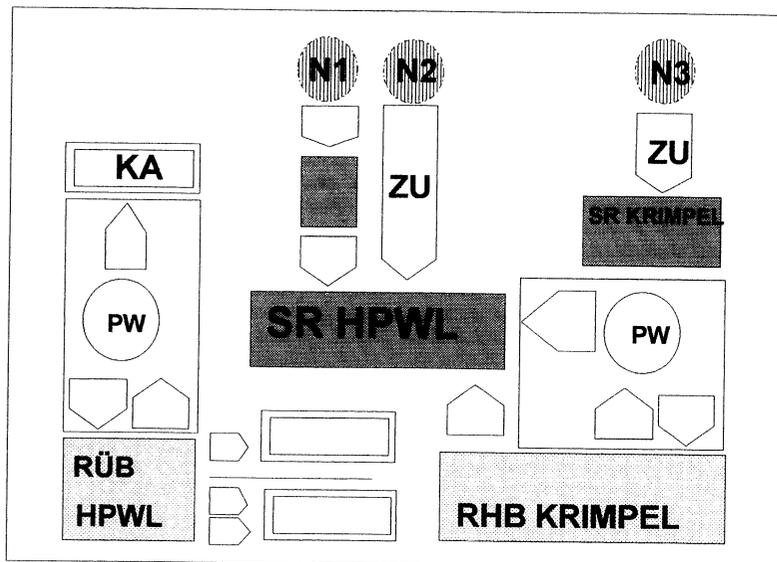


Überarbeitung des Steuerungskonzepts in Bremen-Links-der-Weser

Projektbearbeiter : Dr.-Ing. A. Khelil
Projektleiter : Prof. Dr.-Ing. F. Sieker



INSTITUT FÜR WASSERWIRTSCHAFT UNIVERSITÄT HANNOVER

ÜBERARBEITUNG DES STEUERUNGSKONZEPTS IN BREMEN-LINKS-DER-WESER

ABSCHLUßBERICHT

Hannover, im September 1992

Sachbearbeiter

(Dr.-Ing. A. Khelil)

Projektleiter

(Prof.Dr.-Ing. S. Sieker)

An der Durchführung dieses Vorhabens waren folgende Personen beteiligt:

Projektleiter	Prof. Dr.-Ing. F. Sieker
Sachbearbeiter	Dr.-Ing. A. Khelil

Herr Khelil war bis 31.07.1992 am Institut für Wasserwirtschaft der Universität Hannover beschäftigt. Seit 01.08.1992 ist er in der Firma ifs (Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH) in Hannover tätig.

**ÜBERARBEITUNG DES STEUERUNGSKONZEPTS
IM ENTWÄSSERUNGSKANAL 'BREMEN-LINKS-DER-WESER'**

Andere Beteiligte

Herr Albrecht	vom ASA Bremen (Bremer Entsorgungsbetriebe)
Herr Broll-Bickhardt	vom ASA Bremen (Bremer Entsorgungsbetriebe)
Herr Löbert	vom ASA Bremen (Bremer Entsorgungsbetriebe)

Vorwort

Ziel des Vorhabens ist die Überarbeitung des Steuerungskonzepts in einem implementierten Expertensystem zur Unterstützung des Operateurs im on-line Betrieb des Entwässerungssystems¹ "Bremen-links-der-Weser".

Die Untersuchung beinhaltet folgende Schritte:

- die Entwicklung und Erläuterung des überprüften Steuerungskonzepts
- die Implementierung auf dem Rechner (PDP11) in der Zentrale HPWL (Datei- und Programmänderungen)

1. Überprüfung/Entwicklung des Steuerungskonzepts

Die Kriterien zur Bewertung einer Steuerungsstrategie müssen zunächst festgelegt werden.

Im zweiten Schritt soll der Zusammenhang zwischen Steuerungszielen und konkreten Steuerungseingriffen im Kanal (=Entscheidungen) geklärt werden. Diese Aufgabe setzt ein sicheres Verständnis der Vorgänge auf der Geländeoberfläche und im Kanal während eines Niederschlagsereignisses voraus; Auswirkungen der physikalischen Gesetzmäßigkeiten und Randbedingungen², denen die Steuerung unterliegt, müssen geprüft werden.

Aus der Kenntnis des Systemverhaltens ergibt sich die Auswahl der relevanten Zustandsdaten, die in die Bestimmung der Steuerungsstrategie einbezogen werden.

Das Steuerungskonzept steht vollständig fest, nachdem die Steuerungsprinzipien erläutert werden, auf denen die implementierten Steuerungsregeln beruhen.

Bei der Bearbeitung werden die praktische Erfahrung des Betriebspersonals im **ASA Bremen** (Amt für Stadtentwässerung und Abfallwirtschaft) und die Erkenntnisse aus dem BMFT-Projekts 02-WA86470 (Teil A und B) gleichermaßen verwendet.

2. Implementierung des überarbeiteten Steuerungskonzepts

Das Festschreiben des Steuerungskonzepts erfolgt in ASCII-Dateien, deren Information in einer bestimmten Art und Weise durch FORTRAN-Programme gelesen und verarbeitet wird.

¹ Unter dem Begriff Steuerungsstrategie wird die Menge aller Entscheidungen über den Betrieb der im Kanal vorhandenen Steuerungsorgane (z.B. Pumpen, Schnecken, Schieber) innerhalb eines Zeitraums verstanden

² Als Randbedingungen für die Steuerung kann man folgende Daten nennen: maximale Förder- bzw. Speicherkapazitäten an den kritischen Stellen des Kanals, geschätzte mittlere Fließzeiten, Belastbarkeit des Vorfluters...

Die allgemeine Struktur der Programme und die detaillierte Struktur der ASCII-Datei müssen dem Fachmann (verantwortlich für den on-line Betrieb) bekannt sein, damit er jederzeit ein Steuerungskonzept prüfen bzw. ändern kann.

Ein detailliertes Wissen über die FORTRAN-Quell-Texte der Programme ist nicht notwendig, weil die programmierten Algorithmen weitgehend von dem jeweiligen Steuerungskonzept unabhängig sind. Es kann jedoch zu Programmänderungen kommen, wenn der Umfang der für die Steuerung relevanten Zustandsdaten erweitert wird (automatisches Lesen des Kanalzustands und Eintragen in die Faktenbasis).

Wichtig ist demgegenüber, daß der Anwender jederzeit folgende ASCII-Dateien modifizieren kann: die Kanalnetzparameterdatei, die Kodierungsdatei, die Produktionsdatei, die Empfehlungsdatei. Darüberhinaus muß er die Struktur der binären Datei 'M5STEU.DXT' kennen bzw. deren detaillierte Beschreibung jederzeit prüfen können.

Der vorliegende Bericht soll ausreichendes Datenmaterial zur Bearbeitung aller oben erwähnten Punkten liefern. Folgende Personen sind daran beteiligt:

Herr Albrecht,	ASA Bremen
Herr Broll-Bickhardt,	ASA Bremen
Herr Dr.Khelil,	IW Hannover
Herr Löbert,	ASA Bremen

INHALTSVERZEICHNIS

TEIL A

ÜBERARBEITUNG DES STEUERUNGSKONZEPTS

1. Ziele und Randbedingungen der Kanalnetzsteuerung
2. Beschreibung des zu steuernden Entwässerungssystems
 - 2.1 Einzugsgebiet 'Bremen-links-der-Weser'
 - 2.2 Entwässerungskanal 'Bremen-links-der-Weser'
3. Auswahl der relevanten Meßdaten
 - 3.1 Auswahlprinzipien
 - 3.2 Liste der relevanten Meßdaten
 - 3.2.1 Regeninformation
 - 3.2.2 Speicherauslastung
 - 3.2.3 Durchflußmengen
 - 3.2.4 Gütedaten
4. Beschreibung des Steuerungskonzepts
 - 4.1 Unterscheidung der Betriebsarten
 - 4.2 Regenwetterbetrieb, Prinzip der gestaffelten Antwort
 - 4.3 Formulierung der Empfehlungen
 - 4.3.1 Allgemeine Anforderungen
 - 4.3.2 Liste der Empfehlungen
 - 4.4 Klassifikation der Systemzustände
 - 4.4.1 Methodik der Typisierung
 - 4.4.2 Anwendung der Methodik in HPWL
 - 4.4.3 Anwendung der Methodik in Krimpel

INHALTSVERZEICHNIS

TEIL B

IMPLEMENTIERUNG DES STEUERUNGSKONZEPTES

1. Organisation der Daten und der Verarbeitung
 - 1.1 Struktur eines Expertensystems
 - 1.2 Datenfluß im Entscheidungsprozeß in Bremen-links-der-Weser
 - 1.2.1 Aktualisierung der Zustandsdatei
 - 1.2.2 Aktivierung der Steuerungsregeln
 - 1.2.3 Auswahl und Herausgabe der Empfehlungen
 - 1.3 Vorgehensweise zur Modifizierung des implementierten Steuerungskonzeptes
2. Überarbeitung der Faktenbasis
 - 2.1 Einführung
 - 2.2 Liste und Bezeichnung der Variablen und Prädikate
3. Überarbeitung der Regelbasis

LISTE DER ABBILDUNGEN

- Abb. 1: Die Einzugsgebiete in Bremen-links-der-Weser
Abb. 2: Darstellung der Abflußbildung
Abb. 3: Darstellung der Abflußkonzentration
Abb. 4a-4d: Beschreibung des Entwässerungskanals
Abb. 5: Darstellung des Entwässerungssystems für die Simulation mit HYSTEM-EXTRAN
Abb. 6: Darstellung der Meßnetzes
Abb. 7: Organisation der Daten in einem Expertensystem
Abb. 8: Datenfluß im automatischen Entscheidungsprozeß in Bremen

LISTE DER TABELLEN

- Tab. 1: Liste der Gütedaten und ihre Grenzwerte

LISTE DER ANLAGEN

- Anlage 1: Beschreibung des Entwässerungssystems und des Meßdatenerfassungssystems
Anlage 2: Modellbeschreibung des Entwässerungssystems
Anlage 3: Vergleich von Ganglinien aus den Pegeln H22 und H25
Anlage 4: Bausteine des Expertensystems
Anlage 5: Beschreibung der Zustandsdatei 'M5STEU.DXT'

LISTE DER ABKÜRZUNGEN

- A_d** : Durchlässige Fläche des Einzugsgebiets (ha)
A_u : Undurchlässige Fläche des Einzugsgebiets (ha)
BSB : Biochemischer Sauerstoffbedarf (mg/l)
EGL : Einheitsganglinie (in hydrologischen Konzeptmodellen)
EZ : Einzugsgebiet
GW : Grenzwert bzw. Alarmschwelle (2 Schwellwerte)
H : Wasserstand (mNN bzw. m über Sohle)
HPWL : Hauptpumpwerk-links-der-Weser
KA : Kläranlage
Mv : Muldenverluste (mm); Standardwert=1,8mm
n : Anzahl der Speicher im hydrologischen Konzeptmodell der Speicherkaskade von Nash (-)
OGW : Obererer Grenzwert (2 Schwellwerte)
OG : Obere Grenze
P : Pumpe
PS : Pumpenschnecke
PW : Pumpwerk
Q : Durchfluß
RHB : Regenrückhaltebecken
RÜB : Regenüberlaufbecken
RWB : Regenwetterbetrieb
Sb : Schieber
SR : Stauraum
t_L : Schwerpunktlaufzeit der Zuflußwelle in min
TWB : Trockenwetterbetrieb
UGW : Unterer Grenzwert (2 Schwellwerte)
UEG : Untere Explosionsgefahr
UG : Untere Grenze
Vb : Benetzungsverluste (mm); Standardwert=0,7mm
VKB : Vorklärbecken
W : Wehr
XPS : Expertensystem

Zu den wichtigsten Größen, die für die Entwicklung und Bewertung einer Steuerungsstrategie in einem Entwässerungssystem in Betracht gezogen werden, zählen folgende:

- Menge bzw. Häufigkeit von Einstau bzw. Überstau im Kanal
- Menge bzw. Häufigkeit von Entlastungen ungereinigten Mischwassers in den Vorfluter
- Betriebskosten
- allgemeine Sicherheitsvorkehrungen

- **Einstau** liegt vor, wenn die Wasserstandshöhe an einem Schacht die Scheitelhöhe einer der angeschlossenen Haltungen überschreitet. Dies führt zu einer sprunghaften Erhöhung des Einflusses der Druckhöhe und der Reibung in der Kraftbilanzierung, sodaß folgende negativen Auswirkungen auf die Fließvorgänge zu erwarten sind:

- der Durchfluß kann an der Stelle plötzlich so behindert werden, daß unerwünschte Durchfluß- bzw. Wasserstandsschwankungen auftreten
- die Kanalisation muß zeitweilig einen starken Druck aufnehmen, was zu Schäden führen kann.

- **Überstau** liegt vor, wenn der Wasserstand in einem Schacht das Straßenniveau erreicht hat und eine Überflutung droht. Die Schäden, die dadurch entstehen, können im Stadtzentrum eine beträchtliche Höhe annehmen.

- **Entlastungen** in den bzw. die Vorfluter werden an den entsprechenden Entlastungsstellen vorgenommen, sobald Einstau bzw. Überstau droht. Eine Mischwasserentlastung kann schon bei geringen Entlastungsmengen einen beachtlichen Schaden für die Umwelt bedeuten. Bei hoch belasteten Gewässern kann während der Sommerzeit der Sauerstoffgehalt so tief sinken, daß eine kleine Zufuhrmenge von Mischwasser das Gewässer umkippen läßt (Fauna und Flora sterben massenweise ab). In Bremen-links-der-Weser gibt es in Zukunft nur zwei Entlastungsmöglichkeiten:

1. Entlastung in die Weser aus dem RÜB HPWL und/oder aus dem VKB der Kläranlage
2. Entlastung in die Wasserlöse aus dem RÜB HPWL (sehr sensibel); die Verantwortlichen müssen im Entlastungsfall umgehend benachrichtigt werden

- **Betriebskosten**

Hauptsächlich werden dieser Rubrik die Energiekosten der Steuerungseinrichtungen zugeordnet. In Bremen werden die Energiekosten nach dem mittleren Energieverbrauch und dem höchsten aufgetretenen Energieverbrauch über 15 Minuten abgerechnet. Dem zweiten Term wird das größere Gewicht beigelegt.

TEIL A
ÜBERARBEITUNG DES STEUERUNGSKONZEPTES

In der numerischen Modellierung wird der Vorgang der Abflußbildung durch Angabe von Verlusthöhen (mm) bezogen auf die Bodenart charakterisiert. In gängigen Oberflächenabflußprogrammen werden folgende Verlustarten berücksichtigt (nach ihrer Größe geordnet):

- Infiltrationsverluste
- Muldenverluste
- Benetzungsverluste
- Verdunstungsverluste bzw. Dauerverluste

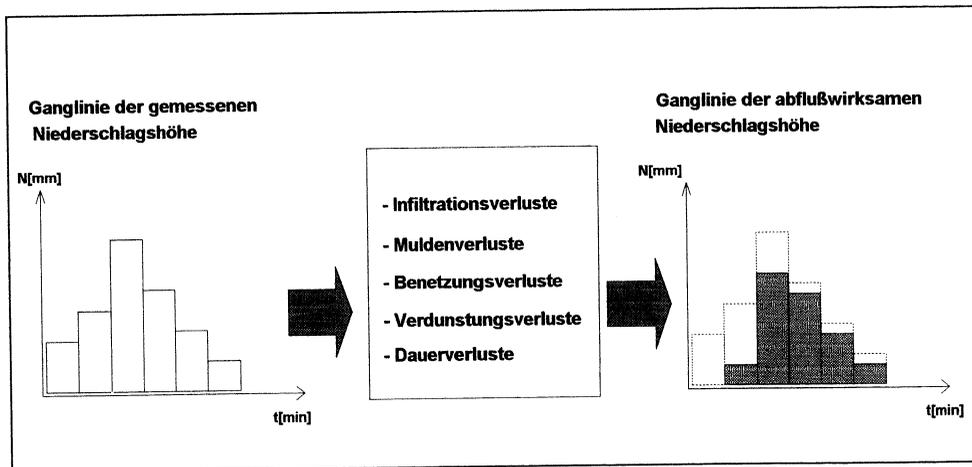


Abb. 2 : Abflußbildung

Meistens wird für ein gegebenes Einzugsgebiet nur eine pauschale Unterscheidung zwischen zwei Bodenarten, den durchlässigen (A_d) und undurchlässigen/versiegelten Flächen (A_u) getroffen. (Auf den versiegelten Flächen findet im Gegensatz zu den durchlässigen kaum Infiltration statt. Auch bei den anderen Verlustarten treten Unterschiede zwischen A_d und A_u auf.)

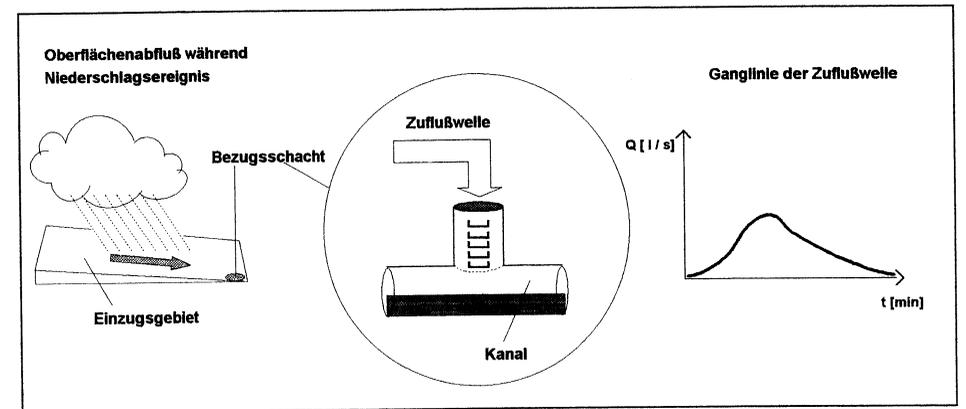
Die Praxis hat gezeigt, daß eine feinere Betrachtung der Bodencharakteristiken (durch zusätzliche Verlustparameter oder durch eine differenziertere Betrachtung der Bodenarten) kaum eine Verbesserung der Ergebnisse bewirkt.

In Bremen stehen (nach unserem Kenntnisstand) keine Meßdaten zur Verfügung, die eine direkte Abschätzung der Verlustparameter (z.B. für die Simulation mit dem hydrologischen Oberflächenabflußmodell HYSTEM) ermöglichen. Simulationsergebnisse weisen jedoch darauf hin, daß die im Modell eingesetzten Standardparameter annehmbare Ergebnisse liefern.

Erläuterung des Begriffes 'Abflußkonzentration' (siehe KHELIL, SEMKE, 1991)

Die Abflußkonzentration (Abb. 3) kennzeichnet die Transformation zwischen der abflußwirksamen Niederschlagshöhe und der einem Schacht zufließenden Welle. Der Begriff 'Abflußkonzentration' bezeichnet stricto sensu alle Fließvorgänge vor Eintritt des Regenwassers in den Kanal¹.

Abb. 3: Abflußkonzentration



Das Verhalten des Teilsystems "Gebietsoberfläche" (beschrieben durch Parameter wie Reaktionszeit, Spitzenabfluß, maximale Fließzeit, Schwerpunktaufzeit) hängt hauptsächlich von der Bodenklasse und dem mittleren Einzugsgebietsgefälle ab. Beide beeinflussen maßgeblich die Energie- bzw. Reibungsverluste beim Fließvorgang (Erstellung der Bewegungsgleichung). In einem Einzugsgebiet mit hohem Anteil an undurchlässigen Flächen sind die Reibungsverluste gering bzw. die Fließgeschwindigkeit ist hoch. Dieses bewirkt eine geringe Reaktionszeit und somit eine Zunahme des Spitzenzuflusses in den Kanal. Hinsichtlich der Kanalsteuerung bilden kurze Reaktionszeiten und hohe Spitzenbelastungen ungünstige Randbedingungen.

¹ In vielen Fällen ist es angebracht, die Fließvorgänge in kleinen Röhren oberhalb der wichtigen Sammler ebenfalls der Abflußkonzentration zuzurechnen. Eine solche Erweiterung erfordert jedoch zusätzliche Untersuchungen, um die entsprechenden Modellparameter anzupassen

Obwohl eine vereinfachte hydraulische Modellbeschreibung (basierend auf der Bewegungsgleichung von Manning-Strickler oder Darcy-Weisbach) existiert, sind die meisten implementierten Modelle zur Simulation der Abflußkonzentration sogenannte (lineare) hydrologische Konzeptmodelle. Der Oberflächentransport (runoff) wird durch Angabe einer für das Gebiet charakteristischen Einheitsganglinie (EGL) beschrieben, deren Charakteristiken die Schwerpunktaufzeit (t_L) und Formfaktoren sind. Im Modell der Speicherkaskade von Nash wird z.B. die Einheitsganglinie eindeutig durch die Schwerpunktaufzeit (t_L) und die Anzahl der linearen "Speicherbecken" (n) gekennzeichnet.

Eine zuverlässige Vorhersage der Zuflußwelle ist von großer Bedeutung für die Suche nach einer Steuerungsstrategie. Sie ist sogar die wesentliche Zustandsinformation in Entscheidungsmodulen, die eine Steuerungsstrategie nach Optimierungsmethoden (Simplexverfahren, Nicht Lineare Methoden) errechnen.

Der erfahrene Maschinist kann aufgrund der gemessenen Ganglinie des Brutto-Niederschlags die Gefahr abwägen, ob die ankommende Zuflußmenge die freie Stauraumkapazität überschreitet. Als Alternative zur Betriebserfahrung können Simulationsmodelle verwendet werden. Sie beruhen entweder auf einer statistischen Untersuchung der Beziehungen zwischen Niederschlagsdaten und Zustandsdaten im Kanal, oder auf einer deterministischen Nachbildung der Abflußbildung und Konzentration (hydrologische/hydraulische Niederschlag-Abfluß-Modelle), wie oben erwähnt. Noch effektiver als die Zuflußvorhersage wäre eine Niederschlagsvorhersage, insbesondere das frühzeitige Erkennen des Niederschlagsendes. Entsprechende automatische Verfahren wurden schon vorgeschlagen und implementiert (siehe NEUMANN 1991). Sie sind jedoch nur einsetzbar, wenn Radarmessungen verfügbar sind, die eine flächendeckende Information über das Regenfeld liefern. In Bremen-links-der-Weser sind lediglich drei Regenschreiber an das Datenerfassungssystem angeschlossen, sodaß eine Automatisierung der Niederschlagsvorhersage nicht in Frage kommt. Der erfahrene Maschinist kann jedoch in seinen Überlegungen fremde Daten miteinbeziehen (aktuelle Wettersituation, Regenvorhersage), die eine grobe Einschätzung des weiteren Niederschlagsverlaufs (bzw. des Zeitpunkts, wann der Regen aufhört) ermöglichen.

2. Der Entwässerungskanal

Die Kanalisation in Bremen-links-der-Weser ist flach (Sohlgefälle um 0,1%) und liegt so tief, daß das Mischwasser nicht im freien Wasserspiegel der Kläranlage bzw. der Weser zufließen kann. Hinsichtlich der Steuerung gleicht der Kanal einer Menge von Speicheräumen (Kanalstauräume, Regenüberlaufbecken), die hintereinander oder parallel geschaltet sind. Wegen des niedrigen Energiegefälles muß Befüllung und Entleerung jeder Speichereinheit durch Steuereinrichtungen

(P,PS,Sb,W)² aktiviert werden. Mehr als 40 Pumpen sorgen insgesamt für den Wassertransport auf dem Gebiet Bremen-links-der-Weser.

Mit Ausnahme der zwei größten Pumpwerke (HPWL und PW-Krimpel) werden die Pumpen nach dem Wasserstand im Pumpensumpf gesteuert. Man bezeichnet diese Art Steuerung als *lokal*, weil die verwendete Information zur Bestimmung der Pumpenförderleistung lokal ist. Im Gegensatz dazu sollen HPWL und PW-Krimpel aufgrund von Informationen über das gesamte Entwässerungssystem bewirtschaftet werden. Man spricht von *globaler bzw. Verbund-Steuerung*. Abbildungen 4a-4c zeigen, wie das Entwässerungssystem zur Erstellung des Steuerungskonzepts beschrieben wird.

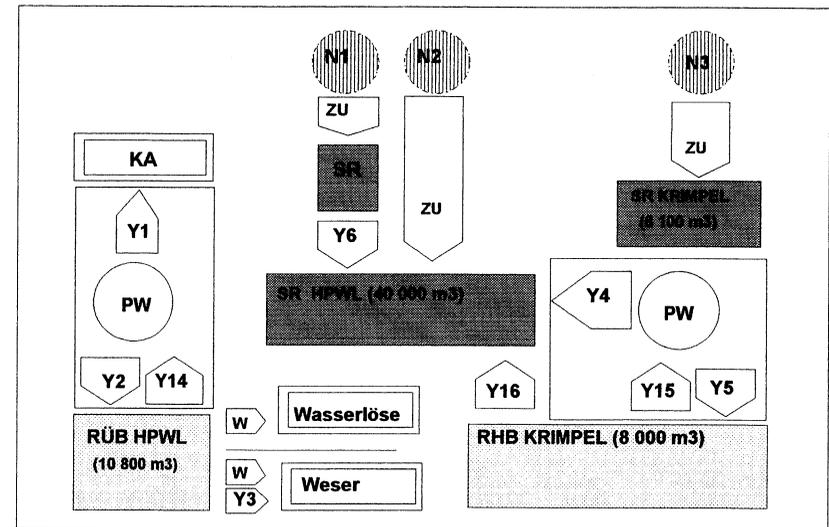


Abb. 4a: Steuerungskonzept, Übersicht des Entwässerungssystems

² P: Pumpen, PS: Pumpenschnecken, Sb: Schieber, W: Wehr

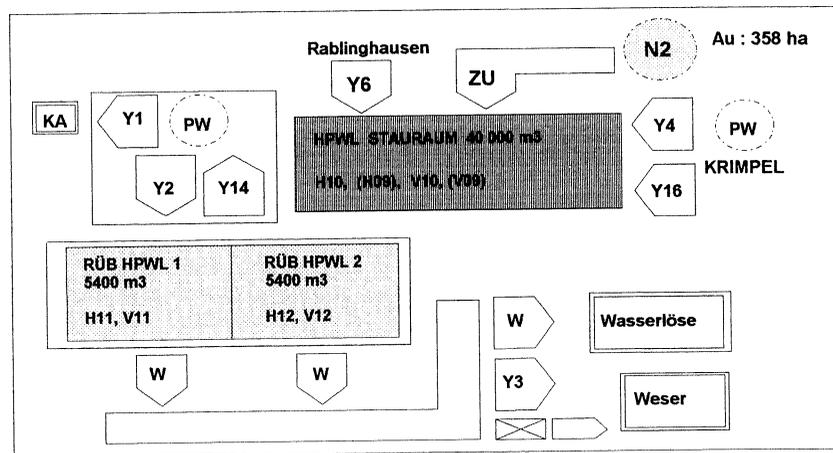


Abb. 4b: Bewirtschaftung des Stauraums in HPWL

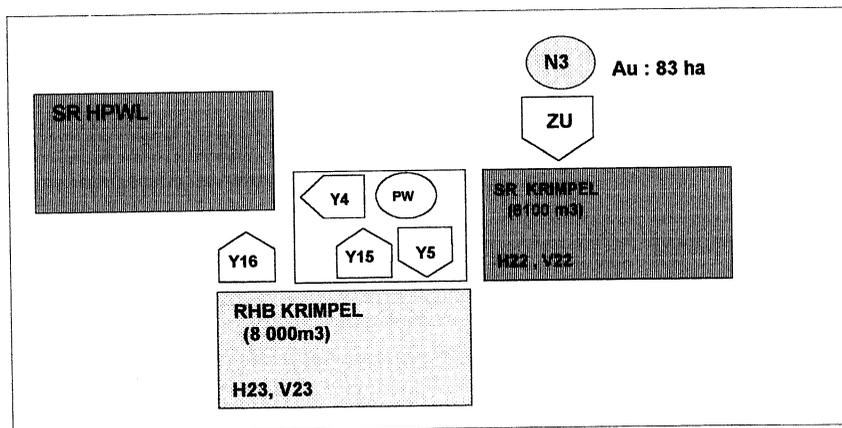
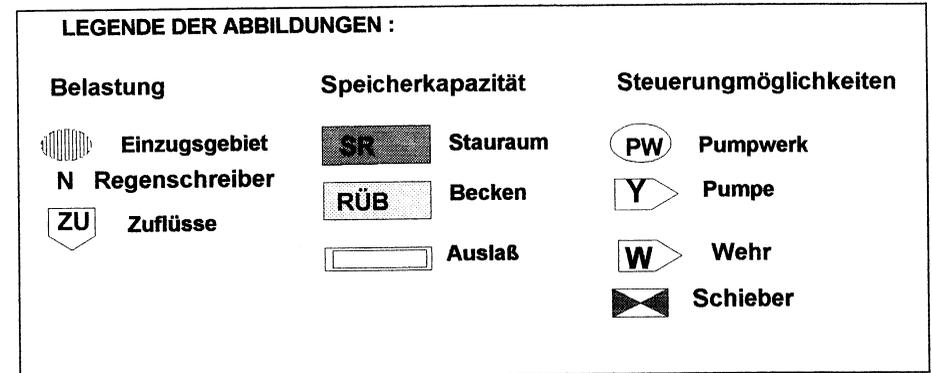


Abb. 4c: Bewirtschaftung des Stauraums in Krimpel



Anmerkungen zur Beschreibung des Entwässerungssystems

1. Ausführlicheres über das Entwässerungssystem und die Steuerungseinrichtungen ist der Anlage 1 zu entnehmen. Sie enthält folgende Informationen:

- Beschreibung des Pumpwerkes HPWL
- Beschreibung des Pumpwerkes KRIMPEL
- Beschreibung der relevanten Pegel-Meßstellen im Kanal
- Speicherkennlinien zur Abschätzung der Speicherraumauslastung

2. Zur Verdeutlichung der Unterschiede zwischen der Aufgabe 'Erstellung eines Steuerungskonzepts für den Entwässerungskanal' und der Aufgabe 'numerische Simulation des Entwässerungskanals' wird in Abb. 5 eine Systembeschreibung (für das hydrodynamische Modell HYSTEM-EXTRAN) gezeigt. Ausführlicheres ist der Anlage 2 zu entnehmen.

