfassungs- und Abflußsteuerungssystem

- Z D A S -

Bremen linkes Weserufer

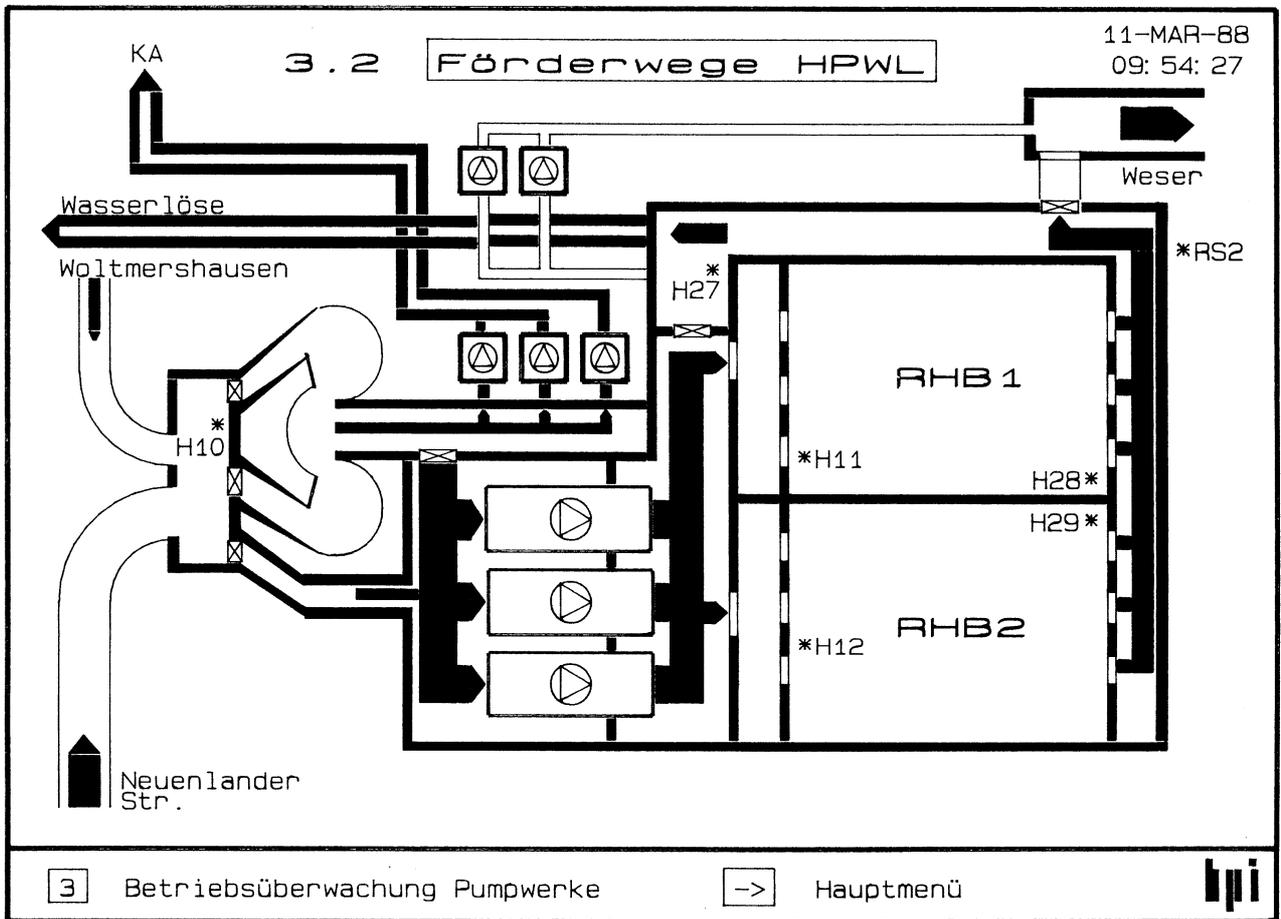
3. Betriebsüberwachung der Pumpwerke

- 3.1 ... Hierarchie der Pumpwerke
- 3.2 ... Förderwege HPWL
- 3.3 ... Förderwege Krimpel
- 3.4 ... Pumpwerke und Förderleistung
- 3.5 ... Betriebszustand Pumpwerke