Erläuterung des Begriffes Abflußtransport (siehe KHELIL, SEMKE, 1991)

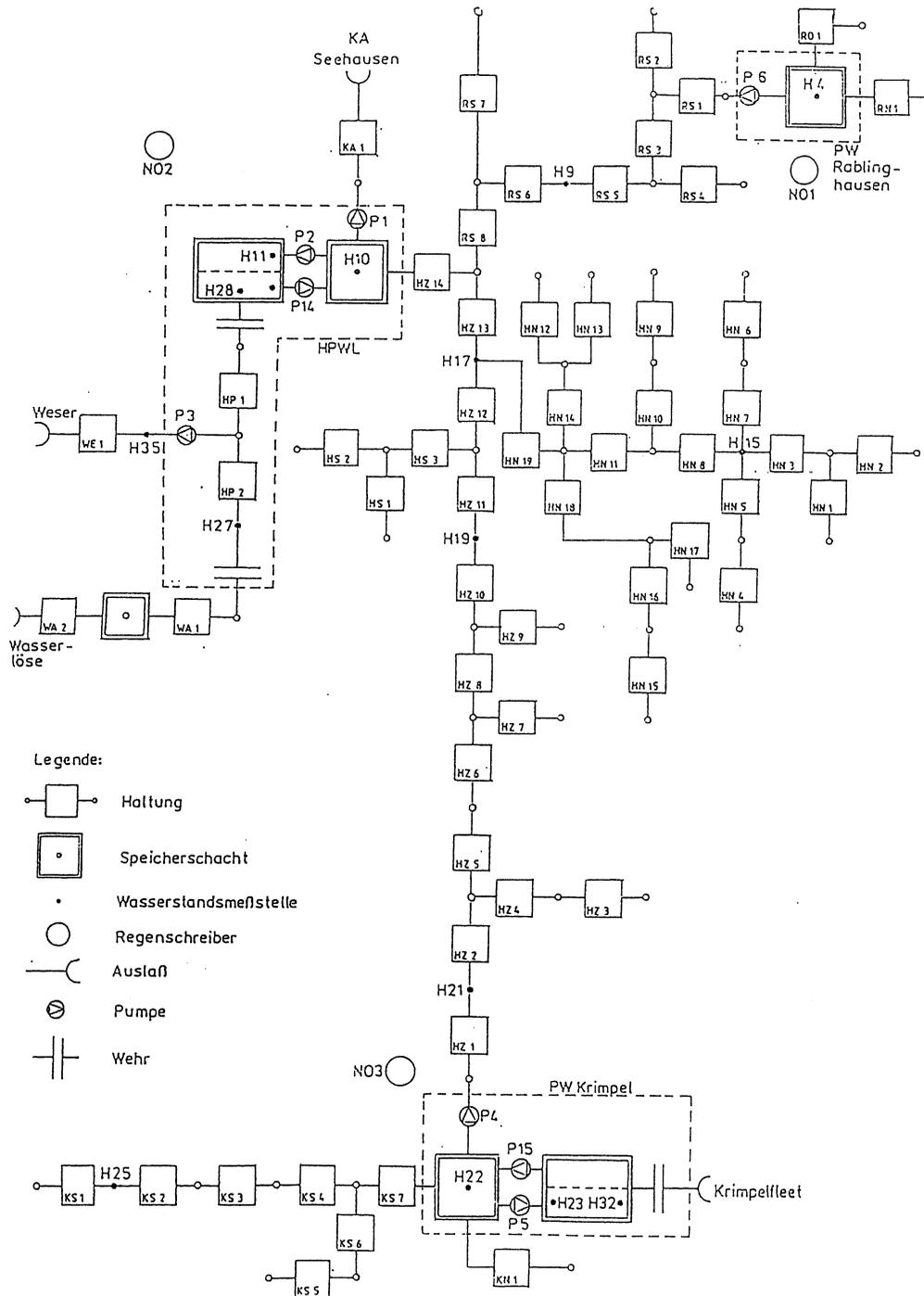
In jedem Element eines Kanalisationssystems (genannt die Kanalhaltung) erfolgt der Transport nach zwei physikalischen Gesetzen:

- das Kontinuitätsgesetz
- das Grundgesetz der Dynamik

Das erste Gesetz besagt, daß während des Fließvorgangs kein Wasser aus dem Nichts entstehen kann, es läßt sich durch die *Kontinuitätsgleichung* formulieren.

Das zweite Gesetz besagt, daß während des Fließvorgangs keine Energie aus dem Nichts entstehen kann, es läßt sich durch die *Bewegungsgleichung* ausdrücken.

Die erste Unterscheidung erfolgt zwischen den hydraulischen Modellen und den hydrologischen Konzeptmodellen. Im ersten Fall läßt sich die Bewegungsgleichung physikalisch direkt ableiten.



Im zweiten Fall beruht die entsprechende Differentialgleichung auf einer idealen Vorstellung des Systemverhaltens, deren Grundlagen sich mehr oder weniger als Vereinfachungen der detaillierten hydraulischen Formulierung entziffern lassen.

Die hydraulischen Ansätze unterscheiden sich weiterhin nach der Zahl der berücksichtigten Energieteile in der Bewegungsgleichung. Das Saint-Venant Gleichungssystem stellt die ausführlichere Beschreibung des Fließvorgangs in der Stadthydrologie. Durch Vereinfachung bzw. Vernachlässigen gewisser Terme (z.B. konvektive Beschleunigung, lokale Beschleunigung) entstehen vereinfachte hydraulische Ansätze.

Konzeptmodelle beruhen in den meisten Fällen auf der Vorstellung des linearen Speichers, nach der eine Haltung als Speicher angesehen wird, dessen Durchfluß linear von der Speicherauslastung abhängig ist. Theoretische und praktische Untersuchungen haben gezeigt, daß Konzeptmodelle je nach ihrer Formulierung bestimmten vereinfachten hydraulischen Ansätzen gleichwertig sind.

In 'Bremen-links-der-Weser' wird der Transport in der Kanalisation mit dem Modell EXTRAN gerechnet, das das vollständige Saint-Venant'sche Gleichungssystem löst. Daß eine solche Genauigkeit in der mathematischen Formulierung erforderlich ist, liegt an dem sehr niedrigen Einzugsgebietsgefälle. In diesem Fall treten Energieteile in den Vordergrund, die bei gängigen Gefällen (>0,5%) vernachlässigbar sind.

1. Prinzipien der Auswahl

Die relevanten Meßdaten sind diejenigen, die für die Steuerung von Bedeutung sind.

Nach der vorher skizzierten Betrachtungsweise ist der Füllungsgrad aller Speichereinheiten eine grundlegende Information für die Bestimmung der Steuerungsstrategie:

- Einerseits geht die Speicherauslastung direkt in die Bewertung der Steuerung ein (Auftreten von Einstau, Überstau und Entlastungen).
- Andererseits rechtfertigt die lange Reaktionszeit der einzelnen Speicher die Ermittlung von Tendenzen, auf deren Basis Steuerungsmaßnahmen abgestimmt werden.

Es soll angestrebt werden, die Anzahl der Zustandsdaten klein zu erhalten, damit die Steuerungslogik nachvollziehbar ist. Eine gewisse Redundanz der Zustandsinformation ist jedoch eine wichtige Voraussetzung für den operationellen Betrieb eines Meßnetzes bzw. eines Kanalnetzes. Sie ermöglicht zum einen die Prüfung der aufgenommenen Meßdaten (Konsistenzanalyse), zum anderen das Ersetzen von fehlenden Meßdaten. Ersatzinformationen werden entweder durch Austauschen des fehlenden Meßwertes mit einem gleichzusetzenden Meßwert (z.B. Wasserstand H10 gleich dem Wasserstand H09) oder durch Rekonstruktion an Hand von mehreren anderen Meßstellen erstellt. Im letzteren Fall muß vorher eine statistische Analyse durchgeführt werden.

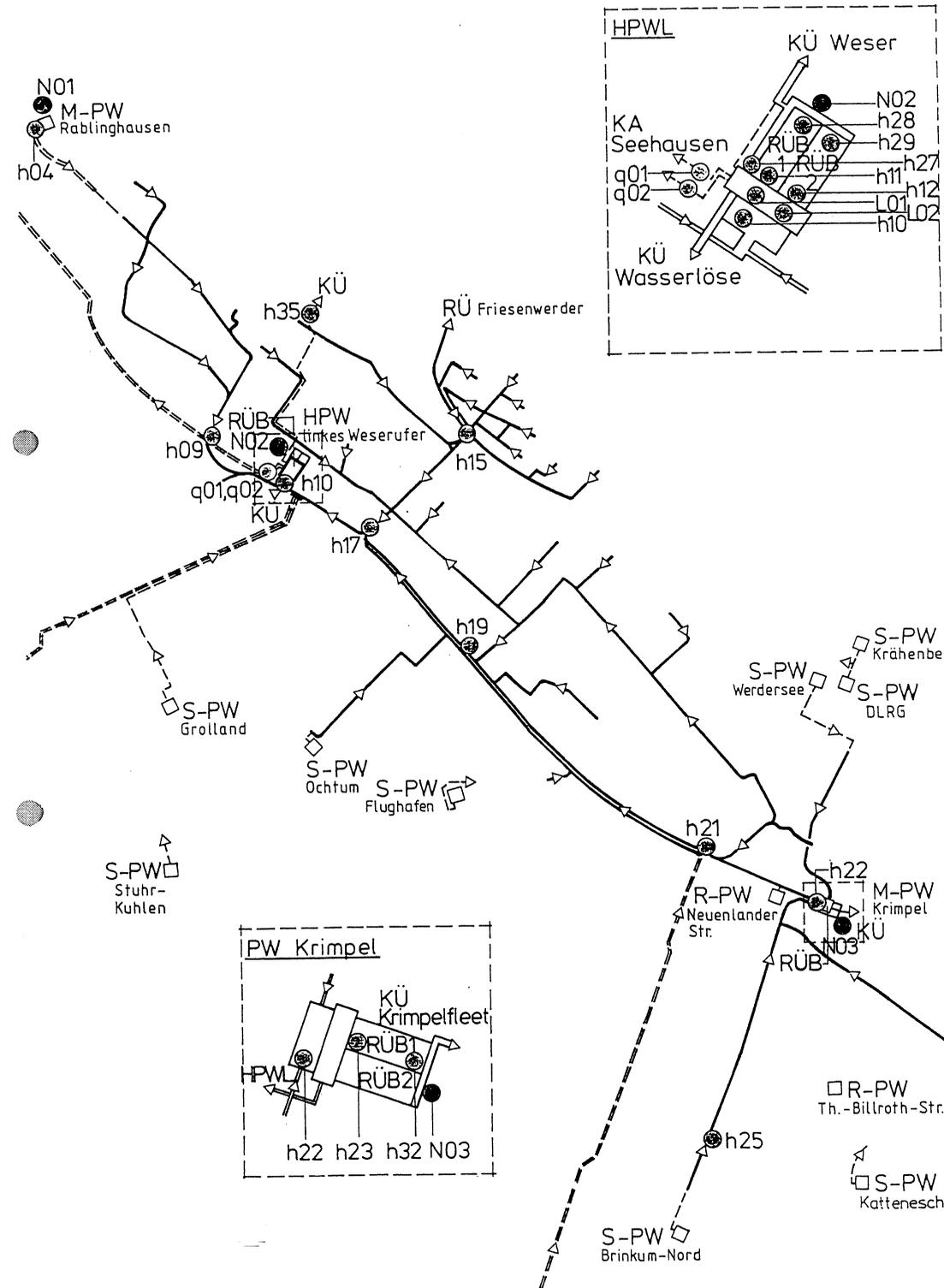
Wenn die Ersatz-Meßstelle exakt die gleiche Information liefern soll (doppelte Meßstelle), werden die gleichen Steuerungsregeln verwendet. Wenn die Ersatz-Meßstelle nur annähernd die ursprüngliche Zustandsinformation wiedergibt, kann es erforderlich sein, spezielle Steuerungsregeln in die Regelbasis hinzuzufügen.

2. Liste der relevanten Meßdaten

In Abb. 6 sind die Meßstellen (N,H,Q)¹ im Einzugsgebiet "Bremen-links-der-Weser" aufgetragen;

- N_i für Niederschlagsmeßstelle i
- H_i für Wasserstandsmeßstelle i
- Q_i für Abflußmeßstelle i

¹ Daneben werden Gütedaten im Pumpwerk HPWL aufgenommen. Ihre Rolle im Entscheidungsprozeß wird in einem besonderen Abschnitt untersucht



2.1 Regeninformation

Zur Erfassung des Niederschlagsverlaufs stehen drei Regenschreiber (R12, R2, R3) zur Verfügung. Dabei wird stillschweigend vorausgesetzt, daß ein einziger Regenschreiber den Niederschlagsverlauf im zugeordneten Teileinzugsgebiet repräsentativ erfaßt.

2.2 Speicherauslastung

Stauraum in KRIMPEL (H22/H25)

Im Stauraum KRIMPEL sind zwei Pegel H25 und H22 installiert. Im Normalfall wird nur Pegel H22 berücksichtigt, da er durch seine Speicherkurve ausreichend Auskunft über die Auslastung des gesamten Stauraums liefert.

H22 (Sondennull: -1,61mNN; Sohle: -1,86mNN) ist keine doppelte Meßstelle. Falls Pegel H22 ausfällt, sollte auf Pegel H25 (Sondennull: +1,14mNN, Sohle: 0,90mNN) zurückgegriffen werden. Dieser kann aber bedingt durch seine Lage im oberen Teil des Stauraumes nur verwendbare Daten liefern, wenn der Wasserstand in H22 den Wert 1,14mNN überschreitet (Auslastungsgrad > 30%). In Anlage 3 werden für ein Niederschlagsereignis die Wasserstandsganglinien zwischen H22 und H25 verglichen.

Staurauslastung in HPWL (H10)

Die Bewirtschaftung des Stauraums HPWL stellt einen wesentlichen Punkt der Steuerung dar. Hier sind sechs Pegel installiert (H09, H10, H15, H17, H19, H21). Für die Steuerung wird jedoch hauptsächlich Pegel H10 in den Entscheidungsprozeß einbezogen, weil er durch seine Speicherkurve eine gute Einschätzung der gesamten Staurauslastung ermöglicht.

Die anderen Pegel ermöglichen auch eine Einschätzung der Auslastung oberhalb ihres jeweiligen Standortes. Dieses ist aber für die Steuerung ohne große Bedeutung, da eine getrennte Befüllung der Stauraumabschnitte derzeit nicht vorgesehen ist.

H10 ist eine doppelte Meßstelle. Daher ist ein komplettes Ausfallen der Messung sehr unwahrscheinlich. Es ist jedoch vorgesehen, auf die Meßwerte von Pegel H09 zurückzugreifen, wenn keine Wasserstandsmessung im Pumpensumpf vorliegen sollte. Die statistische Analyse sowie die Betrachtung der gemessenen Wasserstandsganglinien zeigen, daß ab Wasserstand 0,5mNN (Speicherrauslastung in HPWL 30%) beide Pegel H09 und H10 ähnliche Werte liefern.

RÜB HPWL (H11, H12)

In HPWL sind zwei Regenüberlaufbecken vorhanden, die getrennt befüllt werden können. Der Füllungsgrad wird jeweils durch den Wasserstand im Pegel H11 bzw. H12 charakterisiert. Eine getrennte Befüllung der Becken ist jedoch nur in besonderen Fällen sinnvoll (siehe Gütedaten).

RHB KRIMPEL (H23, H32)

Das Regenrückhaltebecken in KRIMPEL besteht eigentlich aus zwei Becken, deren Befüllung jedoch nicht getrennt erfolgen kann. Der Pegel H23 überwacht den gemeinsamen Wasserstand. Wenn die Wasserspiegellhöhe im Becken den Vollfüllungswert (4,80 mNN) erreicht hat, findet theoretisch ein Überlauf in das Krimpeffleed statt. Pegel H32 überwacht das Überlaufwehr, sodaß der Entlastungsvorgang wahrgenommen werden kann, auch wenn Pegel H23 (Wasserstand im Becken) ausfiel. Es kommt jedoch äußerst selten vor, daß die Becken im PW-KRIMPEL vollständig befüllt werden². In Zukunft wird beabsichtigt, jegliche Entlastung in das Krimpeffleed zu unterbinden. Deshalb ist die Meßvariable H32 in das erarbeitete Steuerungskonzept nicht miteinbezogen worden.

2.3 Die Durchflussmengen

2.3.1 Die verschiedenen Meßprinzipien

Durchflussmengen werden an verschiedenen Stellen des Kanals direkt oder indirekt erfaßt. Direkte Durchflußmessungen erfolgen nach dem IDM-Prinzip in den Druckrohrleitungen zur Kläranlage Seehausen. Indirekte Durchflußmessungen erfolgen an Stellen, wo Steuerungsorgane (Pumpe, Schnecke, Schieber, Wehr) installiert sind.

- Fördermenge einer Pumpe

Die Förderleistung einer Pumpe ist sowohl von der Drehzahl, als auch von den örtlichen Druckverhältnissen abhängig. Es ist schwierig, diese Abhängigkeiten in einer einfachen mathematischen Formel zu formulieren. Dementsprechend werden vor Ort Experimente durchgeführt und Tabellen der Förderleistung direkt erstellt.

- Fördermenge einer Schnecke

Man kann mit hinreichender Genauigkeit annehmen, daß die Förderleistung einer Schneckenpumpe nur von ihrer Drehzahl abhängig ist. Diese Eigenschaft wird vom Datenerfassungssystem ausgenutzt, um folgende Fördermengen abzuschätzen:

² Diese merkwürdige Tatsache deutet entweder auf eine Überdimensionierung der RÜB oder auf eine unzureichende Förderkapazität der Befüllungsschnecken hin. Letztere Annahme ist eher wahrscheinlich, da bei extremen Niederschlagsereignissen die Speicherkapazität sicherlich nicht ausreicht

- Befüllung der Regenüberlaufbecken in **HPWL** (3 Schnecken)
- Befüllung der Regenüberlaufbecken in **KRIMPEL** (2 einschaltbare Schnecken)
- Abfluß aus **KRIMPEL** in Richtung von **HPWL** (3 Schnecken)

- Durchflußmenge durch ein Wehr

An einem Wehr herrschen besondere hydraulische Verhältnisse, die eine direkte Abschätzung des Durchflußwertes in Abhängigkeit von der Überfallhöhe (durch die für das Wehr gültige Q-h-Beziehung) ermöglichen. Das Datenerfassungssystem nutzt dieses aus, um die auftretenden Entlastungsmengen mit der Formel von Polini zu errechnen. Die dadurch errechneten Abflußvolumina sind jedoch relativ ungenau, einerseits weil die Ultraschallsonden an den Überlaufstellen gegen Störungen empfindlich sind und andererseits weil die verwendeten Q-h Beziehungen nicht kalibriert worden sind.

- Durchflußmenge an einem Schieber

Im Entwässerungskanal Bremen-links-der-Weser steuern die Schieber folgende Vorgänge:

- Entleerung der Regenüberlaufbecken in **HPWL** und **KRIMPEL**
- direkte Entlastung des Mischwassers durch das Umlaufgerinne in **HPWL** sowie in **KRIMPEL**

An einem Schieber könnten ebenfalls Q-h-Beziehungen (abgeleitet aus der Torricelli-Formel bzw. der Bernoulli-Energiegleichung) herangezogen werden. Diese Beziehungen müssen jedoch noch kalibriert werden.

Zur Abschätzung der Durchflußmengen an den Überlaufstellen, sowie der Entleerungsraten der Regenüberlaufbecken hat sich in Bremen folgende Methode durchgesetzt: Der Verlauf des gespeicherten Volumens wird beobachtet und eine Bilanzierung durchgeführt.

2.3.2 Die relevanten Durchflußdaten

1. die Fördermengen ($m^3/5min$) in die Kläranlage aus dem Einzugsgebiet Rechts-der-Weser
4. die Fördermenge ($m^3/5min$) aller verbundgesteuerten Systempumpen im Einzugsgebiet Links-der-Weser (Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y14, Y15, Y16)

Anmerkung:

Das Einzugsgebiet Bremen-rechts-der-Weser entspricht 80% der gesamten Einzugsfläche und der Betrieb seines Entwässerungskanals ist komplexer als auf der linken Seite. Dementsprechend haben die Pumpwerke **HPW1**, **HPW2** Priorität vor dem Pumpwerk **HPWL** hinsichtlich der Beschickung in die KA. Die maximal zulässige Förderkapazität aus dem Einzugsgebiet Bremen-links-der-Weser (**MAXZU**) ergibt sich aus der Reinigungsleistung der Kläranlage

(**KAKAP**= $3,8m^3/s$) nach Abzug der aktuellen Fördermenge aus dem Gebiet Bremen-rechts-der-Weser.

2.4 Die Gütedaten

Folgende Gütedaten werden in **HPWL** aufgenommen: **pH**, **Leitfähigkeit** (in mS/cm), **Ex-Gase** (in %UEG), **BSB** (in mg/l), Schwefeldioxid **H₂S** (in ppm), Sauerstoffmangel **O₂** (in V/V%).

In Tab. 1 werden Meßbereich und gegebenenfalls Grenzwerte für jede Größe vorgeführt.

	pH	Leitfähigkeit (mS/cm)	BSB (mg/l)	Ex-Gase (%UEG)	H ₂ S (ppm)	O ₂ -Mangel (V/V%)
Meßbereich (0-20 mA)	2-12	0-10	0-2000	0-100	0-50	0-25
1.OGW	10,0	3				
2.OGW	12,0					
1.UGW	06,0	0				
2.UGW	04,0	0				
1.GW				25	5	17
2.GW				50	10	19

Tab. 1: Liste der gemessenen Güteparameter nach Albrecht [4]

OGW: Obererer Grenzwert (2 Schwellwerte)

UGW: Unterer Grenzwert (2 Schwellwerte)

GW : Grenzwert bzw. Alarmschwelle (2 Schwellwerte)

Sobald der erste Schwellwert für einen Parameter überschritten (1. OGW, 1. GW) bzw. unterschritten (1. UG) ist, soll vom Expertensystem eine Warnmeldung ausgegeben werden; die Biozönose in der Kläranlage ist durch den hohen Anteil an Schadstoffen gefährdet. Angemessene Steuerungsaktionen sind erforderlich. Sie reichen vom Anruf bei der Kläranlage bis zur Zwischenspeicherung des ankommenden Mischwassers in einem der beiden Becken.

1. Unterscheidung der Betriebsarten

Es wird zwischen dem Trockenwetter-Betrieb und dem Regenwetter-Betrieb unterschieden. Im Trockenwetterzustand stellt die Abwasserzufuhr aus dem Einzugsgebiet (zwischen 300 l/s und 900 l/s) die einzige Belastung dar. Die Speicherkapazität in den Stauräumen und Regenbecken steht vollständig zur Verfügung. Gesonderte Steuerungsmaßnahmen sind nur dann erforderlich, wenn das ankommende Abwasser durch seine Beschaffenheit eine Gefährdung für die Biozönose der Kläranlage bedeutet. Dieses ist ein erster Schritt zur sogenannten Gütesteuerung, bei der die Belange des Kläranlagebetriebs von Anfang an bei der Steuerung des Kanals berücksichtigt werden.

Der Regenwetterbetrieb tritt ein, sobald ein Regenwasserzufluß zu erwarten ist. Während der Regenwasserzufuhr besteht die Gefahr, daß die Leistungsfähigkeit der Kläranlage und des Kanals überfordert werden. Besonders in diesem Fall soll das implementierte regelbasierte System den Maschinisten unterstützen.

2. Regenwetterbetrieb, das Prinzip der gestaffelten Antwort

Die Steuerungsaktionen im Regenwetter richten sich nach den Steuerungszielen (siehe Abschnitt 1). Dem Prinzip der gestaffelten Antwort entsprechend, werden folgende Schritte unternommen:

- Vor Eintritt der Zuflußwelle soll möglichst viel Stauraum im Kanal frei gehalten werden
- Solange keine Überstau-Gefahr vorliegt, soll die Kanalisation eingestaut werden, während die Kläranlage ihre maximale Reinigungsleistung erreicht
- Wenn Überstau-Gefahr vorliegt, soll in die RÜB gefördert werden, soweit eine Speichermöglichkeit noch besteht. Sonst muß das weitgehend ungereinigtes Mischwasser¹ abgeschlagen werden. Die Entlastungspriorität richtet sich nach der Empfindlichkeit des Vorfluters (zuerst wird in die Weser entlastet dann in die Wasserlöse²)

Die nähere Beschreibung des Steuerungskonzeptes enthält folgende Verarbeitungspunkte:

- Aktion 1: Klassifizierung der Kanalnetzzustände
- Aktion 2: Formulierung der vorgesehenen Steuerungsaktionen

Die automatische Bestimmung der Steuerungsstrategie erfolgt durch Aktivieren von Steuerungsregeln, deren allgemeine Formulierung beide Aktionen vereinbaren. Jede Regel weist folgendes Muster auf:

[WENN (Bedingungen) -DANN (Konklusionen)].

¹ Beim Aufenthalt in den RÜB wird durch Sedimentationsprozesse eine gewisse Reinigungswirkung erreicht

² In Zukunft darf nicht mehr in das Krimpefflet entlastet werden

- Der Bedingungsteil der Steuerungsregel typisiert den Systemzustand (ob bestimmte Zustandsvariablen vorgegebene (Grenz)-Werte erreicht oder überschritten haben). Er entspricht Aktion 1.
- Der Konklusionsteil (=die logische Schlußfolgerung) beschreibt die verbundenen Steuerungsaktionen. Er entspricht Aktion 2.

Beispiel:

WENN [der Wasserstand im Pumpensumpf HPWL 4,65 m über Sohle erreicht],
DANN [soll eine erhöhte Förderung in die KA erfolgen, die über ihre maximale Reinigungsleistung hinausgeht]

Die Genauigkeit, mit der vorgesehene Steuerungsaktionen beschrieben werden, beeinflusst stark die Klassifizierung der Systemzustände. Ob man eine Entscheidung über jede einzelne Förderschnecke oder eine generelle Entscheidung über die Befüllung der Becken erwartet, setzt unterschiedlich genaue Kenntnisse des Zustandes voraus. Demzufolge wird zunächst die Formulierung der Steuerungsempfehlungen und danach die entsprechende Klassifizierung der Zustände untersucht.

3. Formulierung der Steuerungsempfehlungen

3.1 Allgemeine Anforderungen

Die Steuerungsempfehlungen stellen das Endprodukt des automatischen Entscheidungsprozesses dar. Ihre Formulierung muß bestimmte Anforderungen erfüllen, um eine weitgehende Integration des neuen Werkzeugs in die übliche Arbeitsweise zu gewährleisten.

1. Empfehlungstexte müssen dem Betriebspersonal leicht verständlich sein. Die "Maschinistensprache" soll möglichst übernommen werden.
2. Die Anzahl der angezeigten Meldungen darf insgesamt nicht größer als drei sein, damit der Maschinist den Überblick behält.
3. Dem Maschinisten soll bei der Auswahl der Mittel zur Durchführung der vorgegebenen Empfehlungen (=Aktionen) ein großer Spielraum gelassen werden.
 In der ersten Phase der praktischen Umsetzung ermöglicht solch eine Flexibilität das Ausnutzen des Erfahrungsschatzes des Betriebspersonals und seine Möglichkeit fremde Daten (z.B. Wetterlage) miteinzubeziehen. Eine nachträgliche Analyse der Vorgehensweise des Maschinisten und somit eine Protokollierung des existierenden Erfahrungsschatzes sollte erfolgen.

3.2 Liste der Empfehlungen

- Im Einzugsgebiet HPWL

1. *Trockenwetter in HPWL*
2. *Regenwetterbetrieb: Fördermenge bis zur max. Differenzfördermenge zur Kläranlage*
3. *Regenwetterbetrieb: Füllung der RHB HPWL*
4. *Regenwetterbetrieb: Weser-Entlastung*
5. *Regenwetterbetrieb: Erhöhte Förderung zur Kläranlage*
6. *Regenwetterbetrieb: Wasserlöse-Notentlastungen*
7. *Regenwetterbetrieb: Entleerungsphase in HPWL*

- Im Einzugsgebiet PW Krimpel

8. *Trockenwetter in Krimpel*
9. *Regenwetterbetrieb: Vollförderung zum HPWL*
10. *Regenwetterbetrieb: Förderung zum HPWL reduzieren, Sammler anstauen*
11. *Regenwetterbetrieb: Sammlerwasserstand etwa halten, Förderung zum HPWL*
12. *Regenwetterbetrieb: Förderung zum HPWL reduzieren, Füllung RHB Krimpel*
13. *Regenwetterbetrieb: Vollförderung zum HPWL reduzieren, Füllung RHB Krimpel*
14. *Regenwetterbetrieb: Entleerungsphase in Krimpel*

- Berücksichtigung der Gütedaten

15. *Grenzwerte überschritten, Maßart erkunden, betreffende Betriebsanweisung beachten*

4. Typisierung der Systemzustände

4.1 Methodik der Typisierung

Der Niederschlag verursacht einen instationären Zustand im Kanal (Befüllung-Entleerung des Stauraums). Die Bewirtschaftung des Kanals setzt fundierte Kenntnisse über den momentanen Zustand (z.B. Stauräumauslastung) und seine Entwicklung voraus (siehe Abschnitt 2.1.3).

Vom Datenerfassungssystem (Datei 'M5STEU.DXT') wird der momentane Zustand im Kanal (=Stauräumauslastung, Beckenbefüllungsgrad) entnommen:

- Die Wasserstände werden direkt gemessen.
- Entsprechende Auslastungen werden berechnet.

Eine Simulation der Abflußbildung und -konzentration ist zur Vorhersage des Zustands im Kanal erforderlich. Übliche (hydrologische) Modelle (z.B. Grenzwertmethode zur Berechnung der Abflußbildung, Speicherkaskade zur Berechnung des Abflußtransports) sind für eine on-line Implementierung geeignet (schnelle Berechnungszeit). Kalibrierte Modellparameter (Verlustparameter,

ange der abflußwirksame Niederschlag ist gering.

Die Berechnung der Zuflußmenge aus den durchlässigen Flächen ist wegen nicht erforderlich, weil die durchlässigen Flächen

Methodik zur Bestimmung der vereinfachten Ansatzes in Krimpel
 Vereinfachter Ansatzes in Krimpel: $A_{3u}=80 \text{ ha}$, $A_{3d}=80 \text{ ha}$
 für undurchlässige Flächen: $A_{2u}=80 \text{ ha}$, $A_{2d}=80 \text{ ha}$
 für durchlässige Flächen: $A_{1u}=80 \text{ ha}$, $A_{1d}=80 \text{ ha}$

Linie von H22

Die Gefahr einer vollständigen Auslastung der Stauräumkapazität wird durch die Volumenbilanzierung (Zuflußmenge-Abflußmenge) über die letzten durchgeführten. Es wird dabei stillschweigend angenommen, daß die "repräsentative" Stauräumkapazität, so in. Die Berechnung der Zuflußmenge aus den durchlässigen Flächen ist erforderlich (siehe 4.2.2).

n und k Parameter) müssen allerdings ermittelt werden. Diese Ermittlung wird durch die Berechnung der in einem Stauraum (Krimpel, HPWL, Rablinghaus) neben dem Oberflächenabfluß auch die Fließvorgänge in den kleinen Stauräumen miteingefasst werden müssen.

Im jetzigen Steuerungskonzept ist lediglich eine pauschale Abschätzung der Abflußvolumina möglich, die auf folgenden vereinfachten Annahmen beruht:

1. Zur Berechnung der Abflußbildung werden nur Vorwegverluste berücksichtigt.
2. Zur Berechnung der Konzentration wird jeweils eine Transportzeit auf der Strecke berücksichtigt, die von der Gebietsgröße abhängt. Eine detailliertere zeitliche Zuflußvorgang ist ohne weitere Untersuchung nicht möglich.

Die Gefahr einer vollständigen Auslastung der Stauräumkapazität wird durch die Volumenbilanzierung (Zuflußmenge-Abflußmenge) über die letzten durchgeführten. Es wird dabei stillschweigend angenommen, daß die "repräsentative" Stauräumkapazität, so in. Die Berechnung der Zuflußmenge aus den durchlässigen Flächen ist erforderlich (siehe 4.2.2).

Wenn die freie Stauräumkapazität im Kanal die geschätzte ankommende Zuflußmenge aufnehmen kann, muß eine Befüllung der Becken und gegebenenfalls eine Mischbetriebsart betrachtet werden, um Überflutung zu verhindern.

Die Entleerungsphase dauert viel länger als die Einstauphase (begrenzte Kapazität der Reinigungsorgane im Kanal, begrenzte Reinigungsleistung der Kläranlage). Danach ist ein weiterer Zufluß von den durchlässigen Flächen zu erwarten. Die Konzentration der durchlässigen Flächen sind jedoch so langsam, daß allein die Betrachtung der Stauräume zur Bestimmung der Steuerungsstrategie genügt.

4.2 Anwendung der Methodik zur Bestimmung der Strategie in HPWL

4.2.1 Parameter des vereinfachten Ansatzes in HPWL (EZ2)

- Einzugsgebietsfläche : $(A_{2u}=360 \text{ ha}, A_{2d}=360 \text{ ha})$
- Regenverluste für undurchlässige Flächen: $(V_{b2}+ M_{v2}= 2 \text{ mm})$
- Regenverluste für durchlässige Flächen: $(> 10 \text{ mm})$
- $t_{L2} = 80 \text{ min}$
- Speicherkennlinie von H10

4.2.2 Schlußfolgerungen

1. Jeder mm abflußwirksamen Niederschlags entspricht einer Stauräumauslastung von 10% (10% der gesamten Kapazität), solange die durchlässigen Flächen keine

3.2 Liste der Empfehlungen

- Im Einzugsgebiet HPWL

1. *Trockenwetter in HPWL*
2. *Regenwetterbetrieb: Fördermenge bis zur max. Differenzfördermenge zur Kläranlage*
3. *Regenwetterbetrieb: Füllung der RHB HPWL*
4. *Regenwetterbetrieb: Weser-Entlastung*
5. *Regenwetterbetrieb: Erhöhte Förderung zur Kläranlage*
6. *Regenwetterbetrieb: Wasserlöse-Notentlastungen*
7. *Regenwetterbetrieb: Entleerungsphase in HPWL*

- Im Einzugsgebiet PW Krimpel

8. *Trockenwetter in Krimpel*
9. *Regenwetterbetrieb: Vollförderung zum HPWL*
10. *Regenwetterbetrieb: Förderung zum HPWL reduzieren, Sammler anstauen*
11. *Regenwetterbetrieb: Sammlerwasserstand etwa halten, Förderung zum HPWL*
12. *Regenwetterbetrieb: Förderung zum HPWL reduzieren, Füllung RHB Krimpel*
13. *Regenwetterbetrieb: Vollförderung zum HPWL reduzieren, Füllung RHB Krimpel*
14. *Regenwetterbetrieb: Entleerungsphase in Krimpel*

- Berücksichtigung der Gütedaten

15. *Grenzwerte überschritten, Meßart erkunden, betreffende Betriebsanweisung beachten*

4. Typisierung der Systemzustände

4.1 Methodik der Typisierung

Der Niederschlag verursacht einen instationären Zustand im Kanal (Befüllung-Entleerung des Stauraums). Die Bewirtschaftung des Kanals setzt fundierte Kenntnisse über den momentanen Zustand (z.B. Staurauslastung) und seine Entwicklung voraus (siehe Abschnitt 2.1.3).

Vom Datenerfassungssystem (Datei 'M5STEU.DXT') wird der momentane Zustand im Kanal (=Staurauslastung, Beckenbefüllungsgrad) entnommen:

- Die Wasserstände werden direkt gemessen.
- Entsprechende Auslastungen werden berechnet.

Eine Simulation der Abflußbildung und -konzentration ist zur Vorhersage des Zustands im Kanal erforderlich. Übliche (hydrologische) Modelle (z.B. Grenzwertmethode zur Berechnung der Abflußbildung, Speicherkaskade zur Berechnung des Abflußtransports) sind für eine on-line Implementierung geeignet (schnelle Berechnungszeit). Kalibrierte Modellparameter (Verlustparameter,

Beschreibung des Steuerungskonzeptes - Seite 4 -

n und k Parameter) müssen allerdings ermittelt werden. Diese Ermittlung wird dadurch erschwert, daß zur Berechnung der in einem Stauraum (Krimpel, HPWL, Rablinghausen) ankommenden Welle, neben dem Oberflächenabfluß auch die Fließvorgänge in den kleinen Rohren oberhalb des Stauraums miteinfaßt werden müssen.

Im jetzigen Steuerungskonzept ist lediglich eine pauschale Abschätzung der ankommenden Zuflußvolumina möglich, die auf folgenden vereinfachten Annahmen beruht:

1. Zur Berechnung der Abflußbildung werden nur Vorwegverluste berücksichtigt.
2. Zur Berechnung der Konzentration wird jeweils eine Transportzeit auf der Gebietsoberfläche berücksichtigt, die von der Gebietsgröße abhängt. Eine detailliertere zeitliche Auflösung des Zuflußvorgangs ist ohne weitere Untersuchung nicht möglich.

Die Gefahr einer vollständigen Auslastung der Stauraumkapazität wird während der Einstauphase nach dem oben beschriebenen pauschalen Ansatz geprüft. Dabei wird für jeden Stauraum eine Volumenbilanzierung (Zuflußmenge-Abflußmenge) über die letzten zwei Stunden durchgeführt. Es wird dabei stillschweigend angenommen, daß die "repräsentative" Fließzeit auf der Oberfläche bis zum Stauraum für alle untersuchten Teilgebiete weniger als zwei Stunden beträgt.

Wenn die freie Stauraumkapazität im Kanal die geschätzte ankommende Zuflußmenge nicht aufnehmen kann, muß eine Befüllung der Becken und gegebenenfalls eine Mischwasserentlastung in Betracht gezogen werden, um Überflutung zu verhindern.

Die Entleerungsphase dauert viel länger als die Einstauphase (begrenzte Kapazität der Steuerungsorgane im Kanal, begrenzte Reinigungsleistung der Kläranlage). Daneben ist ein zusätzlicher Zufluß von den durchlässigen Flächen zu erwarten. Die Konzentrationsvorgänge auf den durchlässigen Flächen sind jedoch so langsam, daß allein die Betrachtung des Kanalzustands zur Bestimmung der Steuerungsstrategie genügt.

4.2 Anwendung der Methodik zur Bestimmung der Strategie in HPWL

4.2.1 Parameter des vereinfachten Ansatzes in HPWL (EZ2)

- Einzugsgebietsfläche : ($A_{2u}=360$ ha, $A_{2d}=360$ ha)
- Regenverluste für undurchlässige Flächen: ($V_{b2}+ M_{V2}= 2$ mm)
- Regenverluste für durchlässige Flächen: (> 10mm)
- $t_{L2} = 80$ min
- Speicherkennlinie von H10

4.2.2 Schlußfolgerungen

1. Jeder mm abflußwirksamen Niederschlags entspricht einer Stauraumauslastung von 4000 m^3 (10% der gesamten Kapazität), solange die durchlässigen Flächen keinen Anteil am Zufluß

Beschreibung des Steuerungskonzeptes - Seite 5 -

haben bzw. solange der abflußwirksame Niederschlag aus den befestigten Flächen weniger als 10mm beträgt.

2. Eine Berücksichtigung der Zuflußmenge aus den durchlässigen Flächen ist in der Einstauphase deswegen nicht erforderlich, weil die Stauraumkapazität möglicherweise ausgeschöpft ist, wenn die durchlässigen Flächen beginnen, Abfluß zu liefern.

4.3 Anwendung der Methodik zur Bestimmung der Strategie in Krimpel

4.3.1 Parameter des vereinfachten Ansatzes in Krimpel (EZ3)

- Einzugsgebietsfläche : ($A_{3U}=80$ ha, $A_{3D}=80$ ha)
- Regenverluste für undurchlässige Flächen: ($V_{b3}+ M_{V3}= 2$ mm)
- Regenverluste für durchlässige Flächen: (> 10mm)
- $t_{L3} = 50$ min
- Speicherkennlinie von H22

4.3.2 Schlußfolgerungen

1. Jeder mm abflußwirksamen Niederschlags entspricht einer Stauraumauslastung von 800 m^3 (13% der gesamten Stauraumkapazität), solange die durchlässigen Flächen keinen Anteil am Zufluß haben.
2. Eine Berücksichtigung der Zuflußmenge aus den durchlässigen Flächen ist während der Einstauphase nicht erforderlich (siehe 4.2.2).

Vorbemerkungen:

1. Eine ausführliche Beschreibung des Meßdatenerfassungssystems ist (BROLL-BICKHARDT, WINTER; 1990) zu entnehmen.
2. Eine ausführliche Beschreibung des Expertensystems (Programme und Dateien) ist (KHELIL; 1989, 1990) zu entnehmen. In Anlage 4 werden die wichtigsten Charakteristiken erläutert.

1. Allgemeine Struktur eines Expertensystems (XPS) (siehe Abb. 7)

TEIL B
IMPLEMENTIERUNG DES STEUERUNGSKONZEPTS

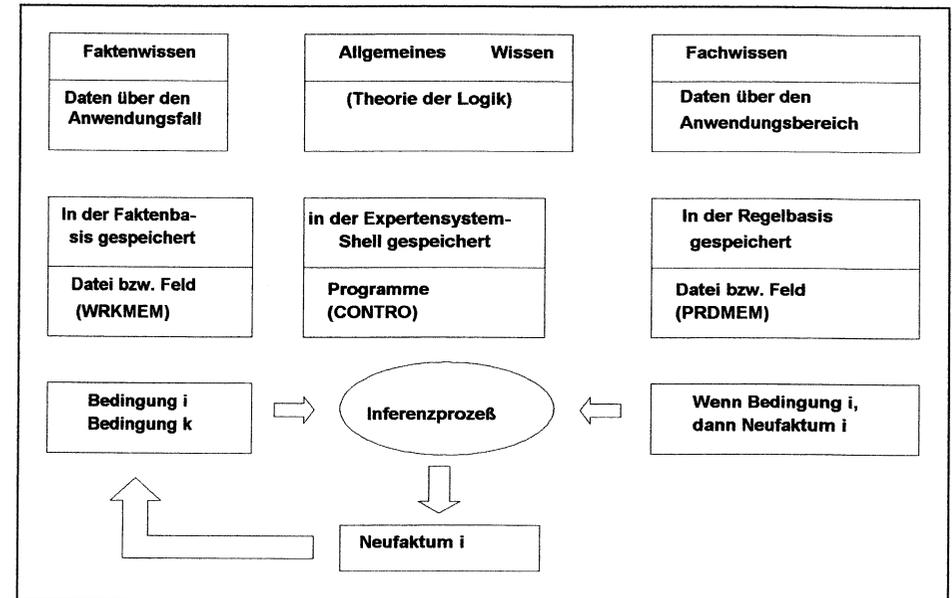


Abb.7 : Organisation der Daten in einem XPS

Die Struktur eines Expertensystems beruht auf der formalen Trennung zwischen unterschiedlichen Wissens Ebenen, die zur Lösung von Problemen in einem gegebenen Fachbereich verwendet werden. Der Inhalt des Wissens selbst ist dabei unwichtig. Es kann sich z.B. um die Diagnose von bestimmten Krankheiten, den Aufbau eines Kraftwerks oder die Steuerung eines Kanalnetzes handeln.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen mindestens drei Wissens Ebenen :

- ein allgemeines Wissen
- ein auf den Anwendungsbereich bezogenes Fachwissen
- ein auf den Anwendungsfall bezogenes Faktenwissen

Anmerkung:

Zusätzliche Wissens Ebenen können unter Umständen hinzugefügt werden, wenn z.B. automatische Lernverfahren eingesetzt werden.

Das allgemeine Wissen

In einem regelbasierten System entspricht das allgemeine Wissen dem (mathematischen) Wissen über die Datenverarbeitung während des Inferenzprozesses. Es ist ausschließlich in Programm-Quelltexten enthalten, die die Shell bzw. den Kern des Expertensystems darstellen. Es beschreibt das Verfahren zur Aktivierung von passenden Regeln, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind.

Ein Inferenzprozeß setzt sich aus zwei Schritten zusammen:

- dem Prozeß der Mustererkennung
- dem Prozeß der logischen Verkettung

Durch Mustererkennung (=pattern matching process) wird die Wahl aller (zu der momentanen Kanalsituation) passenden Steuerungsregeln getroffen.

Durch logische Verkettung (=chaining) werden aus der Menge der gewählten Regeln resultierende Schlußfolgerungen gezogen. Mehrere Verkettungsverfahren (= Inferenz-Algorithmen) können programmiert werden:

- Vorwärts-Verkettung (= forward chaining)
- Rückwärts-Verkettung (= backward chaining)
- gemischte Verfahren

Die in Bremen implementierte Shell arbeitet z.B. nach dem Prinzip der Vorwärts-Verkettung.

Normalerweise hat der jeweilige Fachmann (Arzt, Ingenieur, Entwässerungsbetriebsleiter) keine detaillierten Kenntnisse über das algorithmische Wissen. Dieses ist deswegen sinnvoll, weil eine Shell theoretisch unabhängig vom Anwendungsbereich sein soll.

Das Fachwissen

In einem regelbasierten System wird das Fachwissen in Form von Regeln ausgedrückt, die zunächst vom Anwender (dem Fachmann) in eine ASCII-Datei hineingeschrieben werden. Die gesamte Menge der Regeln heißt Regelbasis bzw. Produktionsbasis. Durch Änderung bzw. Erweiterung der Regelbasis wird der Entscheidungsprozeß beeinflusst.

In Bremen erfolgt das Eintragen der Regelbasis in zwei Stufen:

1. Im Vorprogramm des Expertensystems wird die vom Anwender in ASCII-Zeichen geschriebene Regeldatei (=Regelbasis) eingelesen, (auf Konsistenz und Syntax) überprüft, codiert und auf eine Ausgabedatei geschrieben.
2. Das Expertensystem liest diese Ausgabedatei beim Hochfahren und speichert die Regelmenge in einem Feld namens **PRDMEM**

Die Fakten

Die Faktenbasis enthält die Werte aller für den Entscheidungsprozeß (=Bestimmung der Steuerungsstrategie) relevanten Eingabevariablen. Sie wird in Bremen automatisch vor jedem Entscheidungsprozeß aktualisiert. Die vom Meßdatenerfassungssystem herausgegebene Datei '**M5STEU.DXT**' wird direkt vom Expertensystem gelesen und die Werte der Zustandsvariablen im Feld **WRKMEM** gespeichert.

Normalerweise braucht der Anwender keine Kenntnisse über die Faktenbasis (bzw. die Struktur von '**M5STEU.DXT**') zu haben. Eine Ausnahme bildet jedoch der Fall, bei dem sich der Umfang der relevanten Zustandsdaten ändern muß. (Es sollen z.B Güteparameter in das Steuerungskonzept einbezogen werden.) In diesem Fall müssen einige Subroutinen der Expertensystemshell modifiziert werden (Subroutine zum Einlesen der Zustandsdatei und Eintragen in das **WRKMEM**).

2. Datenfluß im Entscheidungsprozeß in Bremen (siehe Abb. 8)

Es wird zwischen drei Bearbeitungsstufen im Entscheidungsprozeß zur automatischen Bestimmung der Steuerungsempfehlungen unterschieden. Im folgenden werden sie der Reihe nach aufgelistet und kurz erläutert.

2.1 Aktualisierung der Zustandsdatei ZUSNET='M5STEU.DXT'

Alle angeschlossenen Meßdaten werden vom Datenerfassungssystem jede 15 Sekunden abgefragt und in Ringsspeicher geschrieben. Für jede Meßvariable wird ein mittlerer Wert (über die letzte Minute bzw. die letzten 5 Minuten) gebildet und in einer sogenannten **Zustandsdatei** gespeichert. Der Dateiname lautet '**M5STEU.DXT**'. Im Quelltext des Expertensystems wird er in der Variable **ZUSNET** (**Zustand des Netzes**) gespeichert. Eine ausführliche Beschreibung dieser Datei ist Anlage 5 zu entnehmen.

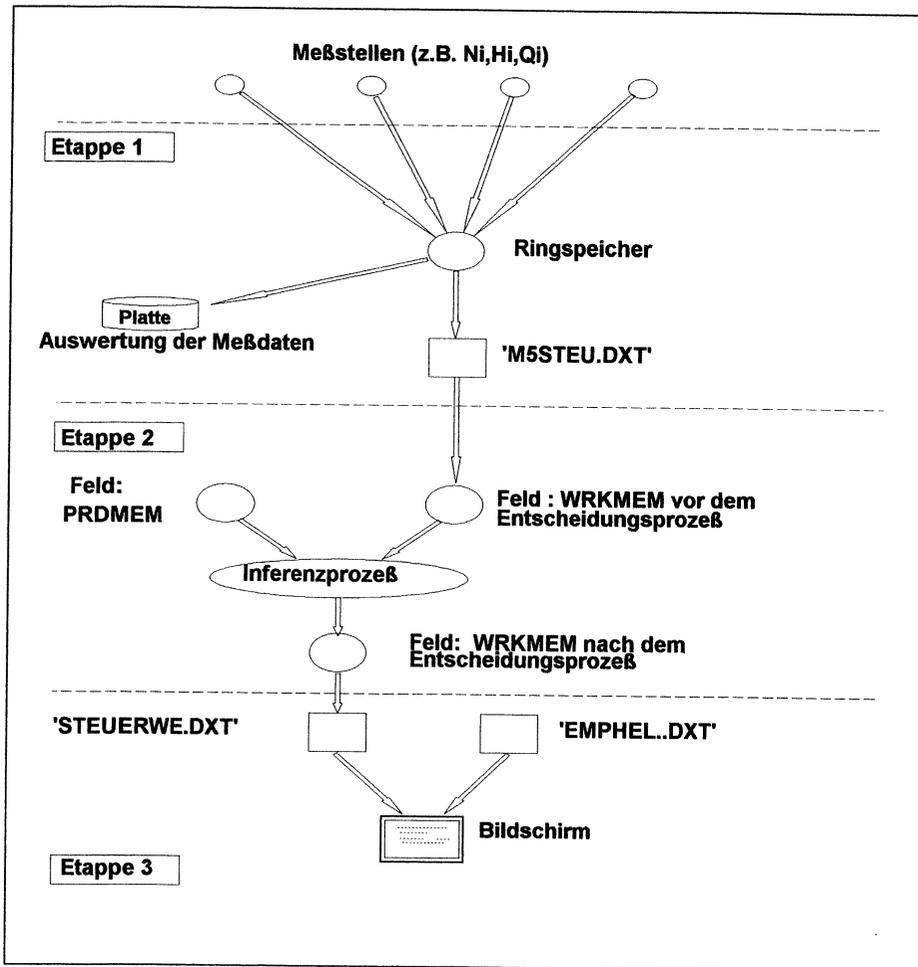


Abb.8 Datenfluß im Entscheidungsprozeß

2.2 Aktivierung der Steuerungsregeln

Das Expertensystem liest jede 5 Minuten (Länge eines Steuerungszeitschrittes) die in 'M5STEU.DXT' gespeicherten Werte und verarbeitet sie. Diese Verarbeitungsphase stellt den eigentlichen Entscheidungsprozeß dar. Er setzt sich aus folgenden Schritten zusammen:

- Erstellung der Faktenbasis WRKMEM

Die Werte der relevanten Zustandsvariablen werden eingelesen, kodiert und in die Faktenbasis eingetragen. Diese ist ein Feld namens **WRKMEM** (= Working Memory = Arbeitsgedächtnis).

- Aktivierung des Inferenzprozesses

Aus allen Steuerungsregeln, die in der sogenannten Regelbasis (=Production Memory = Feld **PRDMEM**) enthalten sind, werden nur diejenigen herausgesucht, die zu der momentanen Situation im Netz passen. Die hergeleiteten Schlußfolgerungen werden als neue Fakten in die Faktenbasis (**WRKMEM**) hineingeschrieben. Diese hinzugefügten (=produzierten) Fakten listen die vom Expertensystem gewählten Empfehlungen auf.

2.3 Auswahl und Herausgabe der Empfehlungen

Die gewählte Steuerungsstrategie soll dem Maschinisten in Form von Empfehlungen verkündet werden. Die Liste aller zulässigen Empfehlungstexte ist in der Datei 'EMPHEL.DAT' zeilenweise gespeichert (siehe Abschnitt 4.3.2), sodaß jede Text-Einheit (= eine Empfehlung) durch ihre Zeilennummer gekennzeichnet wird. Das Expertensystem schreibt in die Ausgabedatei **AUSENT = 'STEUERWE.DXT'** die Zeilen-Nummern aller herauszugebenden Empfehlungstexte. Nachdem der Entscheidungsprozeß abgeschlossen ist, wird das Datenerfassungssystem durch ein sogenanntes Event-Flag benachrichtigt. Es liest 'STEUERWE.DXT' und zeigt die entsprechenden Meldungen auf dem Kontrollbildschirm an.

3. Vorgehensweise zur Modifizierung des implementierten Steuerungskonzeptes

Die Modifizierung des Steuerungskonzeptes kann in zweierlei Weise erfolgen:

1. durch alleinige Modifizierung der Regelbasis
2. durch Modifizierung des Umfangs der Faktenbasis

Die Modifizierung der Faktenbasis setzt eine Modifizierung bzw. Erweiterung der Regelbasis voraus. Wenn die Regelbasis gleich bleiben soll, ist es unsinnig zusätzliche Variablen in die Faktenbasis einzufügen.

Im ersten Fall wird eine einzige Datei (die Regelbasis) geändert. Im zweiten Fall sind folgende Änderungen erforderlich:

1. Dateiänderungen
 - Kodierungsdatei
 - Regelbasis (= Produktionsdatei)
2. Programmänderungen

- Subroutinen zum Einlesen der Datei 'M5STEU.DXT' und Einschreiben in das Feld **WRKMEM**

Die Kodierungsdatei wird beim Einlesen der Regelbasis im Vorprogramm des Expertensystems dazu verwendet, die Konsistenzanalyse der Regeln und ihre Kodierung durchzuführen. Sie enthält die Liste und entsprechende Verschlüsselung aller zulässigen Variablen, Operatoren und Prädikate (siehe Anlage 4).

1. Einführung (siehe Anlage 4)

Jede Regel besteht aus zwei Teilen, dem Bedingungsteil und dem Konklusionsteil, wobei die Gültigkeit der Schlußfolgerungen (=Konklusionen) gültige Bedingungen voraussetzt. Jede einzelne Komponente der Regel (ob Bedingung oder Schlußfolgerung) ist ein sogenanntes Faktum und versteht sich als eine geordnete Reihenfolge von drei Elementen (=den syntaktischen Einheiten), die jeweils unterschiedlichen "logischen Klassen" zugeordnet werden:

Klasse 1: Variablen (z.B. **H10**, **R202S**)

Klasse 2: Operatoren (z.B. =, =R, <R, >R)

Klasse 3: Werte = Prädikate/Numerische Werte (z.B. **JA**, **NEIN**, **10**, **250**)

Ein Faktum (Bedingung bzw. Schlußfolgerung) ist dementsprechend, wie folgt, formuliert; (VARIABLE, OPERATOR, WERT).

Beispiele von Fakten:

(**H10 >R 250**) bedeutet "der Wasserstand am Pegel H10 ist höher als 250 cm über Sohle"

(**QKA = NORMA**) bedeutet "die Förderleistung in die KA unterliegt keinen besonderen Anforderungen"

Jedes syntaktische Element, ob Variable, Operator oder Prädikat, muß im Vorfeld deklariert und kodiert werden. (Dieses ermöglicht während des Ablaufs des Vorprogramms eine Syntax- und Konsistenzprüfung der Regelmenge.) Die komplette Liste aller syntaktischen Elemente (Bezeichnung + Kodierung) ist in der sogenannten Kodierungsdatei enthalten;

- Eine Variable bzw. ein Prädikat wird durch eine ASCII-Kette bezeichnet, deren Länge fünf Buchstaben ('XXXXX') beträgt.
- Ein Operator wird durch drei Buchstaben ('XXX') bezeichnet.

Anmerkungen:

- Die verwendeten Buchstaben können alle ASCII-Zeichen sein, die vom Computer nicht als Steuerungszeichen interpretiert werden.
- Falls eine Variable sich auf ein bestimmtes Einzugsgebiet, einen Stauraum oder Pumpensumpf bezieht, kann sie numeriert werden: 1: Rablinghausen, 2: HPWL, 3: Krimpel.

2. Liste und Bezeichnung der Variablen und Prädikate

Es wird zwischen Eingabe- und Ausgabedaten unterschieden:

- Eingabedaten sind alle Variablenwerte, die direkt aus der Datei 'M5STEU.DXT' gelesen (L wie Lesen) oder vor dem eigentlichen Inferenzprozeß vom XPS berechnet (B wie Berechnen)

werden und in das Feld **WRKMEM** (die Faktenbasis) eingetragen werden. Sie sind numerische Variablen zur Beschreibung des Netzzustands.

- Ausgabedaten sind alle Variablen, denen während des Inferenzprozesses ein Wert zugewiesen wird, um in das Feld **WRKMEM** eingetragen zu werden. Sie sind nicht-numerische Variablen zur Beschreibung der Steuerungsstrategie.

EINGABEDATEN

Größe : Niederschlag

1.1 gemessene Niederschlagshöhe (in 1/10 mm)

N-Höhe der letzten 5 Min im EZ Nr.i	Ri05M (L)
N-Höhe der letzten 120 Min im EZ Nr.i	Ri02S (B)

1.2 berechnete abflußwirksame Niederschlagshöhe (1/10mm)

N-Höhe der letzten 120 Min im EZ Nr.i (auf undurchlässigen Flächen)	Ni2SU (B)
N-Höhe der letzten 120 Min im EZ Nr.i (auf durchlässigen Flächen)	Ni2SD (B)

Anmerkung:

Berechnung des abflußwirksamen Regens nach einem vereinfachten Abflußbildungsansatz (siehe Teil A, Abschnitte 2.1.2 und 4.4)

Zustandsgröße : Wasserstand (H)

1. Wasserstandshöhe (cm über Sohle)

Wasserstandshöhe am Pegel Nr.i	W1Hi (L)
--------------------------------	-----------------

2. Stauraumauslastung (in m³)

Momentanauslastung des SR bezogen auf Hi	MSRi (L)
Momentanauslastung des RÜB bezogen auf Hi	MRBi (L)
"virtuelle" Auslastung des SR bezogen auf Hi	VSRi (B)

Abflußgröße : Zuflußmenge zur Kläranlage

max. Reinigungsleistung der KA (in l/s)	KAKAP
---	--------------

Größe: Volumbilanzierung über die 2 letzten Stunden

1. Zuflußvolumina aus den Einzugsgebieten in den letzten 2 Stunden (m³)

geschätzte Zuflußmenge zu SR Rabling. aus EZ1	VZU2R (B)
geschätzte Zuflußmenge zu SR HPWL aus EZ2	VZU2H (B)
geschätzte Zuflußmenge zu SR Krimpel aus EZ3	VZU2K (B)

Anmerkung:

Berechnung der Zuflußmenge nach einem vereinfachten Abflußkonzentrationsansatz (siehe Teil A, Abschnitte 2.1.3 und 4.4)

2. Abflußvolumina (VAB) aus den Stauräumen in den letzten 2 Stunden (m³)

Abflußmenge aus SR HPWL in die KA	V2SY1 (B)
Abflußmenge aus SR HPWL in die RÜB	V2SY2 (B)
Abflußmenge aus SR Krimpel in den SR HPWL	V2SY4 (B)
Abflußmenge aus SR Krimpel in die RHB	V2SY5 (B)
Abflußmenge aus Rablinghausen in den SR HPWL	V2SY6 (B)

Größe: Gütedaten

pH Wert (x 100)	PHHPW (L)
Leitfähigkeit (mS/cm x 100)	ROHPW (L)
BSB (mg/l)	BSBHP (L)
Explosionsgefahr (%UEG x 10)	EGHPW (L)
Sauerstoff-Mangel (V/V% x 10)	O2HPW (L)
H ₂ S-Gehalt (ppm x 10)	H2SHP (L)

Anmerkung:

Zur Zeit werden Güteparameter nur im HPWL gemessen. Künftig sollen aber Werte im PW-Krimpel berücksichtigt werden.

Größe: Entscheidungen im letzten Zeitschritt

Entleerung der RÜB in HPWL	LENTH
Entleerung der RÜB in Krimpel	LENTK

AUSGABEDATEN

Die meisten der vom XPS gezogenen Schlußfolgerungen (die "neuen" Fakten) sind prädikativer Natur. Das Faktum, dessen Gültigkeit überprüft wird (z.B. Regenwetterbetrieb, Befüllung der Becken), besitzt einen nicht-numerischen Wert, der im Bereich der Mathematik 'Prädikat' genannt wird. Beispiele von Schlußfolgerungen und ihren Formulierungen:

'Es ist Regenwetterbetrieb in HPWL'; (BETR2 = RWBET)
 'Die Becken von HPWL müssen befüllt werden'; (BEFHP = JA)

Größe: Unterscheidung der Betriebsarten

Betriebsart in EZ Nr. j; Variable : BETRj

Prädikate

Trockenwetterbetrieb	TWBET
Regenwetterbetrieb	RWBET

Größe: Steuerung in H P W L

Förderleistung in die KA; Variable : --QKA

Prädikate

normale Förderung in die KA	NORMA
maximal zulässige Förderung in die KA	MAXZU
erhöhte Förderung in die KA	ERHOT

Befüllung der RÜB in HPWL; Variable : BEFHP

Entleerung der RÜB in HPWL; Variable : ENTHP

Prädikate

Ob die entsprechende Aktion durchgeführt : JA/NEIN

Weser-Entlastung in HPWL; Variable : UEWES

Wasserlöse-Entlastung in HPWL; Variable : UEWAS

Prädikate

Ob die entsprechende Aktion durchgeführt wird : JA/NEIN

Größe : Steuerung in K R I M P E L

Förderleistung nach HPWL; Variable : --QY4

Prädikate

Krimpel; Normalförderung nach HPWL	NORMA
Krimpel; Vollförderung nach HPWL	VOLLF
Krimpel; reduzierte Förderung nach HPWL	REDUZ

Steuerung des Stauraums in Krimpel; Variable : SRKRI

Prädikate

Krimpel; Sammlerwasserstand etwa halten : HALTE

Befüllung der RHB in Krimpel; Variable : BEFKR

Entleerung der RHB in Krimpel; Variable : ENTKR

Prädikate

Ob die entsprechende Aktion durchgeführt wird : JA/NEIN

Größe: Gütedaten

Grenzwert eines Güteparameters in HPWL; Variable : GWHPW

Prädikate

Ob die entsprechende Warnung abgegeben wird : JA/NEIN

Größe: Steuerungsempfehlungen

Die gewählte Steuerungsstrategie wird durch Meldungen auf dem Bildschirm (maximal drei gleichzeitig) bekannt gemacht. Jede Empfehlung ist durch ihre Nummer i in der Empfehlungsdatei gekennzeichnet.

1. Meldung i; die Variable heißt : MELi

2. Deren Prädikate sind

Ob die entsprechende Empfehlung angezeigt wird : JA/NEIN

Anmerkung:

Zwischen zwei Inferenzprozessen (zwei Entscheidungsschritten) wird der Inhalt der Faktenbasis (WRKMEM) nicht gelöscht oder geändert. Daher ist es notwendig, vor jedem Entscheidungsprozeß eine Initialisierungsphase durchlaufen zu lassen:

- Eingabevariablen sind numerisch und werden mit dem Wert '-9999' initialisiert.
- Ausgabevariablen sind prädikativ und werden mit dem Wert 'NOVAL' für "NO VALUE" initialisiert.