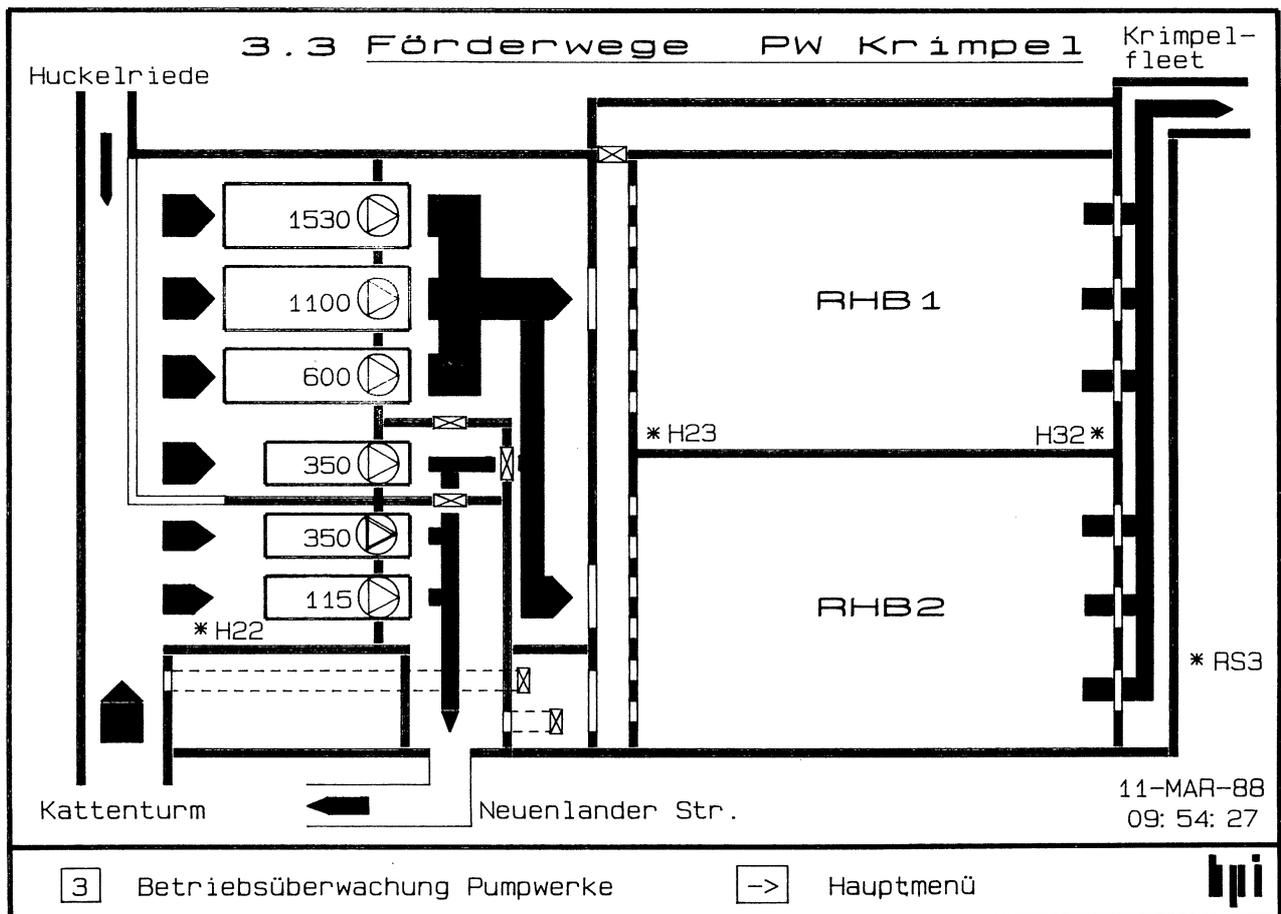
-> Hauptmenü



Anlage 5



Anlage 5.1



Anlage 5.2

3.5 Betriebszustand der Pumpen

19-APR-89

14:37:27

Pumpwerk:	Pumpennummer/Q _{max} in l/s:	aktuelle Fördermenge in l/s:
HPWL (1)	1200 1200 1200 2000 3300 3000	1
HPWL (2)	2000 2000 (in die Weser)	
Krimpel	115 350 350 600 1100 1530	0
Rabblinghausen	91 91 126	3
Arsten	100 100	0
Habenhausen	45 50 50	0
Kattenesch		0
Huchting	140 140 140 140	0
Grolland	110 110	0
Ochtum	30 30	0
Flughafen	25 25	0

	Schneckenpumpe
	Kreiselpumpe
	Pumpe EIN
	Pumpe AUS
	außer Betrieb

3 Betriebsüberwachung Pumpwerke

-> Hauptmenü



Anlage 5.3

Zentrales Datenerfassungs- und Abflußsteuerungssystem

- Z D A S -

Bremen linkes Weserufer

4. Abflußsteuerung

- 4.1 ... Speicherraumbewirtschaftung
- 4.2 ... Wasserstandsganglinien
- 4.3 ... Niederschlag
- 4.4 ... Unterpumpwerke