Überarbeitung der Regelbasis - Seite 1 -

Die überarbeiteten Steuerungsregeln sind aus Gesprächen zwischen dem ASA Bremen (Albrecht) und dem IWH (Kheili) entstanden. Grundlage der Überarbeitung sind folgende Dokumente:

- die zur Zeit in Bremen geltenden Steuerungsanweisungen
- die Erkenntnisse aus dem vom BMFT finanzierten FE-Vorhaben 02-WA86470 (Teil A und B)

Die auf den nächsten Seiten dargestellte Regelbasis (= Inhalt der ASCII-Datei Regeln.dat) stellt den derzeitigen Stand der Entwicklung des Steuerungskonzept in Bremen-links-der-Weser dar. Sie setzt sich aus einzelnen Steuerungsblöcken zusammen, in denen jeweils ein getrennter Inferenzprozeß nach dem Prinzip der Vorwärts-Verkettung erfolgt.

```
C***=====
C***          PRODUKTIONSDATEI.
C***=====
C*** DIESE DATEI ENHÄLT DIE STEUERUNGSREGELN FÜR DAS ENTWÄSSERUNGS-
C*** SYSTEM BREMEN-LINKS-DER-WESER.
C*** DAS STEUERUNGSKONZEPT WURDE VON ALBRECHT/KHEILIL ZWISCHEN APRIL
C*** UND AUGUST 1992 ÜBERARBEITET.
C***=====

C***=====
C***          INITIALISIERUNGSBLOCK
C***=====
C*** OB DIE VERARBEITUNGSTUPEN DER XPS PROTOKOLLIERT WERDEN MÜSSEN
C***-----
C*** (DUMMY =R 0) -> (PRTKL =R 0)
C***-----

C***-----
C*** DIE LÄNGE DES STEUERUNGSINTERVALLS
C***-----
C*** (DUMMY =R 0) -> (STINT =R 5)
C***-----

C***-----
C*** DIE KLARAMLAGEKAPAZITÄT WIRD GESSETZT 3800 l/s
C*** ALLEN ENTSCHEIDUNGSVARIABLEN WIRD DER PRÄDIKAT 'NOVAL' (FÜR
C*** 'NO VALUE' ) ZUGEWIESEN.
C***-----

C*** (DUMMY =R 0) -> (KAKAP =R 3800)

C***-----
C*** INITIALISIERUNG DER STRATEGIE IN HPWL
C***-----
C*** (DUMMY =R 0) -> { QKA = NOVAL}(BETR2 = NOVAL)(UEWES = NOVAL)
C*** (UEWAS = NOVAL)(BEFHP = NOVAL)(EMTHP = NOVAL)

C*** (DUMMY =R 0) -> (MELO1 = NOVAL)(MELO2 = NOVAL)(MELO3 = NOVAL)
C*** (MELO4 = NOVAL)(MELO5 = NOVAL)(MELO6 = NOVAL)(MELO7 = NOVAL)

C***-----
C*** INITIALISIERUNG DER STRATEGIE IN KRIMPEL
C***-----
C*** (DUMMY =R 0) -> (BETR3 = NOVAL)(QY4 = NOVAL)(SRKRI = NOVAL)
C*** (BEFKR = NOVAL)(ENTKR = NOVAL)

C*** (DUMMY =R 0) -> (MELO8 = NOVAL)(MELO9 = NOVAL)(MELO10 = NOVAL)
C*** (MELO11 = NOVAL)(MELO12 = NOVAL)(MELO13 = NOVAL)(MELO14 = NOVAL)

C***-----
C*** INITIALISIERUNG DER STRATEGIE; DIE GÜTEDATEN
C***-----
C*** (DUMMY =R 0) -> (MEL15 = NOVAL)

AAAAA
C***=====
C*** UNTERSCHIEDUNG ZWISCHEN TROCKENWETTER- UND REGENWETTER-BETRIEB
C***-----
C*** in HPWL (EINZUGSGEBIET NR 2)
```

```

C*** R202S : NIEDERSCHLAGSHÖHE DER LETZTEN 2 STUNDEN IN HPWL
C*** BETR2 : BETRIEBSART IN HPWL
-----
(R202S >=R 20) -> (BETR2 = RWBET)

(R202S <R 20) -> (BETR2 = TWBET)

C***-----
C*** in KRIMPEL (EINZUGSGEBIET NR 3)
C*** R302S : NIEDERSCHLAGSHÖHE DER LETZTEN 2 STUNDEN IN KRIMPEL
C*** BETR3 : BETRIEBSART IN KRIMPEL
-----
(R302S >=R 20) -> (BETR3 = RWBET)

(R302S <R 20) -> (BETR3 = TWBET)

BBBB
C***-----
C*** KANALBEWIRTSCHAFTUNG IN HPWL
C***-----
C*** HPWL STEUERUNGSBLOCK 1: BESCHICKUNG KA/BEFÜLLUNG BECKEN
C***-----
C*** LISTE DER VARIABLEN:
C***-----
C*** VSR10 (EIN) : VORHERGESEHENE SR-AUSLASTUNG IN HPWL
C*** WIH10 (EIN) : WASSERSTAND AM PEGEL H10
C***-----
C*** LISTE DER ENTSCHEIDUNGEN
C***-----
C*** QKA (AUS) : BESCHICKUNG DER KLÄRANLAGE
C*** BEFHP (AUS) : BEFÜLLUNG DER BECKEN IN HPWL
C***-----
(VSR10 <=R 15000) -> (QKA = NORMA)(BEFHP = NEIN)

(VSR10 >R 15000)(VSR10 <=R 30000)(WIH10 <=R 300) ->
(QKA = NORMA)(BEFHP = NEIN)

(VSR10 >R 15000)(VSR10 <=R 30000)(WIH10 >R 300)(WIH10 <=R 400) ->
(QKA = MAXZU)(BEFHP = NEIN)

(VSR10 >R 15000)(VSR10 <=R 30000)(WIH10 >R 400) ->
(QKA = MAXZU)(BEFHP = JA)

(VSR10 >R 30000) (WIH10 <=R 300) ->(QKA = MAXZU)(BEFHP = NEIN)

(VSR10 >R 30000) (WIH10 >R 300) ->(QKA = MAXZU)(BEFHP = JA)

BBBB
C***-----
C*** HPWL STEUERUNGSBLOCK 2: ENTLASTUNG WES/WAS UND ERHÖHTE FORDERUNG
C*** IN DIE KA
C***-----
C*** LISTE DER VARIABLEN:
C***-----
C*** WIH10 : WASSERSTAND AM PEGEL IM PUMPENSUMPF H10
C*** WIH27 : WASSERSTAND AM PEGEL IM UMLAUFGERINNE H27
C***-----
C*** LISTE DER ENTSCHEIDUNGEN
C***-----

```

```

C*** BEFHP : BEFÜLLUNG DER BECKEN IN HPWL
C*** UEWES : ENTLASTUNG IN DIE WESER IN HPWL
C*** UEWAS : ENTLASTUNG IN DIE WASSERLÖSE IN HPWL
C*** QKA : BESCHICKUNG DER KLÄRANLAGE
C***-----

(WIH27 >=R 0)(WIH27 <=R 50) -> (UEWES = NEIN) (UEWAS = NEIN)

(WIH27 >R 50)(WIH27 <=R 400)(BEFHP = NEIN) -> (UEWES = NEIN) (UEWAS = NEIN)

(WIH27 >R 50)(WIH27 <=R 400)(BEFHP = JA) -> (UEWES = JA) (UEWAS = NEIN)

(WIH27 >R 400)(BEFHP = JA)( WIH10 <=R 450) -> (UEWES = JA)(UEWAS = NEIN)

(WIH27 >R 400)(BEFHP = JA)( WIH10 >R 450)( WIH10 <=R 465) ->
(UEWES = JA)(UEWAS = NEIN)( QKA = ERHOT)

(WIH27 >R 400)(BEFHP = JA)( WIH10 >R 465) ->
(UEWES = JA)(UEWAS = JA)( QKA = ERHOT)

BBBB
C***-----
C*** HPWL STEUERUNGSBLOCK 3: ENTLERUNG
C***-----
C*** LISTE DER ZUSTANDSVARIABLEN:
C***-----
C*** GIBT ES NOCH MISCHWASSER IN DEN BECKEN ?
C***-----
C*** WIH11 : WASSERSTAND IM BECKEN HPWL
C*** WIH12 : WASSERSTAND IM BECKEN HPWL
C***-----
C*** BEFHP : BEFÜLLUNG DER BECKEN IN HPWL
C*** QKA : BESCHICKUNG DER KLÄRANLAGE
C*** R202S : NIEDERSCHLAGSHÖHE IN HPWL ÜBER DIE 2 LETZTEN STUNDEN
C*** WIH10 : WASSERSTAND IM PEGEL H10
C*** LENYH : ENTLERUNGSSTATUS IM VORHERIGEN STEUERUNGSSCHRITT
C***-----
C*** LISTE DER ENTSCHEIDUNGEN
C***-----
C*** ENYHP : ENTLERUNGSSTATUS IM LAUFENDEN SCHRITT
C***-----
(WIH12 >=R 10)( BEFHP = NEIN)(QKA = NORMA)(R202S <=R 2)(LENYH = NEIN)
(WIH10 <=R 200) -> (ENYHP = JA)

(WIH11 >=R 10)( BEFHP = NEIN)(QKA = NORMA)(R202S <=R 2)(LENYH = NEIN)
(WIH10 <=R 200) -> (ENYHP = JA)

(WIH12 >=R 10)( BEFHP = NEIN)(QKA = NORMA)(R202S <=R 2)(LENYH = JA)
(WIH10 <=R 280) -> (ENYHP = JA)

(WIH11 >=R 10)( BEFHP = NEIN)(QKA = NORMA)(R202S <=R 2)(LENYH = JA)
(WIH10 <=R 280) -> (ENYHP = JA)

BBBB
C***-----
C*** KRIMPEL STEUERUNGSBLOCK 1: BEWIRTSCHAFTUNG DES STAURAUMS
C***-----
C*** LISTE DER EINGABEVARIABLEN:
C***-----

```

C*** VSR22 : POTENTIELLE STAURADMAUSLASTUNG
C*** W1H22 : WASSERSTAND IM PEGEL H22

C***-----
C*** LISTE DER ENTSCHEIDUNGEN
C***-----
C*** QY4 : FÖRDERUNG IN RICHTUNG HPWL
C*** BEFKR : BEFÜLLUNG DER BECKEN IN KRIMPEL
C*** BEFHP : BEFÜLLUNG DER BECKEN IN HPWL
C***-----

C*** VSR22 UNKRITISCH
(BEFHP = NEIN)(VSR22 <=R 3000) -> (QY4 = NORMA)(BEFKR = NEIN)

(BEFHP = JA)(VSR22 <=R 3000) -> (QY4 = REDUZ)(BEFKR = NEIN)

C*** VSR22 WIRD GRÖßER
(VSR22 >R 3000)(VSR22 <=R 5000) -> (QY4 = NORMA)(SRKRI = HALTE)
(BEFKR = NEIN)

C*** VSR22 KRITISCH
(VSR22 >R 5000)(MRB23 <=R 80)(W1H22 <=R 220) -> (BEFKR = JA)(SRKRI = HALTE)

(VSR22 >R 5000)(MRB23 >R 80)(MRB23 <=R 95)(W1H22 <=R 220) ->
(BEFKR = JA)(QY4 = VOLLF)

(VSR22 >R 5000)(MRB23 <=R 95)(W1H22 >R 220) -> (BEFKR = JA)(QY4 = VOLLF)

(VSR22 >R 5000)(MRB23 >R 95)(W1H22 <=R 220) ->(BEFKR = NEIN)(SRKRI = HALTE)

(VSR22 >R 5000)(MRB23 >R 95)(W1H22 >R 220) ->(BEFKR = NEIN)(QY4 = VOLLF)

BBBBB
C***-----
C*** KRIMPEL STEUERUNGSBLOCK 2: ENTLEERUNGSPHASE
C***-----
C*** LISTE DER ZUSTANDSVARIABLEN:
C***-----

C*** W1H22 : WASSERSTAND ÜBER SOHLE IM PUMPENSUMPF KRIMPEL (CM)
C*** W1H10 : WASSERSTAND ÜBER SOHLE IM PUMPENSUMPF HPWL (CM)
C*** BEFKR : BEFÜLLUNG DER BECKEN IN KRIMPEL (JA/NEIN)
C*** R302S : NIEDERSCHLAGSHÖHE DER LETZTEN BEIDEN STUNDEN IN KRIMPEL (1/10 MM)
C*** LEWTK : ENTSCHEIDUNG ÜBER DIE ENTLEERUNG IN KRIMPEL IM LETZTEN ZEITSCHRITT
C***-----

C*** LISTE DER ENTSCHEIDUNGEN
C***-----
C*** ENTKR : ENTLEERUNG DER BECKEN IN KRIMPEL
C***-----

(BEFKR = NEIN)(LEWTK = NEIN)(W1H22 <=R 130)(W1H10 <=R 180)(R302S <=R 2)
(W1H23 >R 40) -> (ENTKR = JA)

(BEFKR = NEIN)(LEWTK = JA)(W1H22 <=R 180)(W1H10 <=R 180)(R302S <=R 2)
-> (ENTKR = JA)

BBBBB
C***-----
C*** GÜTENDATEN
C***-----

C*** LISTE DER EINGABEVARIABLEN:
C***-----
C*** PHHPW : pH WERTE
C*** ROHPW : LEITFÄHIGKEIT
C*** BGHPW : EXPLOSIONSGEFAHR
C*** H2SHP : H2S KONZENTRATION
C*** O2HPW : O2 KONZENTRATION
C***-----
C*** LISTE DER ENTSCHEIDUNGEN
C***-----
C*** GWHPW : ÜBERSCHREITUNG EINES GRENZWERTES IN HPWL
C***-----
C*** ES WERDEN NUR GÜLTIGE WERTE (> 0) BETRACHTET
C***-----

(PHHPW >R 1000) -> (GWHPW = JA)

(PHHPW >R 0) (PHHPW <=R 600) -> (GWHPW = JA)

(ROHPW >R 300) -> (GWHPW = JA)

(APW >R 250) -> (GWHPW = JA)

(H2SHP >R 50) -> (GWHPW = JA)

(O2HPW >R 170) -> (GWHPW = JA)

BBBBB
C***-----
C*** AUSGABE DER EMPFEHLUNGEN
C***-----
C*** EMPFEHLUNGEN FÜR DEN BEREICH HPWL
C***-----

(BETR2 = TWBET) -> (MEL01 = JA)

(QKA = MAXZU) -> (MEL02 = JA)

(BEFHP = JA)(UEWES = NEIN)(UEWAS = NEIN) -> (MEL03 = JA)

(AP = JA)(UEWES = JA)(UEWAS = NEIN) -> (MEL04 = JA)

(BEFHP = JA)(UEWES = JA)(UEWAS = NEIN) (QKA = ERROT)
-> (MEL04 = NEIN)(MEL05 = JA)

(BEFHP = JA)(UEWAS = JA) -> (MEL06 = JA)

(ENTHP = JA) -> (MEL07 = JA)

C***-----
C*** EMPFEHLUNGEN FÜR DEN BEREICH KRIMPEL
C***-----

(BETR3 = TWBET) -> (MEL08 = JA)

(QY4 = VOLLF)(BEFKR = NEIN) -> (MEL09 = JA)

(QY4 = REDUZ)(BEFKR = NEIN) -> (MEL10 = JA)

(SRKRI = HALTE)(BEFKR = NEIN) -> (MEL11 = JA)

(QY4 = REDUZ)(BEFKR = JA) -> (MEL12 = JA)

(QY4 = VOLLF)(BEFKR = JA) -> (MEL13 = JA)

(ENTKR = JA) -> (MEL14 = JA)

C***-----
C*** WARNUNG BEZÜGLICH DER GRENZWERTÜBERSCHREITUNG

C***-----
(GWHPW = JA) -> (MEL15 = JA)

BBBBB

C***-----
C*** SPEICHERUNG DES ENTLERUNGSTATUS DES LETZTEN ZEITSCHRITTES

C***-----
(DUMMY =R 0) -> (LENTH =V ENTHP)

(DUMMY =R 0) -> (LENTK =V ENTKR)

ENDE

LITERATURVERZEICHNIS

ALBRECHT, 1992, "ZDAS Li -Empfehlungen", ASA intern, nicht veröffentlicht

ALBRECHT, 1992, "Beschreibung der Steuerungslogik in HPWL und Krimpel", ASA intern, nicht veröffentlicht

KHELIL, 1989, "Steuerung des Kanalnetzes in Bremen-links-der-Weser mit einem Expertensystem", Zwischenbericht Forschungsvorhaben 02-WA86470, Teil B

KHELIL, 1990, "Steuerung eines Mischsystems zur Verbesserung der Gewässergüte und zur Verminderung der Betriebskosten - Wissenschaftliche Erarbeitung von Steuerungskonzepten -", Abschlußbericht Forschungsvorhaben 02-WA86470, Teil B

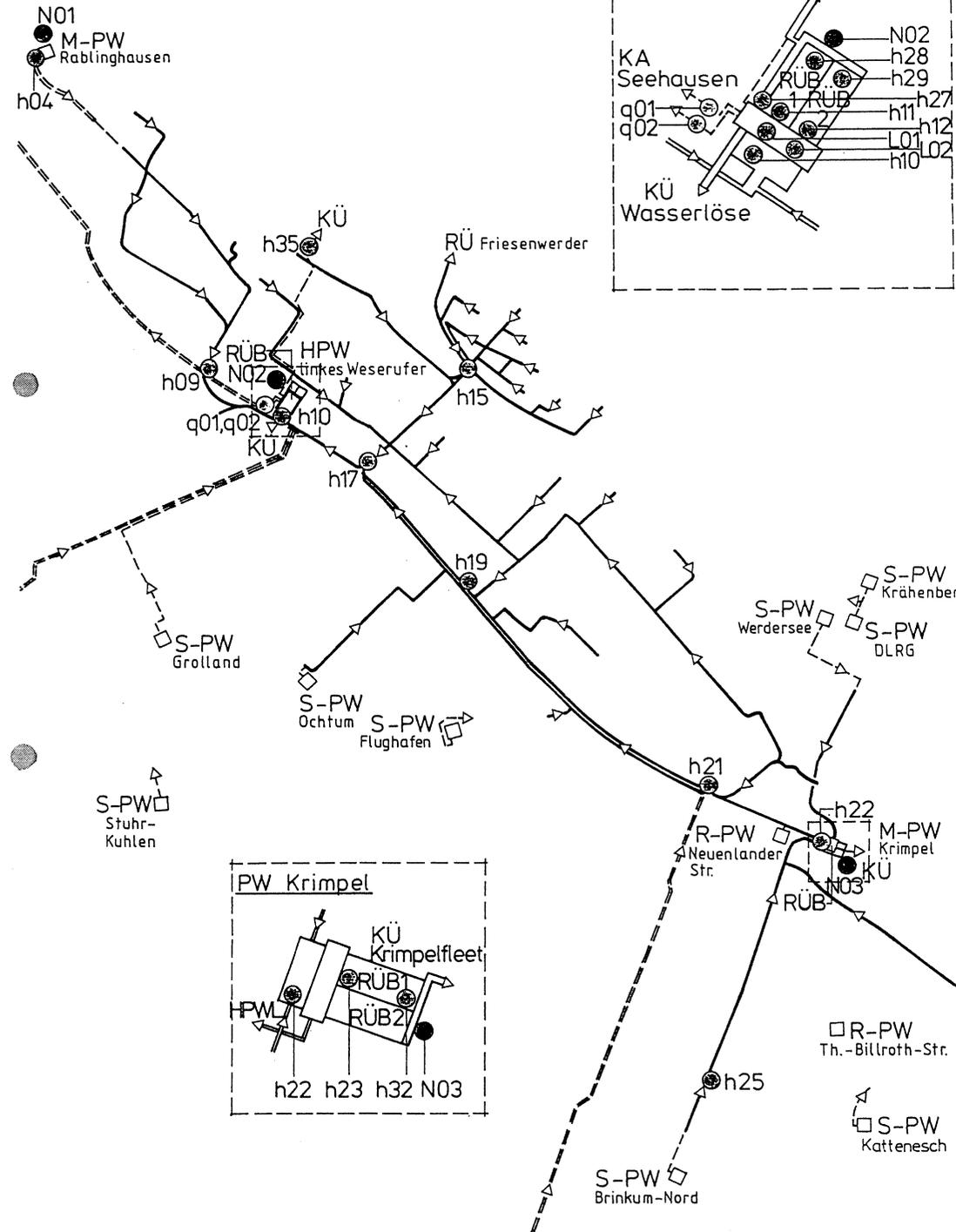
KHELIL, SEMKE, 1991, "Quantifizierung der Unsicherheiten bei der Abflußberechnung in städtischen Entwässerungssystemen", Abschlußbericht des Forschungsprojekts DFG SI 242/7-2

NEUMANN, 1991, "Utilisation de certaines méthodes de classification automatique pour la prévision de pluie à l'aide de l'image radar", Dissertation, CERGRENE, Paris

SCHÜTZE, 1990, "Anwendung von Extrapolationmethoden zur Rekonstruktion ausgefallener Meßwerte in städtischen Kanalnetzen", Diplomarbeit am Institut für Angewandte Mathematik und am Institut für Wasserwirtschaft der Universität Hannover

WINTER, BROLL-BICKHARDT, "Steuerung eines Mischsystems zur Verbesserung der Gewässergüte und zur Verminderung der Betriebskosten - Wissenschaftliche Erarbeitung von Steuerungskonzepten -", Abschlußbericht Forschungsvorhaben 02-WA86470, Teil A

**ANLAGE 1
BESCHREIBUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS**



Anmerkungen zu den Tabellen 1-2:

1. Beschickung der KA

Die Förderleistung einer Schmutzwasserpumpe (Y1.i) ist davon abhängig, ob eine einzelne (Q=1,1m³/s) oder beide Druckrohrleitungen (Q=1,3m³/s) zur Kläranlage beschickt werden.

2. Befüllung der Becken

Die Förderleistung der Pumpenschnecken (Y2.i) in die Becken ist weitgehend unabhängig vom Wasserstand im Pumpensumpf.

3. Entlastung

Unter günstigen Bedingungen erfolgt die Entlastung in die Weser ohne Einsatz der Pumpen durch Öffnen des Entlastungsschiebers (Sohlhöhe=1,80 mNN; φ=1000mm).

Unter ungünstigen Randbedingungen (bei hohem Wasserstand in der Weser oder Behinderung des Fließvorgangs wegen vorhandener Luftblasen im Entlastungsrohr) muß eine der beiden Entlastungspumpen (Y3.1 oder Y3.2) angeschaltet werden. Ihre Förderleistung wird maßgeblich vom Wasserstand in der Weser beeinflusst.

Wenn trotz Entlastung in die Weser der Wasserstand im Umlaufgerinne weiter ansteigt, erfolgt eine Entlastung in die Wasserlöse durch ein Wehr (Wehrkante=4,13mNN)

4. Entleerung der Becken

Die Entleerung der Becken erfolgt durch einen Schieber, dessen Abflußleistung durchschnittlich 0,8 m³/s beträgt. Der Schieber kann ebenfalls in der Anfangsphase zur Befüllung der Becken eingesetzt werden, um Energiekosten zu sparen

5. Prinzip der Linearität der Förderleistung

Wenn mehrere Pumpen gleichzeitig eingeschaltet sind, gleicht in erster Näherung ihre gesamte Förderleistung der Summe der einzelnen Förderleistungen

Anmerkung :

Darstellungen der Steuerungs- bzw. Meßeinrichtungen sind in Abbildungen Abb. 2a-2b angezeigt.

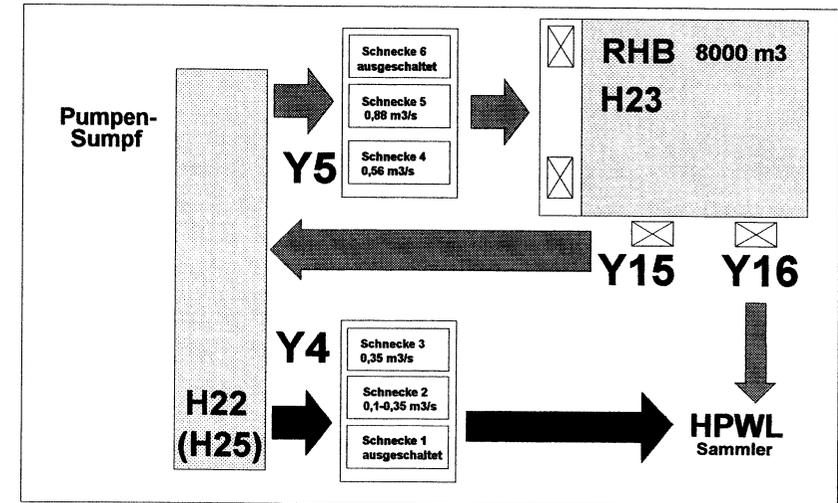


Abb.2. a: Darstellung des Pumpwerkes Krimpel

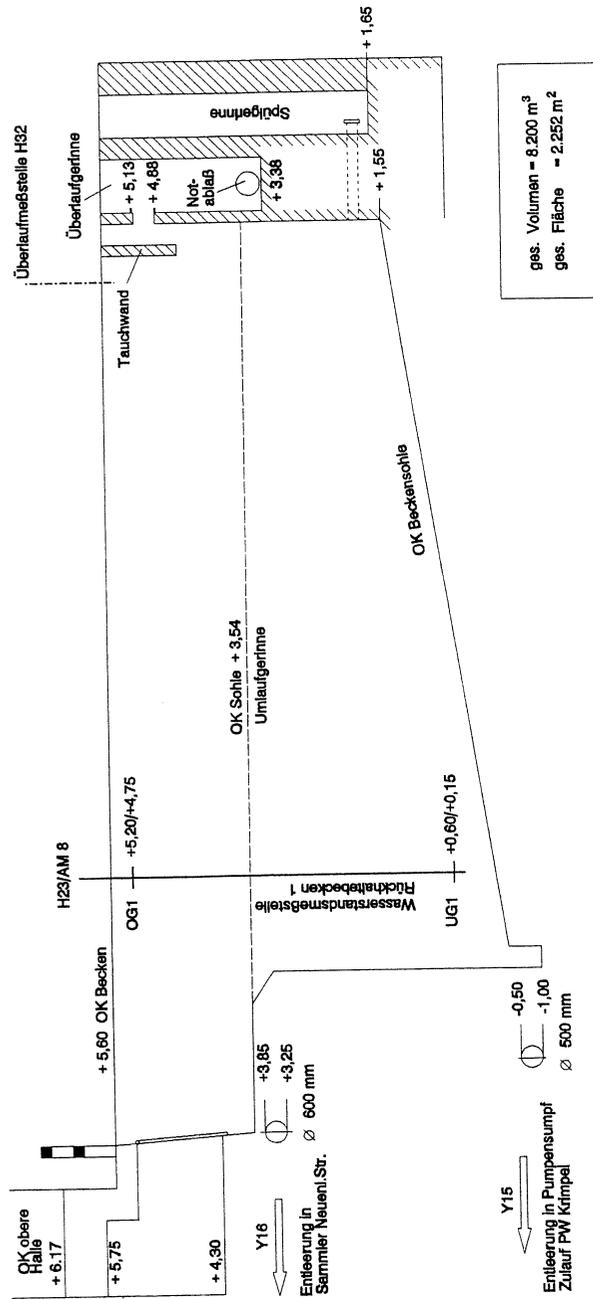
Förderrichtung	Bezeichnung	Typ	Liste der Elemente
Pumpensumpf-HPWLSR	Y4	P	Y4.1, Y4.2, Y4.3
RÜB-HPWL SR	Y16	Sb	Y16
RÜB-Pumpensumpf	Y15	Sb	Y15
Pumpensumpf-RÜB	Y5	PS	Y5.1, Y5.2, Y5.3

Tab.4: Liste der Steuerungseinrichtungen in Krimpel

Element	Typ	Förderleistung (m ³ /s)
Y4.1	PS	0,11
Y4.2	PS	0,01-0,35
Y4.3	PS	0,35
Y5.1	PS	0,56
Y5.2	PS	0,88
Y5.3	PS	---
Y15	Sb	0,8
Y16	Sb	0,8

Tab. 5: Förderleistung der Steuerungsorgane in Krimpel

Abb.2b : PW Krimpel



- ANLAGE 1 : KRIMPEL

Anmerkungen zu den Tabellen 4-5 :

1. Beschickung nach HPWL

Die Förderschnecke Nr. 2 in Krimpel (Y4.2) ist geregelt, sodaß ein vom Maschnisten angegebener Wasserstand im Pumpensumpf (H22) eingehalten wird.

2. Befüllung der RÜB

Die Förderschnecke Nr.5 (Y5.2, 0,88m³/s) ist z.Zt. nicht vom HPWL einschaltbar. In Zukunft wird es möglich sein, manuell die Schnecke in Betrieb zu nehmen.

Die Förderschnecke Nr. 6 in Krimpel (Y5.3, >1,5m³/s) ist z.Zt. außer Betrieb.

3. Entleerung der RÜB

Die Entleerung der Becken in Krimpel kann durch zwei Schieber (Y15,Y16) in Abhängigkeit vom Wasserstand geschehen. Wenn der Wasserstand hoch (>3,25mNN=Becken relativ voll) ist, kann das Mischwasser durch Y16 (φ=600mm) direkt in den HPWL-Sammler fließen. Bei niedrigem Wasserstand (<3,25mNN=Becken weitgehend leer) muß das Mischwasser durch Y15 (Sohlhöhe=-1,mNN, φ=500mm) erst in den Pumpensumpf fließen, bevor es von Y4 in den HPWL-Sammler weiter befördert wird. Wie im Fall HPWL betragen die mittleren Durchflußraten 0,8m³/s.

4. Entlastung

Demnächst wird im PW-Krimpel jegliche Entlastung in das Krimpelfleet unterbunden. Aus diesem Grund ist das vorhandene Entlastungswehr in den Abbildungen nicht mehr dargestellt.

5. Prinzip der Linearität der Förderleistung

Wenn mehrere Pumpen gleichzeitig eingeschaltet werden, gleicht in erster Näherung die gesamte Förderleistung der Summe der einzelnen Förderleistungen.

Pegel	Standort	Sondennull (mNN)	Meßbereich (m)	Kanalsohlhöhe (mNN)	Oberkante (mNN)
H22	Pumpensumpf	-1,66	4,00	-1,86	4,56
H23	Becken	-0,10	6,0	-0,45	4,80

Tab.6 : Liste der Wasserstandspegel im PW Krimpel

Anmerkungen zu Tab. 6 :

1. Messung der Entlastungsmenge

An der Entlastungsstelle in Krimpel (Überlaufwehr) gibt es einen Wasserstandspegel (H32), dessen Aufzeichnungen aus zwei Gründen kaum von Bedeutung sind:

- ANLAGE 1 : KRIMPEL

1) Obwohl eine Entlastung in das Krimpelfleet theoretisch möglich war, wurde in den letzten Jahren keine Vollfüllung der RÜB registriert. (Der Grund dafür liegt zum großen Teil an der kleinen Förderkapazität der Befüllungsschnecken).

2) In Zukunft sind Entlastungen in das Krimpelfleet ganz untersagt.

- ANLAGE 1 : PW RABLINGHAUSEN-

Förderrichtung	Bezeichnung	Typ	Liste der Elemente
Pumpensumpf-HPWL SR	Y6	P	Y6.1, Y6.2, Y6.3

Tab.7: Liste der Steuerungseinrichtungen in Rablinghausen

Element	Type	Förderleistung (m ³ /s)
Y6	P	0,276 (1)

Tab.8: Förderleistung der Steuerungsorgane in Rablinghausen

Anmerkung zu den Tabellen 7-8 :

1. Steuerung der Pumpen

Wenn die Pumpen Y6.1, Y6.2, Y6.3 gleichzeitig eingeschaltet werden, hat der Durchfluß einen maximalen Wert von 0,276 m³/s.

Y6 ist z.Zt. lokal gesteuert (Angabe von Schalthöhen). Es wird derzeit überlegt, ob eine Verbundsteuerung des Pumpwerks sinnvoll ist. Der Stauraum in Rablinghausen beträgt jedoch weniger als 1000 m³ (vgl. HPWL 31000 m³, Krimpel 6000m³). Eine Ausnutzung der vorhandenen Kapazität ist deshalb zweitrangig.

Pegel	Standort	Sondennull (mNN)	Meßbereich (m)	Kanalsohlhöhe (mNN)	Geländeoberkante (mNN)
H04	Pumpensumpf	-0,53	6,00	-1,19	3,81

Tab.9: Meßstellen in Rablinghausen

- ANLAGE 1 : DER ENTWÄSSERUNGSKANAL-

Im Kanal außerhalb der Pumpwerke werden nur Wasserstände gemessen, die die Auslastung der Stauräume überwachen. Zur Darstellung der Meßnetzes siehe Abb. 3.

Pegel	Standort	Sondennull (mNN)	Meßbereich (m)	Kanalsohlhöhe (mNN)	Kanalscheitel (mNN)	Geländeoberkante (mNN)
H17	Hohentorstr./Heerstr.	-0,68	3,0	0,35	2,15	4,61
H21	Neuenländer/Lärmstr.	1,43	2,00	1,28	2,68	4,50
H19	Neuenländer/Meyerstr.	-0,58	4,0	-0,85	2,40	5,13
H09	S.Hempenweg	0,43	3,00	0,08	2,10	5,20

Tab.10 : Wasserstands-Meßstellen im Kanal (Einzugsgebiet HPWL)

Pegel	Standort	Sondennull (mNN)	Meßbereich (m)	Kanalsohlhöhe (mNN)	Kanalscheitel (mNN)	Geländeoberkante (mNN)
H25	Kattenturmerstr.	1,14	2,00	0,90	2,10	4,61

Tab.11 : Wasserstands-Meßstellen im Kanal (Krimpel)

- ANLAGE 1 : GEMESSENE SPEICHERKENNLINIEN-

Ausgehend von der gemessenen Wasserstandhöhe an einem bestimmten Pegel kann mit Hilfe von Speicherkennlinien die Stauraumauslastung oberhalb dieses Pegels geschätzt werden. Zur on-line Beurteilung der momentanen Auslastung des Kanalraumes sind folgende Pegel von besonderer Bedeutung; **H10, (H09), H22, (H25), H04**

Stauraum HPWL

H10 ist der wichtigste Pegel im Kanal, weil er Auskunft über die Auslastung des gesamten Stauraumes in HPWL ermöglicht. Falls die doppelte Meßstelle in H10 ausfallen sollte (sehr unwahrscheinlich), wird zur Bestimmung der Steuerungsentscheidungen auf die Daten von Pegel H09 zurückgegriffen. Untersuchungen des Entwässerungssystems mit dem Modell HYSTEM-EXTRAN (siehe SCHÜTZE, 1991) haben gezeigt, daß Pegel H09 statistisch die beste Korrelation zu H10 aufweist.

Stauraum Krimpel

H22 ist der zweitwichtigste Pegel. Er ermöglicht eine Abschätzung der Auslastung im Einzugsgebiet Krimpel. Falls der Pegel H22 ausfallen sollte, müssen die Meßdaten von H25 herangezogen werden. Detaillierte Aufzeichnungen der Pegelganglinien während mehrerer Ereignisse haben gezeigt, daß beide Pegel ungefähr gleiche Wasserstandswerte liefern, wenn der Wasserstand im Pumpensumpf Krimpel ca. 3m über Sohle (bzw. 1,14 mNN) beträgt. Dieses stimmt mit der Tatsache überein, daß das Wasserstandsgefälle (bzw. Energiegefälle) im Stauraum gering ist. Anlage 3 zeigt ein Vergleich der gemessenen Ganglinien in H22 und H25.

Stauraum Rablinghausen

Die Stauraumauslastung in Rablinghausen wird durch die Aufzeichnungen von Pegel H04 überwacht.

Im folgenden sind Tabellen und Kurven der 'gemessenen' Speicherkennlinie für 5 Pegel **H04, H09, H10, H22, H25** aufgezeigt. Diese gemessenen Kurven wurden zudem durch Polynome approximiert, deren Charakteristiken (Werte der Koeffizienten und geschätzte Genauigkeit) ebenso im folgenden Abschnitt angezeigt werden. Diese Approximationsfunktionen ermöglichen eine schnelle Berechnung der Stauraumauslastung mit hinreichender Genauigkeit.

H04		H09		H10	
Wasser-stand (mNN)	Auslas-tung (m**3)	Wasser-stand (mNN)	Auslas-tung (m**3)	Wasser-stand (mNN)	Auslas-tung (m**3)
-1.06	0.	0.06	0.	-2.39	0.
-0.96	2.	.16	18.	-2.29	20.
-0.86	6.	.26	64.	-2.19	74.
-0.76	11.	.36	155.	-2.09	154.
-0.66	19	.46	284.	-1.99	246.
-0.56	30.	.56	440.	-1.89	374.
-0.46	43.	.66	620.	-1.79	522.
-0.36	59.	.76	818.	-1.69	691.
-0.26	77.	.86	1038.	-1.59	872.
-0.16	99.	.96	1293.	-1.49	1075.
-0.06	124.	1.06	1567.	-1.39	1288.
0.04	150.	1.16	1853.	-1.29	1524.
0.14	180.	1.26	2154.	-1.19	1784.
0.24	211.	1.36	2469.	-1.09	2059.
0.34	244.	1.46	2795.	-0.99	2362.
0.44	277.	1.56	3130.	-0.89	2689.
0.54	309.	1.66	3473.	-0.79	3033.
0.64	339.	1.76	3813.	-0.69	3390.
0.74	366.	1.86	4119.	-0.59	3759.
0.84	391.	1.96	4378.	-0.49	4149.
0.94	419.	2.06	4580.	-0.39	4562.
1.04	445.	2.16	4749.	-0.29	4986.
1.14	471.	2.26	4892.	-0.19	5426.
1.24	498.	2.36	4998.	-0.09	5889.
1.34	523.	2.46	5069.	0.01	6415.
1.44	545.	2.56	5120.	0.1	6986.
1.54	566.	2.66	5163.	0.2	7589.
1.64	586.	2.76	5192.	0.3	8245.
1.74	604.	2.86	5207.	0.4	8966.
1.84	619.	2.96	5217.	0.5	9736.
1.94	632.	3.06	5225.	0.6	10550.
2.04	644.	3.16	5230.	0.7	11422.
2.14	655.	3.26	5236.	0.8	12349.
2.24	664.	3.36	5242.	0.9	13328.
2.34	671.	3.46	5250.	1.0	14330.
2.44	678.	3.56	5259.	1.1	15373.
2.54	683.	3.66	5267.	1.2	16482.
2.64	687.	3.76	5274.	1.3	17643.
2.74	691.	3.86	5282.	1.4	18851.
2.84	695.	3.96	5289.	1.5	20110.

Tab. 12: gemessene Speicherkenlinien in H04, H09, H10

H04		H09		H10	
Wasser-stand (m NN)	Auslas-tung (m**3)	Wasser-stand (m NN)	Auslas-tung (m**3)	Wasser-stand (m NN)	Auslas-tung (m**3)
2.94	698.	4.06	5296.	1.6	21451.
3.04	700.	4.16	5302.	1.7	22889.
3.14	703.	4.26	5307.	1.8	24392.
3.24	707.	4.36	5311.	1.9	25939.
3.34	712.	4.46	5313.	2.0	27501.
3.44	718.	4.56	5315.	2.1	29042.
3.54	723.	4.66	5315.	2.2	30580.
3.64	728.	4.76	5315.	2.3	32125.
3.74	732.	4.86	5315.	2.4	33647.
3.84	735.	4.96	5315.	2.5	35140.

Tab. 12: gemessene Speicherkenlinien in H04, H09, H10 (Fortsetzung)

H25		H22	
Wasser-stand (mNN)	Auslas-tung (m**3)	Wasser-stand (mNN)	Auslas-tung (m**3)
0.94	0.	-.77	0.
1.04	6.	-.67	6.
1.14	20.	-.57	17.
1.24	48.	-.47	33.
1.34	90.	-.37	54.
1.44	143.	-.27	78.
1.54	204.	-.17	108.
1.64	273.	-.07	140.
1.74	353.	.03	172.
1.84	440.	.13	218.
1.94	527.	.23	272.
2.04	616.	.33	340.
2.14	708.	.43	428.
2.24	798.	.53	546.
2.34	881.	.63	685.
2.44	956.	.73	846.
2.54	1023.	.83	1032.
2.64	1089.	.93	1236.
2.74	1153	1.03	1466.
2.84	1210.	1.13	1719.
2.94	1261.	1.23	2010.
3.04	1304.	1.33	2338.
3.14	1339.	1.43	2673.
3.24	1369.	1.53	3034.
3.34	1397.	1.63	3384.
3.44	1418.	1.73	3712.
3.54	1433.	1.83	4014.
3.64	1444.	1.93	4279.
3.74	1453.	2.03	4512.
3.84	1459.	2.13	4722.
3.94	1463.	2.23	4913.
4.04	1466.	2.33	5081.
4.14	1468.	2.43	5225.
4.24	1469.	2.53	5350.
4.34	1470.	2.63	5466.
4.44	1470.	2.73	5582.
4.54	1470.	2.83	5686.
4.64	1470.	2.93	5782.
4.74	1471.	3.03	5868.
4.84	1471.	3.13	5943.

Tab. 13: gemessene Speicherkenlinien in H22, H25

H25		H22	
Wasser-stand (mNN)	Auslas-tung (m**3)	Wasser-stand (mNN)	Auslas-tung (m**3)
4.94	1471.	3.23	6010.
5.04	1471.	3.33	6072.
5.14	1471.	3.43	6124.
5.24	1471.	3.53	6166.
5.34	1471.	3.63	6202.
5.44	1471.	3.73	6230.
5.54	1471.	3.83	6255.
5.64	1471.	3.93	6272.
5.74	1471.	4.03	6290.
5.84	1471.	4.13	6306.

Tab. 13: gemessene Speicherkenlinien in H22, H25 (Fortsetzung)

II) Berechnung der Genauigkeit der Näherungsfunktion:

Gewichteter mittlerer quadratischer Fehler : 348. (m³)
 Maximaler absoluter Fehler an den Stützstellen : 120. (m³)
 Mittlerer absoluter Fehler an den Stützstellen : 39. (m³)

Approximation der Speicherkennlinie von H22 (Krimpel)

N (-)	$\phi(X)$ (m ³)	C(N) (-)
0	1	93.2173
1	X	345.6106
2	X ²	875.1855
3	X ³	480.2547
4	X ⁴	-323.2206
5	X ⁵	41.8134

Tab. 17 : H22, Koeffizienten der Ausgleichsfunktion $\phi(X)=C(N)*X^{**N}$

II) Berechnung der Genauigkeit der Näherungsfunktion:

Gewichteter mittlerer quadratischer Fehler : 647.
 Maximaler absoluter Fehler an den Stützstellen : 181.
 Mittlerer absoluter Fehler an den Stützstellen : 77.

Approximation der Speicherkennlinie von H25

N (-)	$\phi(X)$ (m ³)	C(N) (-)
0	1	1495.2910
1	X	-3425.2430
2	X ²	2441.3280
3	X ³	-534.1040
4	X ⁴	21.2345
5	X ⁵	3.2848

Tab. 18: H25, Koeffizienten der Ausgleichsfunktion $\phi(X)=C(N)*X^{**N}$

II) Berechnung der Genauigkeit der Näherungsfunktion:

Gewichteter mittlerer quadratischer Fehler : 25. (m³)
 Maximaler absoluter Fehler an den Stützstellen : 9. (m³)
 Mittlerer absoluter Fehler an den Stützstellen : 4. (m³)

Approximation der Speicherkennlinie von H04 (Rablinghausen)

N (-)	$\phi(X)$ (m ³)	C(N) (-)
0	1	145.5153
1	X	271.4583
2	X ²	67.4096
3	X ³	-55.3541
4	X ⁴	7.6488
5	X ⁵	.0380

Tab. 14 : H04, Koeffizienten der Ausgleichsfunktion $\phi(X)=C(N)*X^{**N}$

II) H04: Berechnung der Genauigkeit der Näherungsfunktion:

Gewichteter mittlerer quadratischer Fehler : 25. (m³)
 Maximaler absoluter Fehler an den Stützstellen : 9.0 (m³)
 Mittlerer absolute Fehler an den Stützstellen : 2.8 (m³)

Approximation der Speicherkennlinie von H09

N (-)	$\phi(X)$ (m ³)	C(N) (-)
0	1	220.8920
1	X	-1875.4080
2	X ²	4689.1850
3	X ³	-1781.3280
4	X ⁴	216.7259
5	X ⁵	-3.8637

Tab. 15 : H09, Koeffizienten der Ausgleichsfunktion $\phi(X)=C(N)*X^{**N}$

II) Berechnung der Genauigkeit der Näherungsfunktion:

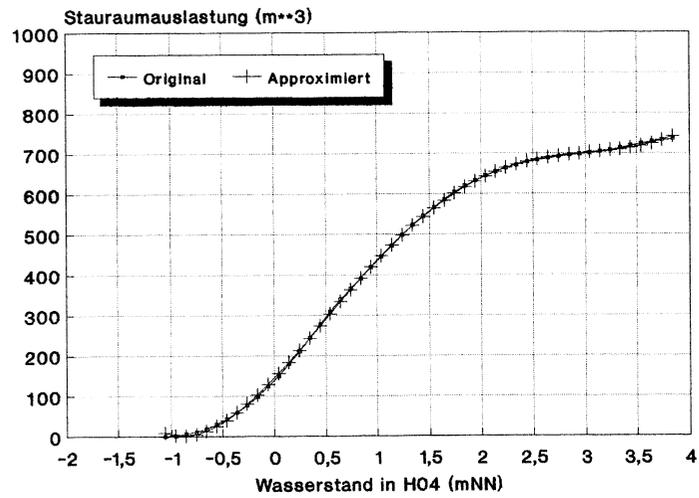
Gewichteter mittlerer quadratischer Fehler : 528. (m³)
 Maximaler absoluter Fehler an den Stützstellen : 145. (m³)
 Mittlerer absoluter Fehler an den Stützstellen : 72. (m³)

Approximation der Speicherkennlinie von H10 (HPWL)

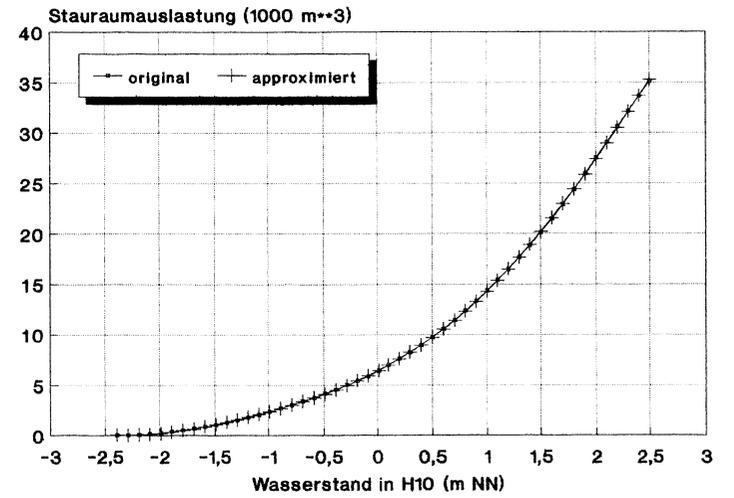
N (-)	$\phi(X)$ (m ³)	C(N) (-)
0	1	6417.1840
1	X	5539.4690
2	X ²	1920.5240
3	X ³	454.1511
4	X ⁴	-18.5767
5	X ⁵	-34.7887

Tab. 16 : H10, Koeffizienten der Ausgleichsfunktion $\phi(X)=C(N)*X^{**N}$

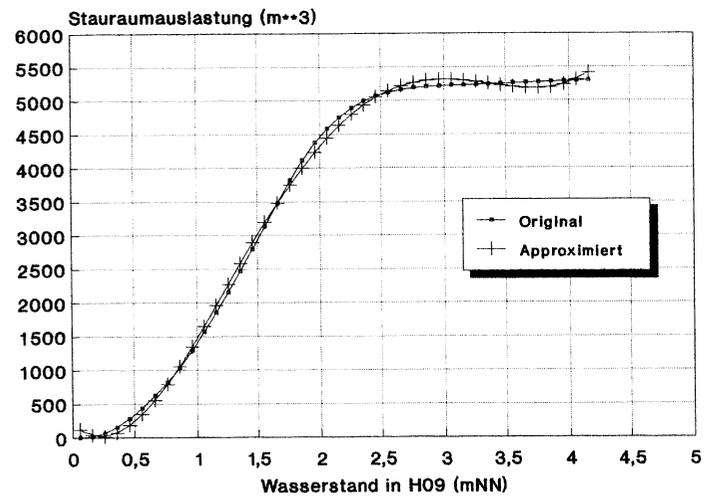
STAURAUMAUSLASTUNG IM EZ RABLINGHAUSEN



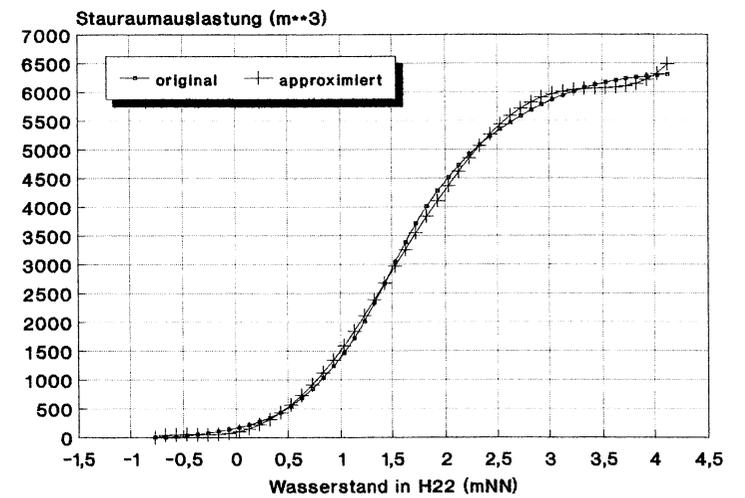
STAURAUMAUSLASTUNG IN HPWL



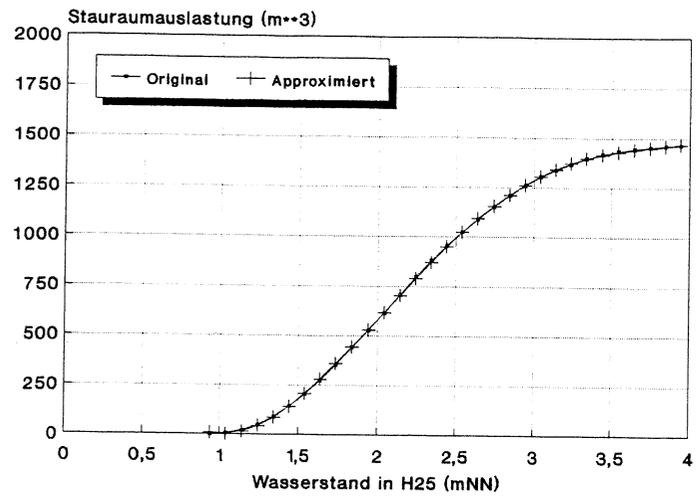
SPEICHERKENNLINIE H09



STAURAUMAUSLASTUNG IN KRIMPEL



SPEICHERKENNLINIE H25



ANLAGE 2 MODELLBESCHREIBUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS

- ANLAGE 2: MODELLBESCHREIBUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS -

I) Statistische Angaben zum Kanalnetz :

Anzahl Haltungen	:	62	
Anzahl Schächte	:	71	
Anzahl Speicherschächte	:	6	
Anzahl Pumpen	:	8	
Anzahl Wehre	:	3	
Anzahl Freie Auslässe	:	3	
Gesamtlänge des Kanalnetzes	:	35391	(m)
Einzugsgebiet Gesamt	:	920.62	(Ha)
Undurchlässig	:	447.81	(Ha)
Durchlässig	:	472.81	(Ha)
Trockenwetterabfluss Gesamt	:	390.	(l/s)
Konstant	:	390.	(l/s)

II) Bestandsdaten des Kanalnetzes (Teil I):

Nr	Haltung	Schacht Oben	Schacht Unten	Geländehöhe		Sohlhöhe		Länge (m)	Gefälle (%)	Haltungsfläche	
				Oben (m+NN)	Unten (m+NN)	Oben (m+NN)	Unten (m+NN)			Gesamt (Ha)	Undurchl. (Ha)
1	KS1	KS1	KS2-H25	5.20	4.57	1.28	.91	927.00	.040	56.98	20.25
2	KS2	KS2-H25	KS3	4.57	4.64	.91	.68	300.00	.077	8.32	3.14
3	KS3	KS3	KS4	4.64	4.96	.68	.43	653.00	.038	40.19	14.82
4	KS4	KS4	KS7	4.96	5.04	.43	.17	223.00	.117	7.89	3.58
5	KS5	KS5	KS6	5.31	5.12	1.00	.75	360.00	.069	22.50	4.87
6	KS6	KS6	KS7	5.12	5.04	.75	.17	720.00	.081	43.19	15.68
7	KS7	KS7	KPIT-H22	5.04	4.60	.12	-.77	376.00	.237	4.15	.95
8	KN1	KN1	KPIT-H22	8.67	4.60	3.27	-.62	1050.00	.370	50.86	19.32
9	KRB	KRB-H23	KRB1	5.10	5.10	4.60	4.60	60.00	.000	.00	.00
10	HZ1	HZ1	HZ2-H21	4.50	4.59	2.40	2.14	550.00	.047	4.73	3.64
11	HZ2	HZ2-H21	HZ5	4.59	4.60	2.14	2.04	70.00	.143	.60	.46
12	HZ3	HZ3	HZ4	4.72	4.75	2.69	2.50	510.00	.037	20.31	9.09
13	HZ4	HZ4	HZ5	4.75	4.60	2.50	2.04	420.00	.110	6.18	2.64
14	HZ5	HZ5	HZ6	4.60	4.13	1.48	.09	1220.00	.114	5.67	2.00
15	HZ6	HZ6	HZ8	4.13	4.08	.09	-.49	520.00	.112	2.48	.23

Nr	Haltung	Schacht Oben	Schacht Unten	Geländehöhe		Sohlhöhe		Länge (m)	Gefälle (%)	Haltungsfläche	
				Oben (m+NN)	Unten (m+NN)	Oben (m+NN)	Unten (m+NN)			Gesamt (Ha)	Undurchl. (Ha)
16	HZ7	HZ7	HZ8	4.72	4.08	1.57	1.09	980.00	.049	31.27	10.69
17	HZ8	HZ8	HZ10	4.08	4.35	-.49	-.63	269.00	.052	1.00	.22
18	HZ9	HZ9	HZ10	5.07	4.35	1.55	1.12	560.00	.077	9.94	3.96
19	HZ10	HZ10	HZ11-H19	4.35	4.43	-.63	-.91	300.00	.093	3.46	1.97
20	HZ11	HZ11-H19	HZ12	4.43	4.67	-.91	-1.13	160.00	.137	2.67	1.52
21	HZ12	HZ12	HZ13-H17	4.67	4.67	-1.13	-1.79	600.00	.110	8.00	4.55
22	HS1	HS1	HS3	4.21	4.49	1.94	.80	1260.00	.090	24.36	17.00
23	HS2	HS2	HS3	4.10	4.49	1.69	.80	1320.00	.067	41.14	19.46
24	HS3	HS3	HZ12	4.49	4.67	.80	-1.17	800.00	.246	19.66	8.53
25	HN1	HN1	HN3	5.87	5.78	3.07	1.70	300.00	.457	3.69	3.51
26	HN2	HN2	HN3	6.93	5.78	2.12	1.68	380.00	.116	19.30	17.88
27	HN3	HN3	HN8-H15	5.78	6.10	1.67	1.61	280.00	.021	6.68	5.80
28	HN4	HN4	HN5	7.62	9.66	4.98	3.32	420.00	.395	10.71	6.25
29	HN5	HN5	HN8-H15	9.66	6.10	2.78	1.58	1100.00	.109	27.97	19.35
30	HN6	HN6	HN7	5.53	4.89	2.53	1.88	240.00	.271	4.88	4.59
31	HN7	HN7	HN8-H15	4.89	6.10	1.88	1.61	280.00	.096	1.47	1.31
32	HN8	HN8-H15	HN11	6.10	5.57	1.58	1.42	240.00	.067	1.61	1.04
33	HN9	HN9	HN10	5.14	3.35	2.37	1.78	880.00	.067	31.89	17.77
34	HN10	HN10	HN11	3.35	5.57	1.78	1.51	380.00	.071	6.48	4.58
35	HN11	HN11	HN19	5.57	4.55	1.42	.88	500.00	.108	8.38	6.89
36	HN12	HN12	HN14	3.71	3.29	1.58	1.38	181.00	.110	5.76	2.61
37	HN13	HN13	HN14	4.12	3.29	2.03	1.38	736.00	.088	29.49	19.39
38	HN14	HN14	HN19	3.29	4.55	1.38	.88	400.00	.125	5.93	4.12
39	HN15	HN15	HN16	7.05	4.76	3.10	2.26	380.00	.221	12.19	5.44
40	HN16	HN16	HN18	4.76	5.11	2.26	1.95	800.00	.039	35.44	18.28
41	HN17	HN17	HN18	4.89	5.11	2.39	1.92	520.00	.090	18.74	12.54
42	HN18	HN18	HN19	5.11	4.55	1.92	.79	2250.00	.050	103.00	61.41
43	HN19	HN19	HZ13-H17	4.55	4.67	.61	.33	240.00	.117	2.01	1.34
44	RO1	RO1	RPIT-H4	3.11	4.00	.13	-.74	350.00	.249	15.23	2.10
45	RO1	RO1	RPIT-H4	3.82	4.00	.19	-1.06	3600.00	.035	36.49	5.54
46	RS2	RS2	RS3	4.53	4.40	1.22	.86	360.00	.100	18.75	8.78
47	RS1	RS1	RS3	4.42	4.40	.97	.84	382.00	.034	7.49	2.83
48	RS3	RS3	RS5	4.40	4.68	.84	.18	1380.00	.048	20.37	8.07
49	RS4	RS4	RS5	4.40	4.68	.84	.18	1300.00	.051	48.54	24.74
50	RS5	RS5	RS6-H9	4.68	4.80	.18	.06	280.00	.043	.00	.00
51	RS6	RS6-H9	RS8	4.80	4.31	.06	-.07	300.00	.043	.56	.29
52	RS7	RS7	RS8	5.17	4.31	.34	.23	196.00	.056	10.64	5.53
53	RS8	RS8	HZ14	4.31	4.22	-.07	-.16	266.00	.034	3.54	2.07

- ANLAGE 2: MODELLBESCHREIBUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS -

- ANLAGE 2. MODELLBESCHREIBUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS -

Nr	Haltung	Schacht	Schacht	Geländehöhe		Sohlhöhe		Länge (m)	Gefälle (%)	Haltungsfläche	
		Oben	Unten	Oben (m+NN)	Unten (m+NN)	Oben (m+NN)	Unten (m+NN)			Gesamt (Ha)	Undurchl. (Ha)
54	HZ13	HZ13-H17	HZ14	4.67	4.22	-1.79	-1.85	331.00	.018	5.79	4.35
55	HZ14	HZ14	HPIT-H10	4.22	3.96	-1.85	-1.90	331.00	.015	2.05	.84
56	HRB	HRB-H11	HRB1	4.83	4.83	4.33	4.33	60.00	.000	.00	.00
57	KA1	KA1	AUS1	20.00	20.00	-1.90	-1.90	100.00	.000	.00	.00
58	HP1	HP1	HP2	4.85	4.85	1.10	.00	60.00	1.833	.00	.00
59	WE1	WE1	AUS2-H35	4.85	1.00	.00	-2.95	1200.00	.246	.00	.00
60	HP2	HP2	HP3-H27	4.85	4.85	.00	.00	60.00	.000	.00	.00
61	WA1	WA1	WA2	4.85	4.07	2.00	1.65	76.00	.461	.00	.00
62	WA2	WA2	AUS3	4.07	3.60	1.15	1.10	44.00	.114	.00	.00

Nr	Haltung	Schacht	Schacht	Profil		Quer Schnitt (m**2)	Kb (mm)	Q Voll (m**3/s)	V Voll (m/s)	Zuflüsse		
		Oben	Unten	Typ	Höhe (m)					Breite (m)	Gesamt (l/s)	Konstant (l/s)
19	HZ10	HZ10	HZ11-H19	2	2.55	2.55	5.11	1.50	8.329	1.63	1.80	1.80
20	HZ11	HZ11-H19	HZ12	2	2.55	2.55	5.11	1.50	10.116	1.98	1.40	1.40
21	HZ12	HZ12	HZ13-H17	2	2.55	2.55	5.11	1.50	9.045	1.77	4.20	4.20
22	HS1	HS1	HS3	2	1.05	1.05	.87	1.50	.799	.92	3.80	3.80
23	HS2	HS2	HS3	2	1.29	1.29	1.31	1.50	1.184	.91	22.70	22.70
24	HS3	HS3	HZ12	2	1.55	1.55	1.89	1.50	3.677	1.95	11.40	11.40
25	HW1	HW1	HW3	2	.85	.85	.57	1.50	1.033	1.82	.70	.70
26	HW2	HW2	HW3	2	1.23	1.23	1.19	1.50	1.371	1.15	85.00	85.00
27	HW3	HW3	HW8-H15	2	1.37	1.37	1.47	1.50	.778	.53	7.40	7.40
28	HW4	HW4	HW5	2	.64	.64	.32	1.50	.455	1.41	1.90	1.90
29	HW5	HW5	HW8-H15	2	1.65	1.65	2.14	1.50	2.879	1.35	19.80	19.80
30	HW6	HW6	HW7	2	1.18	1.18	1.09	1.50	1.885	1.72	.00	.00
31	HW7	HW7	HW8-H15	2	.88	.88	.61	1.50	.518	.85	1.30	1.30
32	HW8	HW8-H15	HW11	2	1.78	1.78	2.49	1.50	2.742	1.10	.00	.00
33	HW9	HW9	HW10	2	1.12	1.12	.99	1.50	.814	.83	6.00	6.00
34	HW10	HW10	HW11	2	1.51	1.51	1.79	1.50	1.839	1.03	.00	.00
35	HW11	HW11	HW19	2	1.49	1.49	1.74	1.50	2.192	1.26	.00	.00
36	HW12	HW12	HW14	2	.92	.92	.66	1.50	.624	.94	1.30	1.30
37	HW13	HW13	HW14	2	1.16	1.16	1.06	1.50	1.026	.97	3.10	3.10
38	HW14	HW14	HW19	2	1.29	1.29	1.31	1.50	1.615	1.24	1.90	1.90
39	HW15	HW15	HW16	2	.91	.91	.65	1.50	.859	1.32	3.70	3.70
40	HW16	HW16	HW18	2	1.33	1.33	1.39	1.50	.971	.70	7.20	7.20
41	HW17	HW17	HW18	2	1.07	1.07	.90	1.50	.839	.93	3.10	3.10
42	HW18	HW18	HW19	2	1.65	1.65	2.14	1.50	1.949	.91	46.50	46.50
43	HW19	HW19	HZ13-H17	2	1.78	1.78	2.49	1.50	3.633	1.46	1.20	1.20
44	RW1	RW1	RPIT-H4	2	.82	.82	.53	1.50	.693	1.31	6.70	6.70
45	RO1	RO1	RPIT-H4	2	1.19	1.19	1.11	1.50	.685	.62	1.30	1.30
46	RS2	RS2	RS3	2	1.29	1.29	1.31	1.50	1.444	1.10	2.30	2.30
47	RS1	RS1	RS3	2	1.29	1.29	1.31	1.50	.839	.64	1.90	1.90
48	RS3	RS3	RS5	2	1.29	1.29	1.31	1.50	.996	.76	7.40	7.40
49	RS4	RS4	RS5	2	1.35	1.35	1.43	1.50	1.157	.81	23.50	23.50
50	RS5	RS5	RS6-H9	2	1.62	1.62	2.06	1.50	1.715	.83	.00	.00
51	RS6	RS6-H9	RS8	2	1.90	1.90	2.84	1.50	2.620	.92	.00	.00
52	RS7	RS7	RS8	2	1.08	1.08	.92	1.50	.676	.74	.60	.60
53	RS8	RS8	HZ14	2	1.99	1.99	3.11	1.50	2.611	.84	.00	.00
54	HZ13	HZ13-H17	HZ14	2	2.95	2.95	6.83	1.50	5.349	.78	.60	.60
55	HZ14	HZ14	HPIT-H10	2	2.95	2.95	6.83	10.00	3.864	.57	.00	.00
56	HRB	HRB-H11	HRB1	2	.50	.50	.20	1.50	.003	.02	.00	.00