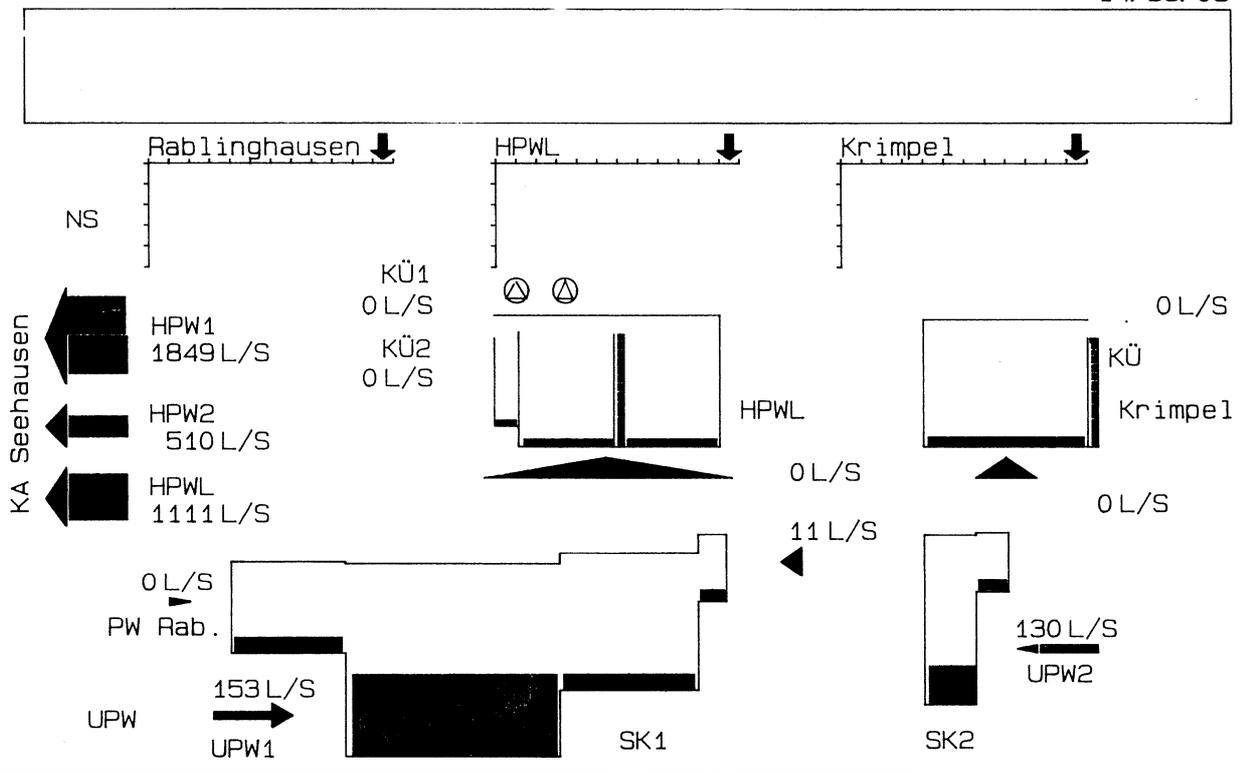
-> Hauptmenü



Anlage 6

4.1 Speicherraumbewirtschaftung

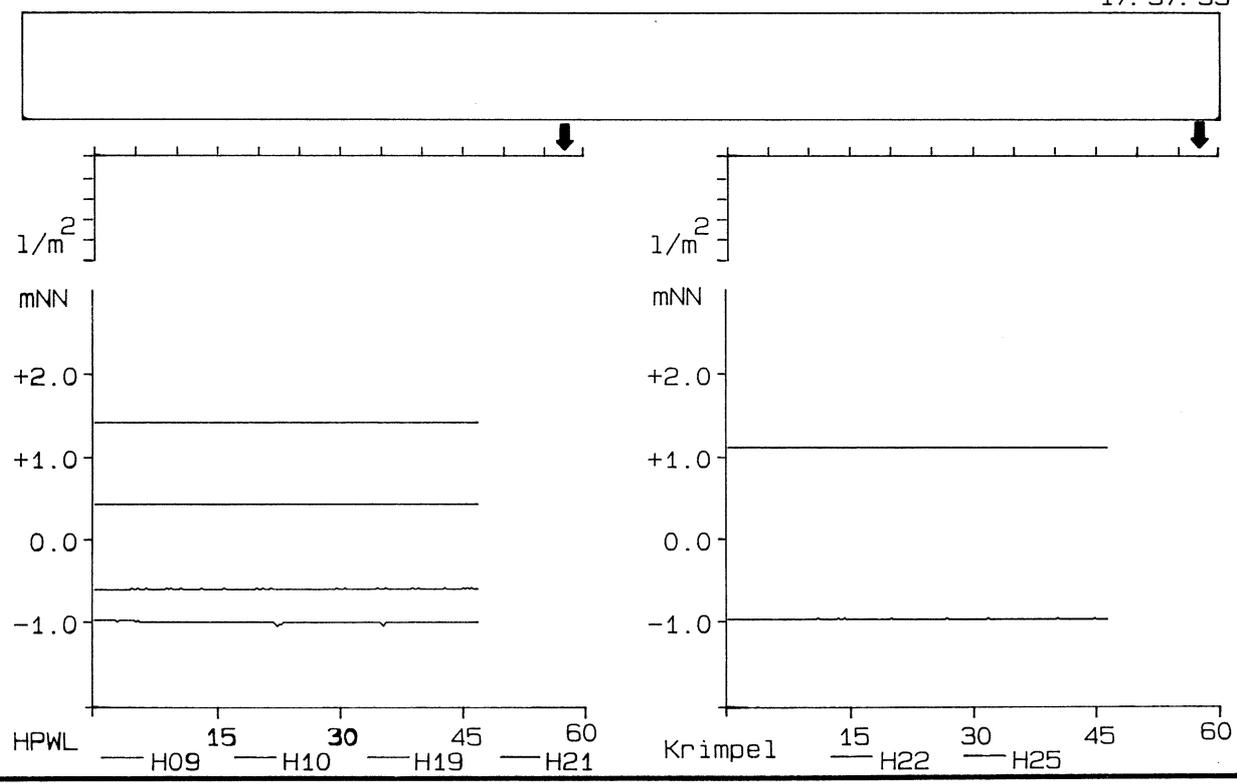
18-APR-89
14:36:03



Anlage 6.1

4.2 Wasserstandsganglinien

10-APR-89
17:37:35

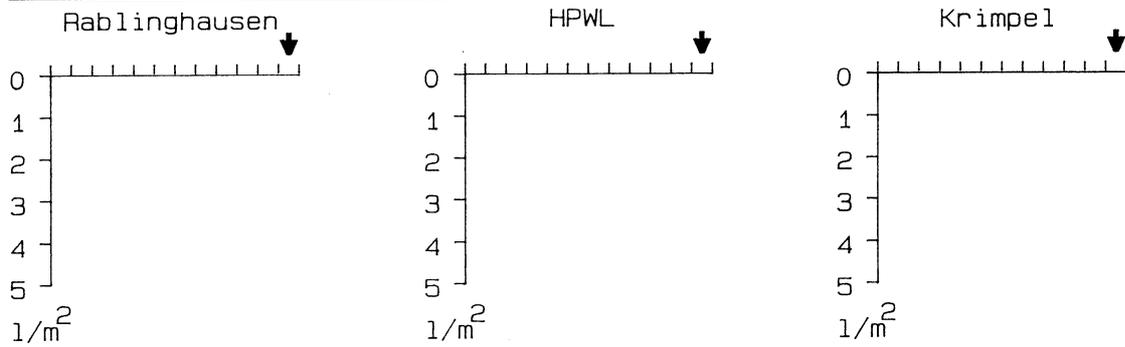


Anlage 6.2

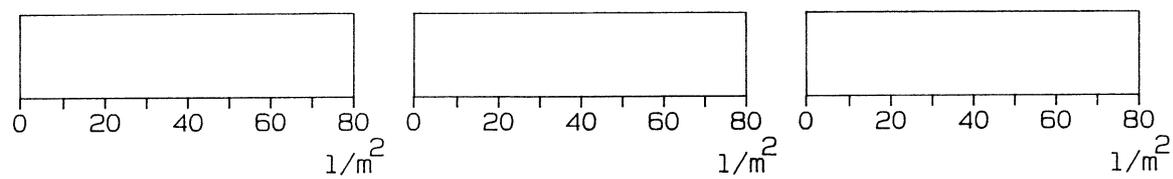
4.3 Niederschlag

18-APR-89

14: 41: 24



Niederschlag seit Ereignisbeginn am **.**.** um **:**:

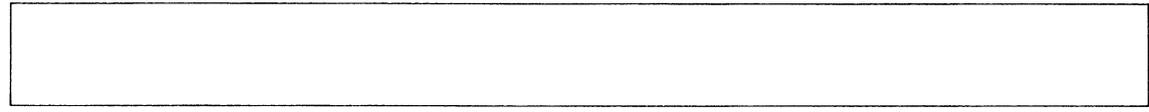


Anlage 6.3

4.4 Unterpumpwerke (UPW)

18-APR-89

14: 36: 31



Einzugsgebiet HPWL	P1	P2	P3	P4		L/S	
S-PW Huchting	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IDM	133	
S-PW Grolland	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				0	
S-PW Ochtum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				0	
S-PW Flughafen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				20	
S-PW Habenhausen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0	
R-PW Neuenlander Straße	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			K.Ü.	0	
Ü-PW Brinkum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	K.Ü.	0	
<u>Einzugsgebiet PW Krimpel</u>						UPW1	153
S-PW Kattenesch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				0	
S-PW Arsten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				85	
S-PW Werdersee	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			K.Ü.	0	
Ü-PW Brinkum-Nord	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			K.Ü.	0	
Ü-PW Deichkamp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			K.Ü.	0	
						UPW2	85

Anlage 6.4

Zentrales Datenerfassungs- und Abflußsteuerungssystem

- Z D A S -

Bremen linkes Weserufer

5. SIMULATION

5.1 ... Niederschlag-Abfluß-Modell

5.2 ... Manipulation der analogen Meßwerte

Zur Zeit ist noch k e i n e Simulation möglich,
Verzweigungen zu den aufgeführten Bildern sind geplant.

Hauptmenü