III) Bestandsdaten (Teil 2) des Kanalnetzes :

Nr	Haltung	Schacht	Schacht	Profil		Quer Schnitt (m**2)	Kb (mm)	Q Voll (m**3/s)	V Voll (m/s)	Zuflüsse		
		Oben	Unten	Typ	Höhe (m)					Breite (m)	Gesamt (l/s)	Konstant (l/s)
1	KS1	KS1	KS2-H25	2	1.29	1.29	1.31	1.50	.909	.70	15.40	15.40
2	KS2	KS2-H25	KS3	2	1.29	1.29	1.31	1.50	1.263	.97	1.20	1.20
3	KS3	KS3	KS4	2	1.39	1.39	1.52	1.50	1.083	.71	9.10	9.10
4	KS4	KS4	KS7	2	1.39	1.39	1.52	1.50	1.898	1.25	1.20	1.20
5	KS5	KS5	KS6	2	1.02	1.02	.82	1.50	.648	.79	38.70	38.70
6	KS6	KS6	KS7	2	1.45	1.45	1.65	1.50	1.761	1.07	10.60	10.60
7	KS7	KS7	KPIT-H22	2	1.45	1.45	1.65	10.00	2.329	1.41	.00	.00
8	KW1	KW1	KPIT-H22	2	1.23	1.23	1.19	10.00	1.881	1.58	8.80	8.80
9	KRB	KRB-H23	KRB1	2	.50	.50	.20	1.50	.003	.02	.00	.00
10	HZ1	HZ1	HZ2-H21	2	2.02	2.02	3.20	1.50	3.214	1.00	.90	.90
11	HZ2	HZ2-H21	HZ5	2	2.02	2.02	3.20	1.50	5.603	1.75	.10	.10
12	HZ3	HZ3	HZ4	2	1.17	1.17	1.08	1.50	.679	.63	1.90	1.90
13	HZ4	HZ4	HZ5	2	1.17	1.17	1.08	1.50	1.169	1.09	5.00	5.00
14	HZ5	HZ5	HZ6	2	2.02	2.02	3.20	1.50	5.001	1.56	.00	.00
15	HZ6	HZ6	HZ8	2	2.02	2.02	3.20	1.50	4.948	1.54	.00	.00
16	HZ7	HZ7	HZ8	2	1.80	1.80	2.54	1.50	2.418	.95	13.70	13.70
17	HZ8	HZ8	HZ10	2	2.02	2.02	3.20	1.50	3.373	1.05	.00	.00
18	HZ9	HZ9	HZ10	2	1.80	1.80	2.54	1.50	3.032	1.19	3.70	3.70

- ANLAGE 2: MODELLBESCHREIBUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS -

Nr	Haltung	Schacht Oben	Schacht Unten	Profil		Quer Schnitt (m ²)	Kb (mm)	Q Voll V Voll (Stationär)		Zuflüsse		
				Typ	Höhe (m)			Breite (m)	(m ³ /s)	(m/s)	Gesamt (l/s)	Konstant (l/s)
57	KA1	KA1	AUS1	2	1.50	1.50	1.77	1.50	.061	.03	.00	.00
58	HP1	HP1	HP2	2	3.75	2.80	10.50	1.50	87.622	8.34	.00	.00
59	WE1	WE1	AUS2-H35	2	1.80	1.80	2.54	1.50	5.438	2.14	.00	.00
60	HP2	HP2	HP3-H27	2	4.85	2.80	13.58	1.50	.826	.06	.00	.00
61	WA1	WA1	WA2	2	2.20	2.20	3.80	1.50	12.601	3.31	.00	.00
62	WA2	WA2	AUS3	2	1.70	1.70	2.27	1.50	3.178	1.40	.00	.00

Bemerkung:

Profil Typ 2 = Kreisprofil

- ANLAGE 2: MODELLBESCHREIBUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS -

IV) SONDERBAUWERKE

IV.1) Pumpen im Kanalnetz :

Nr	Pumpe	Schacht Oben	Schacht Unten	Typ	Pumpenleistung	Schaltpunkte	Schaltpunkte
					Stufen 1 - 5 (m ³ /s)	Nach Oben (m)	Nach Unten (m)
63	P1	HPIT-H10	KA1	2	.000	1.300	
					.390	1.650	1.250
					.700	2.000	1.550
					1.100	4.600	1.900
					1.800		4.400
64	P2	HPIT-H10	HRB-H11	2	.000	3.400	
					2.000	4.200	3.300
					3.200	999.990	4.100
					5.000	999.990	999.990
65	P3	HP2	WE1	2	.000	.050	
					2.000	999.990	.010
66	P4	KPIT-H22	HZ1	2	.000	.800	
					.085	.900	.600
					.115	1.100	.800
					.465	999.990	1.000
					.815		999.990
67	P5	KPIT-H22	KRB-H23	2	.000	2.200	
					.350	999.990	1.600
					.600	999.990	999.990
					.950	999.990	999.990

- ANLAGE 2: MODELLBESCHREIBUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS -

Nr	Pumpe	Schacht Oben	Schacht Unten	Typ	Pumpenleistung	Schaltpunkte	Schaltpunkte
					Stufen 1 - 5 (m ³ /s)	Nach Oben (m)	Nach Unten (m)
68	P6	RPIT-H4	RS1	2	.000	.010	
					.008	.100	.000
					.060	1.100	.050
					.091	999.990	1.050
69	P14	HRB-H11	HPIT-H10	2	.000	999.990	
					.860	999.990	999.990
70	P15	KRB-H23	KPIT-H22	2	.000	999.990	
					.420	999.990	999.990

Bemerkung:

Pumpe Typ 2 = 'on-line' Pumpe, deren Steuerung abhängig vom Wasserstand im Sumpf ist.

IV.2) Wehre im Kanalnetz :

Nr	Wehr	Schacht Oben	Schacht Unten	Typ	Schwellenhöhe		Kammerhoehe Über Sohle (m+NN)	Wehr Länge (m)	Oberfall Beiwert (m)	Öffnungs Weite (m)	Konstanter Wasser Spiegel (M+nn)
					Über (m)	Über (m+NN)					
71	WEHR1	HRB-H11	HP1	1	4.43	5.38	4.83	5.78	28.40	.50000	.40
72	WEHR2	HP3-H27	WA1	1	4.13	4.13	4.53	4.53	6.40	.50000	.40
73	WEHR3	KRB-H23		1	4.80	5.25	5.10	5.55	22.74	.50000	.30

Bemerkung :

Wehr Typ 1 = Querwehr

- ANLAGE 2: MODELLBESCHREIBUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS -

IV.3) Speicherschächte im Kanalnetz :

Ein Speicherschacht ist ein Element des Modells. Er kann unter anderem benutzt, um Rückhaltebecken oder Pumpensumpf darzustellen.

Speicher Schacht	Schacht Sohle (m+NN)	Gelände Höhe (m+NN)	Höhenangabe		Oberfläche (m ²)	Volumen (m ³)
			(m+NN)	(m)		
RPIT-H4 (Pumpensumpf)	-1.62	4.00	-1.62	.00	12.30	.000
			4.00	5.62	12.30	69.126
KPIT-H22 (Pumpensumpf)	-1.86	4.60	-1.86	.00	100.00	.000
			4.60	6.46	100.00	646.000
KRB-H23 (RÖB Krimpel)	-.45	5.10	-.45	.00	1440.00	.000
			5.10	5.55	1440.00	7992.000
HPIT-H10 (Pumpensumpf)	-2.45	3.96	-2.45	.00	100.00	.000
			3.96	6.41	100.00	641.000
HRB-H11 (RÖB HPWL)	-.95	4.83	-.95	.00	.10	.000
			.92	1.87	2100.00	1963.594
			4.83	5.78	2100.00	10174.590
WA2 (Schacht)	1.15	4.07	1.15	.00	.50	.000
			4.07	2.92	.50	1.460

IV.4) Freie Auslässe im Kanalnetz :

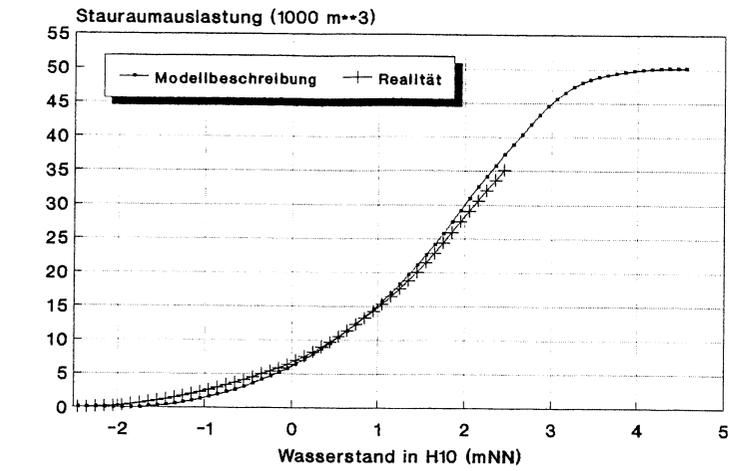
Nr	Schacht Oben	Haltung	Konstanter
			Wasserspiegel (m+NN)
74	AUS1	PR. AUS. 1	
75	AUS2-H35	PR. AUS. 2	1.00
76	AUS3	PR. AUS. 3	1.54

V) Netzverknüpfung des Kanalnetzes :

Nr	Schacht	Angeschlossene Haltungen				
1	KS1	KS1				
2	KS2-H25	KS1	KS2			
3	KS3	KS2	KS3			
4	KS4	KS3	KS4			
5	KS7	KS4	KS6	KS7		
6	KS5	KS5				
7	KS6	KS5	KS6			
8	KPIT-H22	KS7	KN1	P4	P5	P15
9	KN1	KN1				
10	KRB-H23	KRB	P5	P15	WEHR3	
11	KRB1	KRB				
12	HZ1	HZ1	P4			
13	HZ2-H21	HZ1	HZ2			
14	HZ5	HZ2	HZ4	HZ5		
15	HZ3	HZ3				
16	HZ4	HZ3	HZ4			
17	HZ6	HZ5	HZ6			
18	HZ8	HZ6	HZ7	HZ8		
19	HZ7	HZ7				
20	HZ10	HZ8	HZ9	HZ10		
21	HZ9	HZ9				
22	HZ11-H19	HZ10	HZ11			
23	HZ12	HZ11	HZ12	HS3		
24	HZ13-H17	HZ12	HN19	HZ13		
25	HS1	HS1				
26	HS3	HS1	HS2	HS3		
27	HS2	HS2				
28	HN1	HN1				
29	HN3	HN1	HN2	HN3		
30	HN2	HN2				
31	HN8-H15	HN3	HN5	HN7	HN8	
32	HN4	HN4				
33	HN5	HN4	HN5			
34	HN6	HN6				
35	HN7	HN6	HN7			
36	HN11	HN8	HN10	HN11		
37	HN9	HN9				
38	HN10	HN9	HN10			

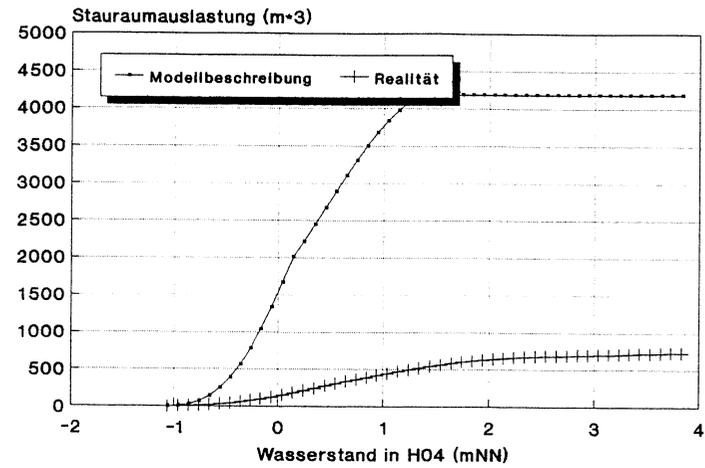
Nr	Schacht	Angeschlossene Haltungen				
39	HN19	HN11	HN14	HN18	HN19	
40	HN12	HN12				
41	HN14	HN12	HN13	HN14		
42	HN13	HN13				
43	HN15	HN15				
44	HN16	HN15	HN16			
45	HN18	HN16	HN17	HN18		
46	HN17	HN17				
47	RN1	RN1				
48	RPIT-H4	RN1	RO1	P6		
49	RO1	RO1				
50	RS2	RS2				
51	RS3	RS2	RS1	RS3		
52	RS1	RS1	P6			
53	RS5	RS3	RS4	RS5		
54	RS4	RS4				
55	RS6-H9	RS5	RS6			
56	RS8	RS6	RS7	RS8		
57	RS7	RS7				
58	HZ14	RS8	HZ13	HZ14		
59	HPIT-H10	HZ14	P1	P2	P14	
60	HRB-H11	HRB	P2	P14	WEHR1	
61	HRB1	HRB				
62	KA1	KA1	P1			
63	AUS1	KA1	PR. AUS. 1			
64	HP1	HP1	WEHR1			
65	HP2	HP1	HP2	P3		
66	WE1	WE1	P3			
67	AUS2-H35	WE1	PR. AUS. 2			
68	HP3-H27	HP2	WEHR2			
69	WA1	WA1	WEHR2			
70	WA2	WA1	WA2			
71	AUS3	WA2	PR. AUS. 3			

SR-AUSLASTUNG IN HPWL



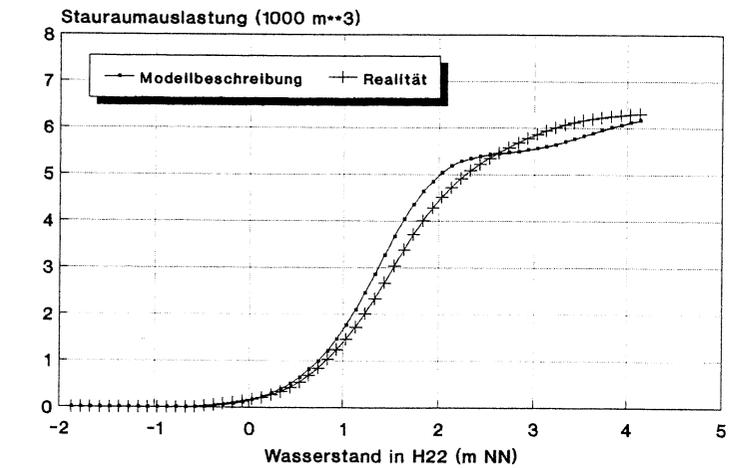
Sohlhöhe :
 real -2.45 mNN
 im Modell -2.45 mNN (Pumpenumpfl)

SR-AUSLASTUNG IM EZ RABLINGHAUSEN



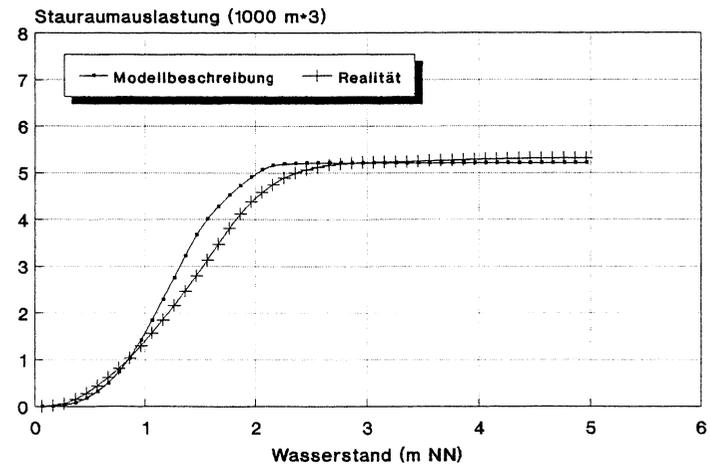
Sohlhöhe :
 real -1.06 mNN
 im Modell -1.62 mNN (Pumpenumpfl)

SR-AUSLASTUNG IN KRIMPEL



Sohlhöhe :
 real -1.86 mNN
 im Modell -1.86 m NN (Pumpenumpfl)

SPEICHERKENNLINIE für Pegel H09



Sohlhöhe :
 real 0.00 m NN
 im Modell 0.06 m NN

ANLAGE 3
VERGLEICH AUSGEWÄHLTER GEMESSENER GANGLINIEN VON H22 UND H25

ANLAGE 4
AUFBAU DES EXPERTENSYSTEMS

Das Expertensystem besteht aus zwei Programmen, das Vorprogramm (**VORSTE**) und das Hauptprogramm (**STEUER**).

DAS VORPROGRAMM

Das Vorprogramm liest alle erforderlichen Eingabedaten, prüft sie und schreibt sie in eine einzige Ausgabedatei mit dem Namen 'ZWIDAT.DAT'. Die Eingabedaten sind in vier Dateien gespeichert:

- die allgemeine Eingabedatei 'INPDAT.DAT'
- die Parameterdatei
- die Kodierungsdatei
- die Regeldatei.

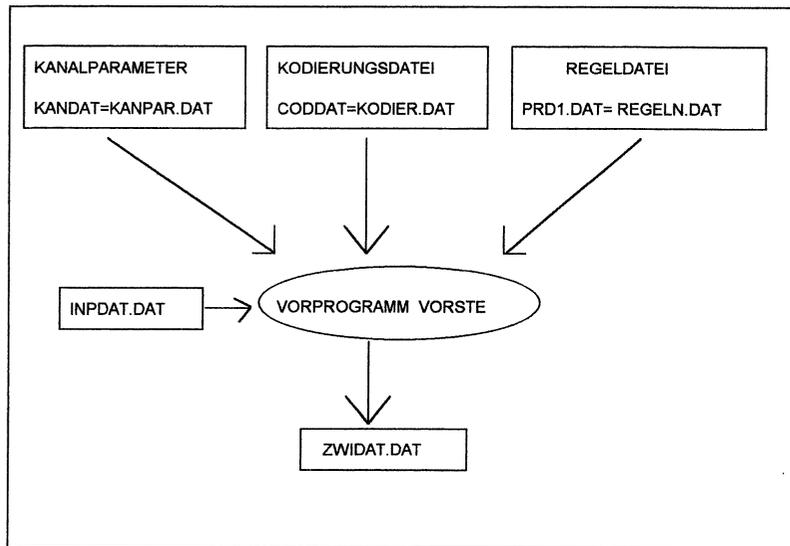


Abb. 1: Verarbeitung der Information im Vorprogramm **VORSTE**

- 'INPDAT.DAT' enthält die Namen der Eingabe- und Ausgabedateien des Vorprogrammes.
- Die Parameterdatei (KANDAT = 'KANPAR.DAT') enthält die Werte der im jetzigen Steuerungskonzept relevanten Kanalnetzparameter.
- Die Kodierungsdatei (CODDAT= 'KODIER.DAT') enthält eine Auflistung aller 'Worte', die zur Formulierung der Steuerungsregeln verwendet werden. Es gibt drei Klassen von 'Worten': die Variablen (Zustandsvariablen oder Entscheidungsvariablen), die Operatoren, die Prädikate.

- Die **Regeldatei** (PRD1.DAT='REGELN.DAT') enthält die Steuerungsregeln, nach denen die Steuerungsstrategie bestimmt wird. Die Regeln sind in sogenannte Steuerungsblöcke zusammengefasst, die jeweils für eine Steuerungsentscheidung verantwortlich sind.

Anmerkung zu den Eingabedateien:

Ausführliches über die Eingabedaten ist Kommentarzeilen in den jeweiligen Dateien zu entnehmen.

- Die wichtigste **Ausgabedatei** von **VORSTE** ist die Datei 'ZWIDAT.DAT', die alle geprüften Eingabeinformationen enthält. Diese Datei ist Eingabedatei des Hauptprogrammes **STEUER** und wird beim Hochfahren des **XPS** eingelesen. Beim Auftreten von Umstimmigkeiten in den Eingabedaten werden entsprechende Fehlermeldungen in einer **Fehlerdatei** namens 'VORERR.DAT' geschrieben. Die Datei ZWIDAT.DAT wird dann nicht erstellt.

In Abb. 2 ist die Struktur der Quelltexte in **VORSTE** dargestellt.

DAS HAUPTPROGRAMM

Das Hauptprogramm **STEUER** ist das eigentliche Expertensystem (**XPS**). Die Verarbeitungsschritte innerhalb des Entscheidungsprozesses (bzw. des Inferenzprozesses) sind im Kapitel 1 (Teil B) beschrieben. In Abb. 3 ist die Struktur der Quelltexte dargestellt.

AUFBAU DES EXPERTENSYSTEMS

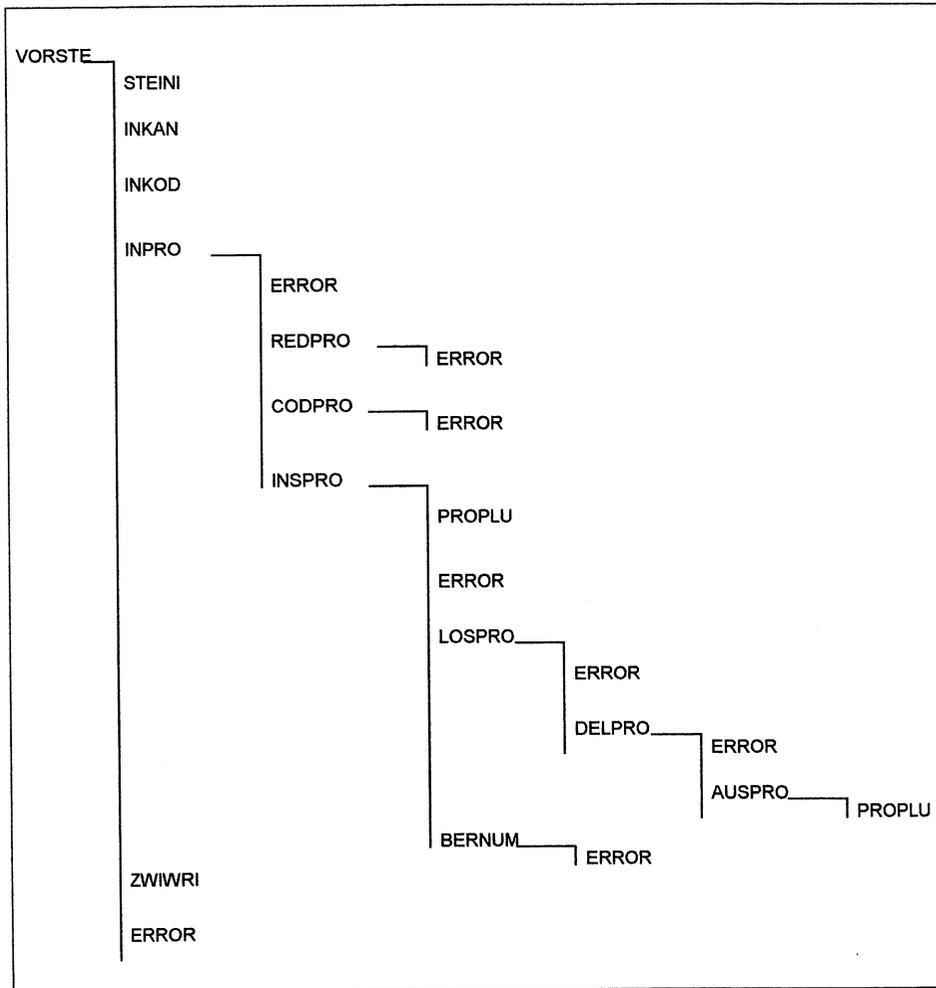


Abb.2 : Struktur der Quelltexte im Vorprogramm des XPS

AUFBAU DES EXPERTENSYSTEMS

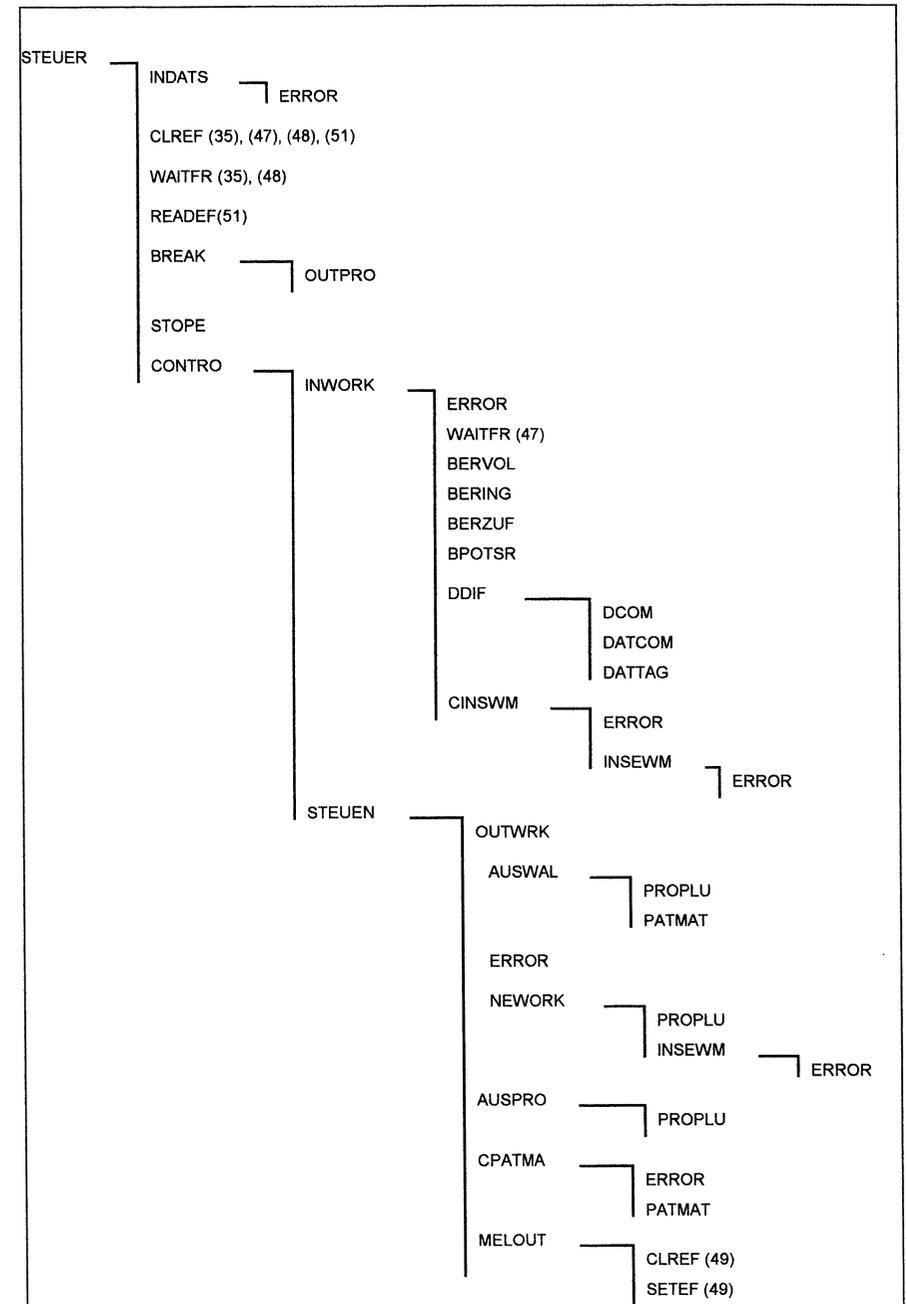


Abb. 3: Struktur der Quelltexte im Hauptprogramm des XPS

STEUERUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS BREMEN-LINKS-DER-WESER

-----ERSTE EINGABEDATEI 'INPDAT.DAT' NUMMER N5=2-----

ÜBERARBEITUNG DES STEUERUNGSKONZEPTE IN BREMEN LINKS DER WESER
VON ALBRECHT(ASA)/KHELIL(IWH), APRIL-AUGUST 1992

C*** KANDAT : KANALNETZPARAMETER (N10) EINGABE DES VORPROGRAMMS
KANPAR.DAT
C*** CODDAT : KODIERUNG (N38) EINGABE DES VORPROGRAMMS
KODIER.DAT
C*** PR1DAT : PRODUKTIONEN (N30) EINGABE DES VORPROGRAMMS
REGELN.DAT
C*** AUSVOR : (N95) AUSGABE DES VORPROGRAMMS
ZWIDAT.DAT
C*** ZUSNET : ZUSTAND DES NETZES (N22) EINGABE DES HAUPTPROGRAMMES
M5STEU.DXT
C*** AUSENT : ENTSCHEIDUNGEN (N24) AUSGABE DES HAUPTPROGRAMMES
STEUERWE.DXT
C*** PR2DAT : PRODUKTIONEN (N31) AUSGABE DES HAUPTPROGRAMMS
PRODUC.DAT
C*** ISINT IPRODU IPOU
5 2 0

ANMERKUNGEN

SHELL MODIFIZIERT UND ANGEPASST VON KHELIL (ifs,Hannover) AUGUST 1992
DATEIEN ERSTELLT VON KHELIL (ifs,Hannover) AUGUST 1992

- ISINT STEUERINTERVALL (1 ODER 5 MINUTEN), DIESER WERT KANN VOM XPS BESTIMMT WERDEN. IM NORMALFALL BETRÄGT DAS STEUERINGSINTERVALL 5 MINUTEN. IM KRITISCHEN FALL IST ES JEDOCH MÖGLICH, ENTSCHEIDUNGEN JEDE MINUTE ZU TREFFEN.
- IPRODU OB EINE BESTEHENDE ODER EINE NEUE PRODUKTIONSDATEI EINGELESEN WIRD. EINE BESTEHENDE PRODUKTIONSDATEI IST EINE DATEI, DIE VOM XPS NACH ABRUCH DES RECHENLAUFS ERZEUGT WORDEN IST; ZUSÄTZLICH ZU DEN REGELN WERDEN BESTIMMTE (STATISTISCHE) PARAMATER HERAUSGEGEBEN.
IPRODU = 2 DIE REGELBASIS WURDE DIREKT VOM ANWENDER ERZEUGT UND IST UNFORMATIERT.
IPRODU = 1 DIE REGELBASIS IST NACH ABRUCH DES RECHENLAUFS VOM XPS HERAUSGESCHRIEBEN WORDEN UND ENTHÄLT ZUSÄTZLICH ZU DEN REGELN (ANGABE ÜBER ANWENDUNGSHÄUFIGKEIT)
- IPOUT =0 NICHTS WIRD AUSGEGEBEN WAHREND DES ENTSCHEIDUNGSPROZESSES
 - =1 DIE AUSGEWAELHTEN PRODUKTIONEN WERDEN ZU JEDEM ZEITSCHRITT IN OUTDAT.DAT AUSGEGEBEN
 - =2 DAS WORKING MEMORY WIRD ZU JEDEM ZEITSCHRITT IN OUTDAT.DAT AUSGEGEBEN
 - =3 DIE PRD UND DAS WRKMEM WERDEN ZU JEDEM SCHRITT AUSGEGEBEN

DA DAS XPX STAENDIG LAUFEN SOLL, MUSS GEWAERLEISTET WERDEN, DASS NUR IM ERNSTEN FALL, ETWAS IN DIE AUSGABEDATEI GESCHRIEBEN WIRD.

ALS BEDINGUNG WIRD UEBERPRUEFT, OB ES REGENWETTER IST ODER NICHT.

- > WENN ES REGENWETTER IST, WIRD IPOUT=3 EINGESETZT
- > WENN ES TROCKENWETTER IST, WIRD IPOUT=0 EINGESETZT

```

C***-----
C*** STEUERUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS BREMEN LINKS DER WESER
C*** MIT EINEM REGELBASIERTEM SYSTEM VON AMAR KHELIL 1992
C*** -----
C*** DATEI KANDAT (N10), 'KANPAR.DAT': BESCHREIBUNG DER NETZPARAMETER
C***-----
C*** LISTE DER VOM D.E.S AUFGENOMMENEN ABFLUSSDATEN (REIHENFOLGE VON M5STEU.DXT)
V5-Y1 V5-Y2 V5-Y3 V5-Y4 V5-Y5 V5-Y6 V5ARS V5HAB V5KAT V5GRO
V5OCH V5FLU V5NHA V5Y14 V5165
99999
C*** LISTE DER DEM XPS ÜBERTRAGENEN ABFLUSSVOLUMINA (AUS DER VORHERIGEN LISTE)
V5-Y1 HPWL-FÖRDERLEISTUNG ZUR KA
V5-Y2 HPWL; BEFÜLLUNG DER BECKEN
V5-Y3 HPWL; ENTLASTUNG IN DIE WESER
V5Y14 HPWL; ENTLERUNG DER BECKEN
V5-Y6 RABLINGHAUSEN; FÖRDERUNG NACH HPWL
V5-Y4 KRIMPEL; FÖRDERUNG NACH HPWL
V5-Y5 KRIMPEL; BEFÜLLUNG DER BECKEN
V5165 KRIMPEL; ENTLERUNG DER BECKEN
99999
C*** LISTE DER WASSERSTANDSDATEN IM D.E.S ( M5STEU.DXT REIHENFOLGE)
W1H10 W1H11 W1H12 W1H27 W1H28 W1H29 W1H04 W1H21 W1H22 W1H23
W1H25 W1H32 W1H09 W1H15 W1H17 W1H19 W1H35 W1H40
99999
C*** LISTE DER ÜBERTRAGENEN WASSERSTANDSDATEN (AUS DER VORHERIGEN LISTE)
W1H10 WASSERSTAND DER LETZTEN MIN IN HPWL; STAUARAUM
W1H09 WASSERSTAND DER LETZTEN MIN IN HPWL; STAUARAUM, ERSATZ FÜR H10
W1H11 WASSERSTAND DER LETZTEN MIN IN HPWL; RÜB 1
W1H12 WASSERSTAND DER LETZTEN MIN IN HPWL; RÜB 2
W1H27 WASSERSTAND DER LETZTEN MIN IN HPWL; UMLAUFGERINNE
W1H22 WASSERSTAND DER LETZTEN MIN IN KRIMPEL; STAUARAUM
W1H25 WASSERSTAND DER LETZTEN MIN IN KRIMPEL; STAUARAUM ERSATZ FÜR H22
W1H23 WASSERSTAND DER LETZTEN MIN IN KRIMPEL; RHB
99999
C*** BERECHNUNG DER REGENVERLUSTE IN mm bzw. mm/min
C*** DURCHLÄSSIGE FLÄCHE ; UN DURCHL.; DURCH./UNDURCH.
C*** VORWEGV. VERSICKERUNGSV. MULDENV. VERDUNSTUNGV.
8.00 0.50 2.00 0.009
C*** UN DURCHLÄSSIGE FLÄCHEN (AU) DER EINZUGSGEBIETE (IN HA)
RABLINGHAUSEN HPWL KRIMPEL
8.0 360.0 83.0
C*** DURCHLÄSSIGE FLÄCHEN (AD) DER EINZUGSGEBIETE (IN HA)
RABLINGHAUSEN HPWL KRIMPEL
8.0 360.0 83.0
C*** TROCKENWETTERZUFLOSS AUS DEN DREI GEBIETEN (l/s)
RABLINGHAUSEN HPWL KRIMPEL
10.0 300.0 80.0

```

ANMERKUNGEN ZUR DATEI KANDAT 'KANPAR.DAT'

1. D.E.S STEHT FÜR DATENERFASSUNGSSYSTEM
2. XPS STEHT FÜR EXPERTENSYSTEM
3. DURCH DEN VORGANG DER ÜBERTRAGUNG WIRD EIN TEIL DER GEMESSENEN DATEN DEM XPS ÜBERGEBEN, UM IN DIE FAKTENBASIS (DAS WORKING-MEMORY) EINGETRAGEN ZU WERDEN. NUR DIE ÜBERTRAGENEN DATEN KÖNNEN ÜBERHAUPT IM ENTSCHEIDUNGSPROZESS EINE ROLLE SPIELEN.
4. DER BEGRIFF "D.E.S VARIABLE" STEHT FÜR EINE VARIABLE, DIE ÜBERHAUPT

VOM D.E.S AUFGENOMMEN WIRD.

DER BEGRIFF "XPS VARIABLE" STEHT FÜR EINE VARIABLE, DIE IN DIE FAKTEN-
-BASIS EINGETRAGEN WIRD. (NICHT ALLE D.E.S-VARIABLEN SIND XPS-VARIABLEN
ABER ALLE XPS-VARIABLEN SIND D.E.S-VARIABLEN).

5. DIE IM JETZIGEN STEUERUNGSKONZEPT ÜBERTRAGENEN DATEN SIND:
 - 5.1. DIE MITTLEREN WASSERSTÄNDE DER LETZTEN MINUTEN AN 18 PEGELN;
BEZEICHNUNG W1-Pi (Pi BEZEICHNUNG DES ENTSPRECHENDEN PEGELS)
 - 5.2. DIE GEFÖRDERTEN VOLUMINA DER LETZTEN 5 MINUTEN AN ALLEN WICHTIGEN
PUMPEN DES SYSTEMS; BEZEICHNUNG V5-Yi (Yi BEZEICHNUNG DER SYSTEM-
-PUMPE). EINE SYSTEM-PUMPE KANN EINE REALPUMPE ODER EINE GRUPPE
VON REALPUMPEN VERTRETEN, DIE FÜR DIE STEUERUNG ALS EINE EINHEIT
ZU VERSTEHEN SIND.
 - 5.3 NIEDERSCHLAGSHÖHE DER LETZTEN 5 MINUTEN
6. BEI DER ÜBERTRAGUNG DER VARIABLENWERTE AN DAS XPS SIND FOLGENDE
FORDERUNGEN ZU BEACHTEN:
 - 6.1 DIE IN DER DATEI KANDAT (KANALNETZPARAMETER) AUFGELISTETEN
VARIABLEN MÜSSEN IN DER REIHENFOLGE IHRER ÜBERTRAGUNG (= REIHENFOLGE
IN DER DATEI MSSTEU.DYT ANGEZEIGT WERDEN, SONST WIRD DAS XPS DIE DATEN
VERWECHSELN.
 - 6.2 DIE IN KANDAT VERWENDETEN BEZEICHNUNGEN DER VARIABLEN MÜSSEN
DEN BEZEICHNUNGEN DES XPS (SIEHE KODIERUNGSDATEI) GLEICHEN, WENN DIE
DATEN DEM XPS ÜBERTRAGEN WERDEN SOLLEN (SONST ERKENNT DAS XPS SIE
NICHT ALS GÜLTIGE INFORMATION)
 - 6.3 ES GIBT EIN NIEDERSCHLAGSWERT PRO TEILEINZUGSGEBIET. ES GIBT 3
EINZUGSGEBIETE, DEREN NUMERIERUNG IM PROGRAMM FESTSTEHT.
TEILEINZUGSGEBIET 1 : RABLINGHAUSEN
TEILEINZUGSGEBIET 2 : HPWL
TEILEINZUGSGEBIET 3 : KRIMPEL

DIE ABFLUSSVARIABLEN

* ANMERKUNG ZU DEN SYSTEMPUMPEN Yi

- HPWL-KA Y1; 3 STUFENLOSE PUMPEN (MAX. 2 GLEICHZEITIG)
- HPWL-RB Y2; 3 SCHNECKEN (MAX. 2 GLEICHZEITIG)
- HPWL-WE Y3; SCHIEBER/PUMPE (MAX. 3 M**3)
- PK-HPWL Y4; 3 SCHNECKEN
 - DIE ERSTE BESITZT EINE SEHR KLEINE FÖRDERLEISTUNG 110L/S
 - DIE ZWEITE IST REGELBAR 0-350 L/S
 - DIE DRITTE 350 L/S
- PK-RB Y5; 3 SCHNECKEN
 - ZUR ZEIT IST NUR DIE KLEINSTE (560L/S) STEUERBAR
 - KÜNFTIG WIRD DIE ZWEITE SCHNECKE VON HPWL ANSCHALTBAR
 - DIE DRITTE IST AUSSER BETRIEB

VEREINFACHTE BESCHREIBUNG DER VERLUSTE (ABFLUSSBILDUNG)

1. REGENVERLUSTE AUF DEN DURCHLÄSSIGEN FLÄCHEN :
 - 1.1 DIE INFILTRATIONVERLUSTE WERDEN DURCH EINE MITTLERE
VERSICKERUNGSRATE ERFASST (INFRAT)
 - 1.2 DIE MULDENVERLUSTE SIND VORWEG ABGEZOGEN (LOSPER)
2. REGENVERLUSTE AUF DEN UN DURCHLÄSSIGEN FLÄCHEN :
 - 2.1 DIE MULDENVERLUSTE AUF DEN BEFESTIGTEN FLÄCHEN WERDEN
EINZIG BERÜCKSICHTIGT (LOSIMP)
3. NACH DEM AUFHÖREN DES NIEDERSCHLAGS ERFOLGT EINE REGENERIERUNG

DER MULDENKAPAZITÄT DURCH VERDUNSTUNG.

4. DIE ABFLUSSBILDUNG IST NUR GROB SIMULIERT;
DIESES LÄSST SICH DADURCH RECHTFERTIGEN, DASS ZUFLUSSMENGE
NUR MIT EINEM ZEITSCHRITT VON 2 STUNDEN BETRACHTET WERDEN
(ÜBER EINER SOLCHEN DAUER SIND DIE FEINHEITEN DER GRENZWERT
METHODE ÜBERFLÜSSIG)

TROCKENWETTERZUFLUSSWERTE

ZUR BILANZIERUNG DER ZUFLUSS- UND ABFLUSS-VOLUMINA IN DEN STAUARBEITEN IST
EINE BERECHNUNG DER TROCKENWETTERZUFLUSS AUS DEN EINZELNEN GEBIETEN
ERFORDERLICH. DIE WERTE SIND IN L/S ANZUGEBEN.

STEUERUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS BREMEN-LINKS-DER-WESER

----- EINGABEDATEI 'KODIER.DAT' NUMMER N38=2-----

ÜBERARBEITUNG DES STEUERUNGSKONZEPTEES IN BREMEN LINKS DER WESER

VON ALBRECHT(ASA)/KHELIL(IWH), APRIL-AUGUST 1992

===== EINGABEVARIABLEN TYP 1 : DATUM =====

TAG MONAT JAHR STUND MINUT SEKUN SINT

1 2 3 4 5 6 7

----- EINGABEVARIABLEN TYP 1 : WASSERSTANDSDATEN -----

WIH04 WIH09 WIH10 WIH11 WIH12 WIH22 WIH23 WIH25 WIH27 WIH35

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

----- EINGABEVARIABLEN TYP 1 : FÖRDERVOLUMINA DER LETZTEN 5 MIN-

V5-Y1 V5-Y2 V5-Y3 V5-Y4 V5-Y5 V5-Y6 V5Y14 V5165

41 42 43 44 45 46 47 48

----- EINGABEVARIABLEN TYP 2 : FÖRDERVOLUMINA DER LETZTEN 2 STD-

V2SY1 V2SY2 V2SY3 V2SY4 V2SY5 V2SY6 V2S14 V2S65

341 342 343 344 345 346 347 348

----- EINGABEVARIABLEN TYP 1 : NIEDERSCHLAGSHÖHEN DER LETZTEN 5 MIN-

R105M R205M R305M

51 52 53

----- EINGABEVARIABLEN TYP 1 : KLÄRANLAGE-KAPAZITÄT -----

KAKAP

61

----- EINGABEVARIABLEN TYP 1 : GÜTEDATEN -----

PHHPW ROHPW EGHPW H2SHP O2HPW

71 72 73 74 75

----- EINGABEVARIABLEN TYP 2 : NIEDERSCHLAGSDATEN -----

R102S R202S R302S N12SU N22SU N32SU N12SD N22SD N32SD

101 102 103 104 105 106 107 108 109

----- EINGABEVARIABLEN TYP 2 : ZUFLÜSSE AUS DEN GEBIETEN

VZU2R VZU2H VZU2K

151 152 153

----- EINGABEVARIABLEN TYP 2 : MOMENTANE STAURAUMAUSLASTUNG

MSR10 MSR22 MRB11 MRB12 MRB23

201 202 203 204 205

----- EINGABEVARIABLEN TYP 2 : POTENTIELLE STAURAUMAUSLASTUNG

VSR10 VSR22

251 252

----- AUSGABEVARIABLEN : UNTERSCHIEDUNG TWB/RWB -----

BETR2 BETR3

1101 1102

----- AUSGABEVARIABLEN : DIE STRATEGIE IN HPWL-----

QKA BEFHP ENTHP UEWES UEWAS LENTH

1201 1202 1203 1204 1205 1206

----- AUSGABEVARIABLEN : DIE STRATEGIE IN KRIMPEL-----

BEFKR ENTKR SRKRI QY4 LENTK

1211 1212 1213 1214 1215

----- AUSGABEVARIABLEN : GRENZWERTÜBERSCHRIETUNG -----

GWHPW

1301

----- AUSGABEVARIABLEN : DIE NUMMER DER EMPFEHLUNGEN -----

MEL01 MEL02 MEL03 MEL04 MEL05 MEL06 MEL07 MEL08 MEL09 MEL10

1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410

MEL11 MEL12 MEL13 MEL14 MEL15

1411 1412 1413 1414 1415

----- AUSGABEVARIABLEN : DIE NUMMER DER EMPFEHLUNGEN -----

STINT

1451

----- VERSCHIEDENES ZUR INTERNEN STEUERUNG DES ENTSCHEIDUNGSPROZESSES-

DUMMY ENDE EXIT PRITKL

8000 8001 8002 8003

99999 ===== KODIERUNG DER OPERATOREN =====

<	<=	=	>=	>
1	2	3	4	5
<V	<=V	=V	>=V	>V
11	12	13	14	15
<R	<=R	=R	>=R	>R
21	22	23	24	25
<C	<=C	=C	>=C	>C
31	32	33	34	35

99999 ===== KODIERUNG DER PRÄDIKATE =====

JA	NEIN	TRUE	FALSE	OK	NOVAL
1	2	3	4	5	6

TWBET RWBET

11 12

NORMA MAXZU ERHOT HALTE VOLLF REDUZ

21 22 23 24 25 26

99999

----- DER PATTERN-MATCHING PROZESS -----

DER MINIMALE PROZENTTEIL DER ERFÜLLTEN BEDINGUNGEN IN EINER
AUSGEWAHLTEN PRODUKTION DES BLOCKS I (ANZBLK = 20)

100. 100. 100. 100. 100. 100. 100. 100. 100. 100.
100. 100. 100. 100. 100. 100. 100. 100. 100. 100.

KOMMENTAR UEBER DEN INHALT DIESER DATEI CODDAT N38

ERSTER BLOCK : SCHLUESSELUNG DER ZUSTANDSVARIABLEN
ZWEITER BLOCK : SCHLUESSELUNG DER OPERATOREN
DRITTER BLOCK : SCHLUESSELUNG DER PRAEDIKATE

=====

A C H T U N G !

1. DIE KODIERUNG DER ZUSTANDSVARIABLEN, OPERATOREN UND PRÄDIKATE
ERFOLGT FÜR JEDE KATEGORIE UNABHÄNGIG. BEI DER FESTLEGUNG EINER
KODIERUNGSNUMMER SIND FOLGENDE BEDINGUNGEN ZU BEACHTEN:

1.1 DIE KODIERUNGSNUMMER IST POSITIV

1.2 DIE KODIERUNGSNUMMER DARF NICHT HOEHER ALS 9000

ÜBER DIESE GRENZE WERDEN WEITEREN OPERATOREN PROGRAMMINTERN
KODIERT. ES SIND INSBESONDERE FOLGENDE BEIDE ZEICHEN:

'->' ALS 9988 CODDIERT

'-->' ALS 9999 CODDIERT

BEMERKUNG :

'-->' WIRD ZUR ZEIT NICHT BENUTZT

2. ZUR KODIERUNG WERDEN HÖCHSTENS 10 VARIABLEN PRO ZEILE EINGETRAGEN
MIT FOLGENDEN FORMATEN :

XPS-VARIABLEN : 1X,A5

OPERATORE : 1X,A3

PRÄDIKATE : 1X,A5

DAS HEISST;

- HÖCHSTENS 5 BUCHSTABEN WERDEN VERWENDET FÜR DIE BEZEICHNUNG DER
VARIABLEN

- HÖCHSTENS 3 BUCHSTABEN WERDEN VERWENDET FÜR DIE BEZEICHNUNG DER
OPERATORE

- HÖCHSTENS 5 BUCHSTABEN WERDEN VERWENDET FÜR DIE BEZEICHNUNG DER
PRÄDIKATE

===== BEDEUTUNG DER XPS-VARIABLEN =====

I) (EINGABE-)VARIABLEN TYP 1 (SIE WERDEN DIREKT VOM DATENERFASSUNGS-
SYSTEM GELIEFERT BZW. AUS DER DATEI M5STEU.DXT GELESEN.)

DATUM UND UHRZEIT (TAG,MONAT,JAHR,STUND,MINUT,SEKUN)

STINT : LAENGE DES STEUERINTERVALLS (IM NORMALEN FALL IST STINT
GLEICH 5 MINUTEN. JEDOCH IN KRITISCHEN PHASEN KANN
STINT ZU 1 MINUTE GESETZT WERDEN)

W1Hi : WASSERSTAND AM PEGEL NUMMER i (MITTELWERT ÜBER DIE LETZTE MINUTE
IN CM ÜBER SOHLHÖHE)

GÜTEDATEN IM PUMSENSUMPFF HPWL (MOMENTANWERTE)

PHPW : pH WERTE (-) x 100

ROHPW : LEITFÄHIGKEIT IN mS x 100

EGHPW : EXPLOSIONSGEFAHR IN % x 10

H2SHP : H2S GEHALT IN % x 10

O2HPW : O2 GEHALT IN V/V% x 10

BSBHP : BSB-KONZENTRATION IN mg/l

VERSCHIEDENES:

KAKAP : REINIGUNGSLEISTUNG DER KLÄRANLAGE IN l/s
DUMMY : DIESE VARIABLE HAT KEINE BEDEUTUNG (DAS IST EINE
HILFSVARIABLE, DIE BENUTZT WIRD UM DEN INFERENZ-
PROZESS IN BESTIMMTEN FÄLLEN ZU LENKEN).

II) EINGABEVARIABLEN TYP 2 (SIE WERDEN INDIRECT AUS DEM DATENERFASSUNGSSYSTEM GEWONNEN)

NIEDERSCHLAGSDATEN

Ri02S : NIEDERSCHLAGSHÖHE DER LETZTEN 2 STUNDEN AM REGENSCHREIBER i
Ni2SU : ABFLUSSWIRKSAME NIEDERSCHLAGSHÖHE DER LETZTEN 2 STUNDEN
AUF DEN UN DURCHLÄSSIGEN FLÄCHEN
Ni2SD : ABFLUSSWIRKSAME NIEDERSCHLAGSHÖHE DER LETZTEN 2 STUNDEN
AUF DEN DURCHLÄSSIGEN FLÄCHEN

STAU RAUMAUSLASTUNG

MSri : MOMENTANAUSLASTUNG DES STAU RAUMS BEZOGEN AUF Hi
MRBi : MOMENTANAUSLASTUNG DES RÜB'S BEZOGEN AUF Hi
VSri : VIRTUELLE AUSLASTUNG DES SR BEZOGEN AUF Hi

III) AUSGABEVARIABLEN, DEREN WERT DURCH DEN ENTSCHEIDUNGSPROZESS
BESTIMMT WIRD

Betri : BETRIEBSART TROCKENWETTER/REGENWETTER IM EINZUGSGEBIET i

STEUERUNGSSTRATEGIE IM HPWL

QKA : BESCHICKUNG DER KA
BEFHP : BEFÜLLUNG DER RÜB
ENTHP : ENTLERUNG DER RÜB
UEWES : ENTLASTUNG IN DIE WESER
UEWAS : ENTLASTUNG IN DIE WASSERLÖSE

STEUERUNGSSTRATEGIE IN KRIMPEL

QY4 : FÖRDERUNG IN HPWL
BEFKR : BEFÜLLUNG DER RHB
SRKRI : STAU RAUMAUSLASTUNG ETWA HALTEN

GÜTEDATEN

GWHPW : GRENZWERTÜBERSCHREITUNG IN HPWL

MEL i : MELDUNG NUMMER i MUSS VOM DATENERFASSUNGSSYSTEM AM
BILDSCHIRM GEZEIGT WERDEN

===== DIE OPERATOREN =====

ALLE OPERATOREN SIND VERGLEICHOPERATOREN. SIE UNTERSCHIEDEN SICH
IN ZWEIERLEI HINSICHT :

- 1- IN DEM TYP DER VARIABLEN DIE VERGlichen WERDEN MUESSEN
(HANDELT ES SICH UM NUMERISCHE WERTE ODER PRAEDIKATEN WERTE)
- 2- OB MAN EINE VARIABLE DIREKT MIT EINEM WERT VERGLEICHT ODER
OB MAN 2 VARIABLEN MITEINANDER VERGLEICHT.
IN DEM ZWEITEN FALL MUESSEN DIE BEIDEN VARIABLEN VORHER
EINEM WERT ZUGEWIESEN WERDEN.

DEMZUFOLGE GIBT ES 4 GRUPPEN VON VERGLEICHOPERATOREN.

- <, <=, =, >=, > : DIREKTER VERGLEICH VARIABLE/PRÄDIKAT
- <R, <=R, =R, >=R, >R : DIREKTER VERGLEICH VARIABLE/INTEGER
- <V, <=V, =V, >=V, >V : INDIREKTER VERGLEICH VARIABLE/VARIABLE
(PRÄDIKATIVER NATUR)
- <C, <=C, =C, >=C, >C : INDIREKTER VERGLEICH VARIABLE/VARIABLE
(INTEGER)

----- DIE PRAEDIKATE -----

- UM BESTIMMTE SITUATIONEN ZU BESCHREIBEN BZW. DIE GUELTIGKEIT
EINER INFORMATION ZU QUALIFIZIEREN...

NOVAL: ENTSPRECHENDE VARIABLE HAT KEINEN WERT ZUGEWIESEN

JA : ENTSPRECHENDER STATUS GILT

NEIN : ENTSPRECHENDER STATUS GILT NICHT

TRUE : BEDEUTET WAHR

FALSE : BEDEUTET NICHT WAHR

OK : ENTSPRECHENDER WERT IST KORREKT

TWBET : TROCKENWETTERBETRIEB

RWBET : REGENWETTERBETRIEB

NORMA : BEDEUTET NORMAL

ERHÖH : BEDEUTET ERHÖH

MAXZU : BEDEUTET MAXIMAL ZULÄSSIG

VOLLF : BEDEUTET VOLLFÖRDERUNG

HALTE : BEDEUTET HALTEN

**LISTE DER ZUSTANDSVARIABLEN, DIE IM ENTSCHEIDUNGSPROZESS
BERÜCKSICHTIGT WERDEN**

Die ursprünglichen Zustandsdaten aus dem Datenerfassungssystem (in der Datei **M5STEU.DXT** gespeichert) werden in das Feld **IDUMMY(226)** hineingelesen und dann in spezifische Felder übertragen.

Bedeutung	Programmbezeichnung	XPS-Bezeichnung
Datum und Uhrzeit	IDAT(6)	TAG, MONAT, JAHR, STUND, MINUT
mittlere Wasserstands- Werte der letzten Minute (cm über Sohlhöhe)	IY(18)	W1H10, W1H09, W1H04, W1H15, W1H17, W1H19, W1H21, W1H22, W1H25, W1H23, W1H35, W1H27, W1H11, W1H12
Bruttoniederschlagshöhe der letzten 5 Minuten (1/10mm)	RB05M(3)	R105M, R205M, R305M
Bruttoniederschlagshöhe der letzten 2 Stunden (1/10 mm)	IRB2S(3)	R102S, R202S, R302S
Nettoniederschlagshöhe der letzten 2 Stunden (1/10mm)	IN2SU(3) IN2SD(3)	N12SU, N22SU, N32SU N12SD, N22SD, N32SD
Durchflußvolumina der letzten 5 Minuten (m ³)	VPUMP(15)	V5-Y1, V5-Y2, V5-Y3, V5-Y4, V5-Y5, V5-Y6, V5-Y14, V5165
Durchflußvolumina der letzten 2 Stunden (m ³)	IV2S(i)	V2SY1, V2SY2, V2SY4, V2SY5, V2SY6, V2S14, V2S56
Momentane Stauraum- Auslastung (m ³)	IMS10, IMS22	MSR10, MSR22
Momentane Auslastung der Becken (%)	IMB11, IMB12, IMB23	MRB11, MRB12, MRB23
Zuflußvolumina aus den Einzugsgebieten (2 Std)	IZUF2S(3)	VZU2R, VZU2H, VZU2K
virtuelle Stauraum- Auslastung (m ³)	IVS10, IVS22	VSR10, VSR22
Steuerungszeitschritt (min)	ISINT	STINT

LISTE DER ENTSCHEIDUNGSVARIABLEN

Bedeutung	XPS-Bezeichnung	Werte
Betriebsarten in den drei Einzugsgebieten	BETR1, BETR2, BETR3	TWBET, RWBET
Förderleistung in die KA	QKA	NORMA, MAXZU, ERHOT
Befüllung der Becken	BEFHP, BEFKR	JA, NEIN
Entleerung der Becken	ENTHP, ENTKR	JA, NEIN
Weser-Entlastung in HPWL	UEWES	JA, NEIN
Entlastung in die Wasserlöse	UEWAS	JA, NEIN
Steuerung von Y4	QY4	NORMA, VOLLF, REDUZ
Steuerung des Stauraums Krimpel	SRKRI	HALTE
Überwachung der Gütedaten	GWHPW	JA, NEIN
Liste der Meldungen	MELDi, i=1,15	JA, NEIN

C***=====

C*** PRODUKTIONSDATEI

C***=====

C*** DIESE DATEI ENHÄLT DIE STEUERUNGSREGELN FÜR DAS ENTWÄSSERUNGS-

C*** SYSTEM BREMEN-LINKS-DER-WESER.

C*** DAS STEUERUNGSKONZEPT WURDE VON ALBRECHT/KHELIL ZWISCHEN APRIL

C*** UND AUGUST 1992 ÜBERARBEITET.

C***=====

C***=====

C*** INITIALISIERUNGSBLOCK

C***=====

C*** OB DIE VERARBEITUNGSTUFEN DER XPS PROTOKOLLIERT WERDEN MÜSSEN

C***-----

(DUMMY =R 0) -> (PRTKL =R 0)

C***-----

C***-----

C*** DIE LÄNGE DES STEUERUNGSINTERVALLS

C***-----

(DUMMY =R 0) -> (STINT =R 5)

C***-----

C*** DIE KLARANLAGEKAPAZITÄT WIRD GESETZT 3800 l/s

C*** ALLEN ENTSCHEIDUNGSVARIABLEN WIRD DER PRÄDIKAT 'NOVAL' (FÜR

C*** 'NO VALUE') ZUGEWIESEN.

C***-----

(DUMMY =R 0) -> (KAKAP =R 3800)

C***-----

C*** INITIALISIERUNG DER STRATEGIE IN HPWL

C***-----

(DUMMY =R 0) -> (QKA = NOVAL)(BETR2 = NOVAL)(UEWES = NOVAL)

(UEWAS = NOVAL)(BEFHP = NOVAL)(ENTHP = NOVAL)

(DUMMY =R 0) -> (MEL01 = NOVAL)(MEL02 = NOVAL)(MEL03 = NOVAL)

(MEL04 = NOVAL)(MEL05 = NOVAL)(MEL06 = NOVAL)(MEL07 = NOVAL)

C***-----

C*** INITIALISIERUNG DER STRATEGIE IN KRIMPEL

C***-----

(DUMMY =R 0) -> (BETR3 = NOVAL)(QY4 = NOVAL)(SRKRI = NOVAL)

(BEFKR = NOVAL)(ENTKR = NOVAL)

(DUMMY =R 0) -> (MEL08 = NOVAL)(MEL09 = NOVAL)(MEL10 = NOVAL)

(MEL11 = NOVAL)(MEL12 = NOVAL)(MEL13 = NOVAL)(MEL14 = NOVAL)

C***-----

C*** INITIALISIERUNG DER STRATEGIE; DIE GÜTEDATEN

C***-----

(DUMMY =R 0) -> (MEL15 = NOVAL)

AAAAA

C***=====

C*** UNTERSCHIEDUNG ZWISCHEN TROCKENWETTER- UND REGENWETTER-BETRIEB

C***=====

C*** in HPWL (EINZUGSGEBIET NR 2)

C*** R202S : NIEDERSCHLAGSHÖHE DER LETZTEN 2 STUNDEN IN HPWL

C*** BETR2 : BETRIEBSART IN HPWL

C***-----

(R202S >=R 20) -> (BETR2 = RWBET)

(R202S <R 20) -> (BETR2 = TWBET)

C***-----

C*** in KRIMPEL (EINZUGSGEBIET NR 3)

C*** R302S : NIEDERSCHLAGSHÖHE DER LETZTEN 2 STUNDEN IN KRIMPEL

C*** BETR3 : BETRIEBSART IN KRIMPEL

C***-----

(R302S >=R 20) -> (BETR3 = RWBET)

(R302S <R 20) -> (BETR3 = TWBET)

BBBBB

C***=====

C*** KANALBEWIRTSCHAFTUNG IN HPWL

C***=====

C*** HPWL STEUERUNGSBLOCK 1: BESCHICKUNG KA/BEFÜLLUNG BECKEN

C***-----

C*** LISTE DER VARIABLEN:

C***-----

C*** VSR10 (EIN) : VORHERGESEHENE SR-AUSLASTUNG IN HPWL

C*** W1H10 (EIN) : WASSERSTAND AM PEGEL H10

C***-----

C*** LISTE DER ENTSCHEIDUNGEN

C***-----

C*** QKA (AUS) : BESCHICKUNG DER KLÄRANLAGE

C*** BEFHP (AUS) : BEFÜLLUNG DER BECKEN IN HPWL

C***-----

(VSR10 <=R 15000) -> (QKA = NORMA)(BEFHP = NEIN)

(VSR10 >R 15000)(VSR10 <=R 30000)(W1H10 <=R 300) ->

(QKA = NORMA)(BEFHP = NEIN)

(VSR10 >R 15000)(VSR10 <=R 30000)(W1H10 >R 300)(W1H10 <=R 400) ->

(QKA = MAXZU)(BEFHP = NEIN)

(VSR10 >R 15000)(VSR10 <=R 30000)(W1H10 >R 400) ->

(QKA = MAXZU)(BEFHP = JA)

(VSR10 >R 30000) (W1H10 <=R 300) ->(QKA = MAXZU)(BEFHP = NEIN)

(VSR10 >R 30000) (W1H10 >R 300) ->(QKA = MAXZU)(BEFHP = JA)

BBBBB

C***=====

C*** HPWL STEUERUNGSBLOCK 2: ENTLASTUNG WES/WAS UND ERHÖHTE FORDERUNG

C*** IN DIE KA

C***=====

C*** LISTE DER VARIABLEN:

C***-----

C*** W1H10 : WASSERSTAND AM PEGEL IM PUMPENSUMPF H10

C*** W1H27 : WASSERSTAND AM PEGEL IM UMLAUFGERINNE H27

C***-----

C*** LISTE DER ENTSCHEIDUNGEN

C***-----

C*** BEFHP : BEFÜLLUNG DER BECKEN IN HPWL
C*** UEWES : ENTLASTUNG IN DIE WESER IN HPWL
C*** UEWAS : ENTLASTUNG IN DIE WASSERLÖSE IN HPWL
C*** QKA : BESCHICKUNG DER KLÄRANLAGE
C***-----

(W1H27 >=R 0)(W1H27 <=R 50) -> (UEWES = NEIN) (UEWAS = NEIN)

(W1H27 >R 50)(W1H27 <=R 400)(BEFHP = NEIN) -> (UEWES = NEIN) (UEWAS = NEIN)

(W1H27 >R 50)(W1H27 <=R 400)(BEFHP = JA) -> (UEWES = JA) (UEWAS = NEIN)

(W1H27 >R 400)(BEFHP = JA)(W1H10 <=R 450) -> (UEWES = JA)(UEWAS = NEIN)

(W1H27 >R 400)(BEFHP = JA)(W1H10 >R 450)(W1H10 <=R 465) ->
(UEWES = JA)(UEWAS = NEIN)(QKA = ERHOT)

(W1H27 >R 400)(BEFHP = JA)(W1H10 >R 465) ->
(UEWES = JA)(UEWAS = JA)(QKA = ERHOT)

BBBBB

C***=====

C*** HPWL STEUERUNGSBLOCK 3: ENTLERUNG

C***=====

C*** LISTE DER ZUSTANDSVARIABLEN:

C***-----

C*** GIBT ES NOCH MISCHWASSER IN DEN BECKEN ?

C***-----

C*** W1H11 : WASSERSTAND IM BECKEN HPWL

C*** W1H12 : WASSERSTAND IM BECKEN HPWL

C***-----

C*** BEFHP : BEFÜLLUNG DER BECKEN IN HPWL

C*** QKA : BESCHICKUNG DER KLÄRANLAGE

C*** R202S : NIEDERSCHLAGSHÖHE IN HPWL ÜBER DIE 2 LETZTEN STUNDEN

C*** W1H10 : WASSERSTAND IM PEGEL H10

C*** LENTH : ENTLERUNGSSTATUS IM VORHERIGEN STEUERUNGSSCHRITT

C***-----

C*** LISTE DER ENTSCHEIDUNGEN

C***-----

C*** ENTHP : ENTLERUNGSSTATUS IM LAUFENDEN SCHRITT

C***-----

(W1H12 >=R 10)(BEFHP = NEIN)(QKA = NORMA)(R202S <=R 2)(LENTH = NEIN)
(W1H10 <=R 200) -> (ENTHP = JA)

(W1H11 >=R 10)(BEFHP = NEIN)(QKA = NORMA)(R202S <=R 2)(LENTH = NEIN)
(W1H10 <=R 200) -> (ENTHP = JA)

(W1H12 >=R 10)(BEFHP = NEIN)(QKA = NORMA)(R202S <=R 2)(LENTH = JA)
(W1H10 <=R 280) -> (ENTHP = JA)

(W1H11 >=R 10)(BEFHP = NEIN)(QKA = NORMA)(R202S <=R 2)(LENTH = JA)
(W1H10 <=R 280) -> (ENTHP = JA)

BBBBB

C***=====

C*** KRIMPEL STEUERUNGSBLOCK 1: BEWIRTSCHAFTUNG DES STAURAUMS

C***=====

C*** LISTE DER EINGABEVARIABLEN:

C***-----

C*** VSR22 : POTENTIELLE STAURAUMAUSLASTUNG

C*** W1H22 : WASSERSTAND IM PEGEL H22

C***-----

C*** LISTE DER ENTSCHEIDUNGEN

C***-----

C*** QY4 : FÖRDERUNG IN RICHTUNG HPWL

C*** BEFKR : BEFÜLLUNG DER BECKEN IN KRIMPEL

C*** BEFHP : BEFÜLLUNG DER BECKEN IN HPWL

C***-----

C*** VSR22 UNKRITISCH

(BEFHP = NEIN)(VSR22 <=R 3000) -> (QY4 = NORMA)(BEFKR = NEIN)

(BEFHP = JA)(VSR22 <=R 3000) -> (QY4 = REDUZ)(BEFKR = NEIN)

C*** VSR22 WIRD GRÖßER

(VSR22 >R 3000)(VSR22 <=R 5000) -> (QY4 = NORMA)(SRKRI = HALTE)

(BEFKR = NEIN)

C*** VSR22 KRITISCH

(VSR22 >R 5000)(MRB23 <=R 80)(W1H22 <=R 220) -> (BEFKR = JA)(SRKRI = HALTE)

(VSR22 >R 5000)(MRB23 >R 80)(MRB23 <=R 95)(W1H22 <=R 220) ->

(BEFKR = JA)(QY4 = VOLLF)

(VSR22 >R 5000)(MRB23 <=R 95)(W1H22 >R 220) -> (BEFKR = JA)(QY4 = VOLLF)

(VSR22 >R 5000)(MRB23 >R 95)(W1H22 <=R 220) ->(BEFKR = NEIN)(SRKRI = HALTE)

(VSR22 >R 5000)(MRB23 >R 95)(W1H22 >R 220) ->(BEFKR = NEIN)(QY4 = VOLLF)

BBBBB

C***=====

C*** KRIMPEL STEUERUNGSBLOCK 2: ENTLERUNGSPHASE

C***=====

C*** LISTE DER ZUSTANDSVARIABLEN:

C***-----

C*** W1H22 : WASSERSTAND ÜBER SOHLE IM PUMPENSUMPF KRIMPEL (CM)

C*** W1H10 : WASSERSTAND ÜBER SOHLE IM PUMPENSUMPF HPWL (CM)

C*** BEFKR : BEFÜLLUNG DER BECKEN IN KRIMPEL (JA/NEIN)

C*** R302S : NIEDERSCHLAGSHÖHE DER LETZTEN BEIDEN STUNDEN IN KRIMPEL (1/10 MM)

C*** LENTK : ENTSCHEIDUNG ÜBER DIE ENTLERUNG IN KRIMPEL IM LETZTEN ZEITSCHRITT

C***-----

C*** LISTE DER ENTSCHEIDUNGEN

C***-----

C*** ENTKR : ENTLERUNG DER BECKEN IN KRIMPEL

C***-----

(BEFKR = NEIN)(LENTK = NEIN)(W1H22 <=R 130)(W1H10 <=R 180)(R302S <=R 2)

(W1H23 >R 40) -> (ENTKR = JA)

(BEFKR = NEIN)(LENTK = JA)(W1H22 <=R 180)(W1H10 <=R 180)(R302S <=R 2)

-> (ENTKR = JA)

BBBBB

C***=====

C*** GÜTEDATEN

C***=====

C*** LISTE DER EINGABEVARIABLEN:

C***-----

C*** PHHPW : pH WERTE

C*** ROHPW : LEITFÄHIGKEIT

C*** EGHPW : EXPLOSIONSGEFAHR

C*** H2SHP : H2S KONZENTRATION

C*** O2HPW : O2 KONZENTRATION

C***-----

C*** LISTE DER ENTSCHEIDUNGEN

C***-----

C*** GWHPW : ÜBERSCHREITUNG EINES GRENZWERTES IN HPWL

C***-----

C*** ES WERDEN NUR GÜLTIGE WERTE (> 0) BETRACHTET

C***-----

(PHHPW >R 1000) -> (GWHPW = JA)

(PHHPW >R 0) (PHHPW <=R 600) -> (GWHPW = JA)

(ROHPW >R 300) -> (GWHPW = JA)

(EGHPW >R 250) -> (GWHPW = JA)

(H2SHP >R 50) -> (GWHPW = JA)

(O2HPW >R 170) -> (GWHPW = JA)

BBBBB

C***=====

C*** AUSGABE DER EMPFEHLUNGEN

C***=====

C*** EMPFEHLUNGEN FÜR DEN BEREICH HPWL

C***-----

(BETR2 = TWBET) -> (MEL01 = JA)

(QKA = MAXZU) -> (MEL02 = JA)

(BEFHP = JA)(UEWES = NEIN)(UEWAS = NEIN) -> (MEL03 = JA)

(BEFHP = JA)(UEWES = JA)(UEWAS = NEIN) -> (MEL04 = JA)

(BEFHP = JA)(UEWES = JA)(UEWAS = NEIN) (QKA = ERHOT)
-> (MEL04 = NEIN)(MEL05 = JA)

(BEFHP = JA)(UEWAS = JA) -> (MEL06 = JA)

(ENTHP = JA) -> (MEL07 = JA)

C***-----

C*** EMPFEHLUNGEN FÜR DEN BEREICH KRIMPEL

C***-----

(BETR3 = TWBET) -> (MEL08 = JA)

(QY4 = VOLLF)(BEFKR = NEIN) -> (MEL09 = JA)

(QY4 = REDUZ)(BEFKR = NEIN) -> (MEL10 = JA)

(SRKRI = HALTE)(BEFKR = NEIN) -> (MEL11 = JA)

(QY4 = REDUZ)(BEFKR = JA) -> (MEL12 = JA)

(QY4 = VOLLF)(BEFKR = JA) -> (MEL13 = JA)

(ENTKR = JA) -> (MEL14 = JA)

C***-----

C*** WARNUNG BEZÜGLICH DER GRENZWERTÜBERSCHREITUNG

C***-----

(GWWPW = JA) -> (MEL15 = JA)

BBBBB

C***-----

C*** SPEICHERUNG DES ENTLERUNGSSTATUS DES LETZTEN ZEITSCHRITTES

C***-----

(DUMMY =R 0) -> (LENTH =V ENTHP)

(DUMMY =R 0) -> (LENTK =V ENTKR)

ENDE

```

*****
***      EXPERTENSYSTEM ZUR STEUERUNG DES NETZES      ***
***      BREMEN-LINKS DER WESER                      ***
***      von Amar KHELIL (ifs, Hannover)             ***
***      last modified : August 1992                 ***
*****

```

AUSGABEDATEI DES VORPROGRAMMES

ÜBERARBEITUNG DES STEUERUNGSKONZEPTES IN BREMEN LINKS DER WESER
VON ALBRECHT(ASA)/KHELIL(IWH), APRIL-AUGUST 1992

LISTE DER EIN/AUSGABEDATEIEN :
AUSGABE DER PRODUKTIONEN : PRODUC.DAT
ZUSTAND DES NETZES : M5STEU.DXT
AUSGABE DER ENTSCHEIDUNGEN : STEUERWE.DXT

LAENGE DES STEUERINTERVALLS : 5 MINUTEN

ANZAHL DER XPS-VARIABLEN : 95
LISTE DER XPS-VARIABLEN

TAG MONAT JAHR STUND MINUT SEKUN SINT W1H04 W1H09 W1H10
1 2 3 4 5 6 7 11 12 13
W1H11 W1H12 W1H22 W1H23 W1H25 W1H27 W1H35 V5-Y1 V5-Y2 V5-Y3
14 15 16 17 18 19 20 41 42 43
V5-Y4 V5-Y5 V5-Y6 V5Y14 V5Y15 V2SY1 V2SY2 V2SY3 V2SY4 V2SY5
44 45 46 47 48 341 342 343 344 345
V2SY6 V2S14 V2S65 R105M R205M R305M KAKAP PPHPW ROHPW EGHWP
346 347 348 51 52 53 61 71 72 73
H2SHP O2HPW R102S R202S R302S N12SU N22SU N32SU N12SD N22SD
74 75 101 102 103 104 105 106 107 108
N32SD VZU2R VZU2H VZU2K MSR10 MSR22 MRB11 MRB12 MRB23 VSR10
109 151 152 153 201 202 203 204 205 251
VSR22 BETR2 BETR3 QKA BEFHP ENTHP UEWES UEWAS LENTH BEFKR
252 1101 1102 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1211
ENTKR SRKRI QY4 LENTK GWHWP MEL01 MEL02 MEL03 MEL04 MEL05
1212 1213 1214 1215 1301 1401 1402 1403 1404 1405
MEL06 MEL07 MEL08 MEL09 MEL10 MEL11 MEL12 MEL13 MEL14 MEL15
1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415
STINT DUMMY ENDE EXIT PRTKL
1451 8000 8001 8002 8003

ANZAHL DER XPS-OPERATOREN : 20
LISTE DER XPS-OPERATOREN

< <= = >= > <V <=V =V >=V >V
1 2 3 4 5 11 12 13 14 15
<R <=R =R >=R >R <C <=C =C >=C >C
21 22 23 24 25 31 32 33 34 35

ANZAHL DER XPS-PRÄDIKATE : 14

19	25	400	1202	3	1	13	25	465	9988	1204	43
3	1	1205	3	1	1201	3	23	-9999	0	0	0
15	24	10	1202	3	2	1201	3	21	102	22	45
2	1206	3	2	13	22	200	9988	1203	3	1	46
-9999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	24	10	1202	3	2	1201	3	21	102	22	48
2	1206	3	2	13	22	200	9988	1203	3	1	49
-9999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	24	10	1202	3	2	1201	3	21	102	22	51
2	1206	3	1	13	22	280	9988	1203	3	1	52
-9999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	24	10	1202	3	2	1201	3	21	102	22	54
2	1206	3	1	13	22	280	9988	1203	3	1	55
-9999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1202	3	2	252	22	3000	9988	1214	3	21	1211	57
3	2	-9999	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1202	3	1	252	22	3000	9988	1214	3	26	1211	59
3	2	-9999	0	0	0	0	0	0	0	0	0
252	25	3000	252	22	5000	9988	1214	3	21	1213	61
3	24	1211	3	2	-9999	0	0	0	0	0	0
252	25	5000	205	22	80	16	22	220	9988	1211	63
3	1	1213	3	24	-9999	0	0	0	0	0	0
252	25	5000	205	25	80	205	22	95	16	22	65
220	9988	1211	3	1	1214	3	25	-9999	0	0	0
252	25	5000	205	22	95	16	25	220	9988	1211	67
3	1	1214	3	25	-9999	0	0	0	0	0	0
252	25	5000	205	25	95	16	22	220	9988	1211	69
3	2	1213	3	24	-9999	0	0	0	0	0	0
252	25	5000	205	25	95	16	25	220	9988	1211	71
3	2	1214	3	25	-9999	0	0	0	0	0	0
1211	3	2	1215	3	2	16	22	130	13	22	73
180	103	22	2	17	25	40	9988	1212	3	1	74
-9999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1211	3	2	1215	3	1	16	22	180	13	22	76
180	103	22	2	9988	1212	3	1	-9999	0	0	0
71	25	1000	9988	1301	3	1	-9999	0	0	0	0
71	25	0	71	22	600	9988	1301	3	1	-9999	0
72	25	300	9988	1301	3	1	-9999	0	0	0	0
73	25	250	9988	1301	3	1	-9999	0	0	0	0
74	25	50	9988	1301	3	1	-9999	0	0	0	0
75	25	170	9988	1301	3	1	-9999	0	0	0	0
1101	3	11	9988	1401	3	1	-9999	0	0	0	0
1201	3	22	9988	1402	3	1	-9999	0	0	0	0
1202	3	1	1204	3	2	1205	3	2	9988	1403	86
3	1	-9999	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1202	3	1	1204	3	1	1205	3	2	9988	1404	88
3	1	-9999	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1202	3	1	1204	3	1	1205	3	2	1201	3	90
23	9988	1404	3	2	1405	3	1	-9999	0	0	0
1202	3	1	1205	3	1	9988	1406	3	1	-9999	0
1203	3	1	9988	1407	3	1	-9999	0	0	0	0
1102	3	11	9988	1408	3	1	-9999	0	0	0	0
1214	3	25	1211	3	2	9988	1409	3	1	-9999	0
1214	3	26	1211	3	2	9988	1410	3	1	-9999	0
1213	3	24	1211	3	2	9988	1411	3	1	-9999	0
1214	3	26	1211	3	1	9988	1412	3	1	-9999	0
1214	3	25	1211	3	1	9988	1413	3	1	-9999	0
1212	3	1	9988	1414	3	1	-9999	0	0	0	0
1301	3	1	9988	1415	3	1	-9999	0	0	0	0
8000	23	0	9988	1206	13	1203	-9999	0	0	0	0

8000	23	0	9988	1215	13	1212	-9999	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VERWALTUNG DES PRIMÄR (-INSPRO-)

ILX = 61 (ANZAHL DER STEUERUNGSREGELN)

IFP = 103 (ZELLENNUMMER DER LETZTEN REGEL)

ILP = 150 (ZELLENNUMMER DER LETZT-MÖGLICHEN REGEL)

 NR INDEXP BLOCKP NUMERP WIEOFP

1 1 0 1 1 0

2	2	0	2	0
3	3	0	3	0
4	4	0	4	0
5	7	0	5	0
6	10	0	6	0
7	12	0	7	0
8	15	0	8	0
9	16	1	101	0
10	17	1	102	0
11	18	1	103	0
12	19	1	104	0
13	20	2	201	0
14	21	2	202	0
15	23	2	203	0
16	25	2	204	0
17	27	2	205	0
18	29	2	206	0
19	31	3	301	0
20	33	3	302	0
21	35	3	303	0
22	37	3	304	0
23	39	3	305	0
24	42	3	306	0
25	44	4	401	0
26	47	4	402	0
27	50	4	403	0
28	53	4	404	0
29	56	5	501	0
30	58	5	502	0
31	60	5	503	0
32	62	5	504	0
33	64	5	505	0
34	66	5	506	0
35	68	5	507	0
36	70	5	508	0
37	72	6	601	0
38	75	6	602	0
39	77	7	701	0
40	78	7	702	0
41	79	7	703	0
42	80	7	704	0
43	81	7	705	0
44	82	7	706	0
45	83	8	801	0
46	84	8	802	0
47	85	8	803	0
48	87	8	804	0
49	89	8	805	0
50	91	8	806	0
51	92	8	807	0
52	93	8	808	0
53	94	8	809	0
54	95	8	810	0
55	96	8	811	0
56	97	8	812	0
57	98	8	813	0
58	99	8	814	0
59	100	8	815	0
60	101	9	901	0
61	102	9	902	0

PATTERN-MATCHING SCHWELLEN

100. 100. 100. 100. 100. 100. 100. 100. 100. 100.
100. 100. 100. 100. 100. 100. 100. 100. 100. 100.

PROTOKOLL DES ENTSCHEIDUNGSPROZESSES

IPOUT
0

BESCHREIBUNG DES KANALS

PUMPEN IM DATENERFASSUNGSSYSTEM (D.E.S)

ANZAHL DER PUMPEN : 15

LISTE DER PUMPEN (M5STEU.DXT ZUORDNUNG!)

V5-Y1 V5-Y2 V5-Y3 V5-Y4 V5-Y5 V5-Y6 V5ARS V5HAB V5KAT V5GRO
V5OCH V5FLU V5NHA V5Y14 V5165

PUMPEN IM STEUERUNGSSYSTEM (XPS)

ANZAHL DER PUMPEN : 8

LISTE DER PUMPEN

V5-Y1 V5-Y2 V5-Y3 V5Y14 V5-Y6 V5-Y4 V5-Y5 V5165

ENTSPRECHUNG PUMPEN XPS-D.E.S :

1 2 3 14 6 4 5 15

PEGEL IM DATENERFASSUNGSSYSTEM (D.E.S)

ANZAHL DER PEGEL : 18

LISTE DER PEGEL (M5STEU.DXT ZUORDNUNG!)

W1H10 W1H11 W1H12 W1H27 W1H28 W1H29 W1H04 W1H21 W1H22 W1H23
W1H25 W1H32 W1H09 W1H15 W1H17 W1H19 W1H35 W1H40

PEGEL IM STEUERUNGSSYSTEM (XPS)

ANZAHL DER PEGEL : 8

LISTE DER PEGEL

W1H10 W1H09 W1H11 W1H12 W1H27 W1H22 W1H25 W1H23

ENTSPRECHUNG PEGEL XPS-D.E.S :

1 13 2 3 4 9 11 10

LOSPER INFRAT LOSIMP VERDUN (REGENSVERLUSTE in 1/10 MM)

80.00 5.00 20.00 .09

DFLEZ1	DFLEZ2	DFLEZ3 : DURCHLÄSSIGE FLÄCHE (HA)
8.00	360.00	83.00

UFLEZ1	UFLEZ2	UFLEZ3 : UN DURCHLÄSSIGE FLÄCHE (HA)
8.00	360.00	83.00

TWZ. RABLI	TWZ. HPWL	TWZ. KRIMP
10.00	300.00	80.00

ANLAGE 5
BESCHREIBUNG DER DATEI 'M5STEU.DXT'

ANLAGE 5: DATEI ZUSNET='M5STEU.DXT' - Seite 1 -

Die Datei 'M5STEU.DXT' stellt die **Schnittstelle zwischen dem Datenerfassungssystem und dem Expertensystem** dar.

Hier wird die Organisation dieser Datei beschrieben, bzw. die Reihenfolge der übertragenen Variablen und ihrer Bezeichnungen. Aufgrund der Trennung zwischen den Wissensklassen (allgemeines Wissen, Fachwissen, Faktenwissen) besitzt jede Variable zwei Namen:

- einen Namen (Name1) für die Handhabung in der Produktionsbasis (das Formulieren der Regeln in der ASCII-Produktionsdatei)
- einen Namen (Name2) zur Bezeichnung der Variablen in den Quelltexten (XPS-Shell) bzw. das Einlesen und Übertragen der Daten auf die Faktenbasis des XPS (Feld **WRKMEM**)

Aktuelles datum und Urzeit

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
1.	Tag	--TAG	IDAT(1)
2.	Monat	MONAT	IDAT(2)
3.	Jahr	-JAHR	IDAT(3)
4.	Stunde	STUND	IDAT(4)
5.	Minute	MINUT	IDAT(5)
6.	Sekunde	SEKUN	IDAT(6)

Mittlerer Wasserstand der letzten Minute in cm über Sohle

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
21.	H10	W1H10	IY(1)
22.	H11 (RÜB1-HPWL)	W1H11	IY(2)
23.	H12 (RÜB2-HPWL)	W1H12	IY(3)
24.	H27 (UMLAUFGERINNE-HPWL)	W1H27	IY(4)
25.	H28 (WEHRÜBERLAUF1-HPWL)	W1H28	IY(5)
26.	H29 (WEHRÜBERLAUF2-HPWL)	W1H29	IY(6)
27.	H04 (P.SUMPF RABLINGHAUSEN)	W1H04	IY(7)
28.	H21 (NEUENLÄNDERSTR./DROSTESTR.)	W1H21	IY(8)
29.	H22 (P.SUMPF KRIMPEL)	W1H22	IY(9)
30.	H23 (RHB-KRIMPEL)	W1H23	IY(10)
31.	H25 (KATTENTURMER HEERSTR)	W1H25	IY(11)
32.	H32 (ÜBERLAUF KRIMPELFLEET)	W1H32	IY(12)
33.	H09 (HEMPEGWEG)	W1H09	IY(13)
34.	H15 (HOHENTORSPLATZ/FRIESENWERDER)	W1H15	IY(14)
35.	H17 (HOHENTORSSTR.)	W1H17	IY(15)
36.	H19 (NEUENLÄNDERSTR./MEYERSTR.)	W1H19	IY(16)
37.	H35 (WESER LADESTR.)	W1H35	IY(17)
38.	H40 (P.SUMPF HUCHTING)	W1H40	IY(18)

ANLAGE 5: DATEI ZUSNET='M5STEU.DXT' - Seite 2 -

Durchflußvolumen der letzten 5 Minuten in m3

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
51.	DRUCKROHRLEITUNG1 HPWL	-	-
52.	DRUCKRÖHRLEITUNG2 HPWL	-	-
53.	DRUCKROHRLEITUNG HPW 1	-	-
54.	DRUCKROHRLEITUNG HPW 2	-	-
55.	DRUCKROHRLEITUNG 1/2 PW HUCHTING	-	-

Niederschlagshöhe seit Ereignisbeginn in 1/10 mm

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
61.	RABLINGHAUSEN (1)	-	-
62.	HPWL (2)	-	-
63.	KRIMPEL (3)	-	-

Niederschlagshöhe der letzten 5 Minuten in 1/10 mm

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
71.	RABLINGHAUSEN (1)	R105M	RB05(1)
72.	HPWL (2)	R205M	RB05(2)
73.	KRIMPEL (3)	R305M	RB05(3)

Fördervolumen der Pumpen in den letzten 5 Minuten in m3

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
81.	HPWL -> KA	V5-Y1	VPUMP(1)
82.	HPWL (BEFÜLLUNG DER BECKEN)	V5-Y2	VPUMP(2)
83.	HPWL (ENTLASTUNG IN DIE WESER)	V5-Y3	VPUMP(3)
84.	KRIMPEL -> HPWL	V5-Y4	VPUMP(4)
85.	KRIMPEL (BEFÜLLUNG DER BECKEN)	V5-Y5	VPUMP(5)
86.	RABLINGHAUSEN -> HPWL	V5-Y6	VPUMP(6)
87.	ARSTEN	V5ARS	VPUMP(7)
88.	HABENHAUSEN	V5HAB	VPUMP(8)
89.	KATTENESCH	V5KAT	VPUMP(9)
90.	GROLLAND	V5GRO	VPUMP(10)
91.	OCHTUM	V5OCH	VPUMP(11)
92.	FLUGHAFEN	V5FLU	VPUMP(12)
93.	NEUSTADT HAFEN	V5NHA	VPUMP(13)
94.	HPWL ENTLEERUNG	V5Y14	VPUMP(14)
95.	KRIMPEL ENTLEERUNG	V5165	VPUMP(15)

ANLAGE 5: DATEI ZUSNET='M5STEU.DXT' - Seite 3 -

Aktuelle Förderleistung der Pumpen in l/s

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
101.	HPWL -> KA		
102.	HPWL (BEFÜLLUNG DER BECKEN)		
103.	HPWL (ENTLASTUNG IN DIE WESER)		
104.	KRIMPEL -> HPWL		
105.	KRIMPEL (BEFÜLLUNG DER BECKEN)		
106.	RABLINGHAUSEN -> HPWL		
107.	ARSTENQ		
108.	HABENHAUSEN		
109.	KATTENESCH		
110.	GROLLAND		
111.	OCHTUM		
112.	FLUGHAFEN		
113.	NEUSTADT HAFEN		
114.	HPWL ENTLEERUNG		
115.	KRIMPEL ENTLEERUNG		

Überlaufvolumen der letzten 5 Minuten in m3

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
121.	HPWL ÜBERLAUF IN DIE WESER		
122.	HPWL ÜBERLAUF IN DIE WASSERLÖSE		
123.	KRIMPEL ÜBERLAUF IN DAS KRIMPELFLEET		

Aktuelle Überlaufsraten in l/s

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
126.	HPWL ÜBERLAUF IN DIE WESER		
127.	HPWL ÜBERLAUF IN DIE WASSERLÖSE		
128.	KRIMPEL ÜBERLAUF IN DAS KRIMPELFLEET		

Geleistete Arbeit der letzten Minuten in KWs

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
131.	HPWL		
132.	KRIMPEL		

Aktuelle Leistungsaufnahme in KW

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
136.	HPWL		
137.	KRIMPEL		

ANLAGE 5: DATEI ZUSNET='M5STEU.DXT' - Seite 4 -

Aktueller Pumpenstatus (1=an/0=aus)

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
141.	HPWL SWPUMPE1 (-> KA)		
142.	HPWL SWPUMPE2 (-> KA)		
143.	HPWL SWPUMPE3 (-> KA)		
144.	HPWL ENLASTUNGSPUMPE1		
145.	HPWL ENLASTUNGSPUMPE2		
146.	HPWL SCHNECKE1		
147.	HPWL SCHNECKE2		
148.	HPWL SCHNECKE3		
149.	KRIMPEL SCHNECKE1		
150.	KRIMPEL SCHNECKE2		
151.	KRIMPEL SCHNECKE3		
152.	KRIMPEL SCHNECKE4		
153.	KRIMPEL SCHNECKE5		
154.	KRIMPEL SCHNECKE6		

Pumpenlaufzeiten der letzten 5 Minuten in Sekunden (Genauigkeit 15s)

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
171.	HPWL SWPUMPE1 (-> KA)		
172.	HPWL SWPUMPE2 (-> KA)		
173.	HPWL SWPUMPE3 (-> KA)		
174.	HPWL ENLASTUNGSPUMPE1		
175.	HPWL ENLASTUNGSPUMPE2		
176.	HPWL SCHNECKE1		
177.	HPWL SCHNECKE2		
178.	HPWL SCHNECKE3		
179.	KRIMPEL SCHNECKE1		
180.	KRIMPEL SCHNECKE2		
181.	KRIMPEL SCHNECKE3		
182.	KRIMPEL SCHNECKE4		
183.	KRIMPEL SCHNECKE5		
184.	KRIMPEL SCHNECKE6		

Füllgrad des Kanalstauraums oberhalb des jeweiligen Pegels

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
201.	H10 (HPWL STAURAUUM)	MSR10	IMS10
202.	H11 (HPWL RÜB1)		
203.	H12 (HPWL RÜB2)		
204.	H27		
205.	H28		
206.	H29		
207.	H04 (RABLINGHAUSEN STAURAUUM)		
208.	H21		
209.	H22 (KRIMPEL STAURAUUM)	MSR22	IMS22
210.	H23 (KRIMPEL RHB)		
211.	H25	-	
212.	H32	-	
213.	H09	-	
214.	H15	-	
215.	H17	-	
216.	H19	-	

Gütedaten (Momentanwerte)

Nr.	Inhalt	Name1	Name2
221.	HPWL pH (x 100)	PHHPW	PH(2)
222.	HPWL LEITFÄHIGKEIT (mS/cm x 100)	ROHPW	RHO(2)
223.	HPWL EXGAS (% x 10)	EGHPW	XGAS(2)
224.	HPWL H ₂ S (ppm x 10)	H2SHP	H2S(2)
225.	HPWL O ₂ (V/V% x 10)	O2HPW	O2(2)
226.	HPWL BSB (mg/l)	BSBHP	BSB(2)

ANMERKUNGEN

- Wenn die Zeilennummer fettgedruckt erscheint, wird die entsprechende Information im Entscheidungsprozeß verwendet.
- Wenn der Name Name1 fettgedruckt erscheint, wird die entsprechende Variable in der Kodierungsdatei bezeichnet.

Wasserstandsmessungen

Bei einem Ausfall von **H10** dient **H09** als Ersatz. Bei einem Ausfall von **H22** dient **H25** als Ersatz.

Pumpenförderleistungen bzw. Überlaufzeiten

Die sogenannten gemessenen Förderleistungen entstehen eigentlich aus einer Kombination von Messungen und Berechnungen:

- Zur Abschätzung der Förderleistung einer Schnecke wird einzig ihre Drehzahl berücksichtigt (keinen Einfluß der Wasserstandshöhe).
- Die Entlastungsleistungen aus den Rückhaltebecken sind abgeleitete Werte aus den Wasserstandshöhen in den Becken.
- Die von Datenerfassungssystem ermittelten Überlaufzeiten werden aus den Überfallhöhe abgeleitet (Formel von Polini).

Gültigkeit der übertragenen Werte

Wenn das System Messungen als ungültig erkennt, werden die entsprechenden Variablen mit dem Wert -999 versehen.