

---

# Dokumentation zur Kalibrierung eines Niederschlags–Abflußmodells (HYSRAD/EXTRAN) mit einem Expertensystem

Universität Hannover  
Institut für Wasserwirtschaft  
1992

---

*Dr. A. Khelil  
B. Wetzorke*

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>3</b>
1.1	Elementare Grundlagen . . . . .	3
1.2	Grundlegendes zu VP-EXPERT . . . . .	3
1.3	Erfahrungen des Instituts mit Expertensystemen . . . . .	4
1.4	Motivation für ein neues System . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Installation</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Dateneingabe und Aufbereitung</b>	<b>6</b>
3.1	Benötigte Daten und Dateien . . . . .	6
3.1.1	Graphische Darstellung . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Datenfluß</b>	<b>8</b>
4.1	Steuerung des Programmablaufs mittels Batchdateien . . . . .	8
4.2	Schnittstellen . . . . .	11
4.3	Programm- und Verzeichnisliste . . . . .	12
4.3.1	Bemerkung . . . . .	12

4.3.2	Verzeichnisorganisation . . . . .	12
4.3.3	Fortran Programme . . . . .	13
4.3.4	Wissensbasen . . . . .	15
4.3.5	Batch- und Textdateien . . . . .	16
<b>5</b>	<b>Arbeitsweise des Systems</b>	<b>17</b>
5.1	Allgemeines . . . . .	17
5.2	Schnelleinstieg — eine Mustersitzung . . . . .	17
5.3	Mögliches und Unmögliches . . . . .	18
5.3.1	Anfangsbedingungen und Initialisierung . . . . .	18
5.3.2	Analysemöglichkeiten . . . . .	19
5.3.3	Fehleranalyse . . . . .	19
5.3.4	Kanalnetzvereinfachung . . . . .	20
5.3.5	Wissensbasen . . . . .	20
5.3.6	Kalibrierung . . . . .	20
5.4	Stärken und Schwächen zusammengefaßt . . . . .	24
<b>6</b>	<b>Erste Ergebnisse</b>	<b>24</b>
6.1	Ein neuer Parameter ist entstanden . . . . .	25
<b>7</b>	<b>Probleme</b>	<b>25</b>
7.1	Probleme mit VP-EXPERT . . . . .	25
7.2	Mögliche Weiterentwicklungen . . . . .	27
<b>8</b>	<b>Formate</b>	<b>27</b>

# 1 Einführung

## 1.1 Elementare Grundlagen

Die Simulation von Niederschlags-Abfluß-Prozessen mit Hilfe von Computern ist heutzutage eine übliche Vorgehensweise in der Hydrologie.

Die verwendeten Modelle (z.B.: HYSRAD/EXTRAN) verwenden Modellparameter um die Simulation an unterschiedliche Einzugsgebiete und Ereignisse (Regen) anzupassen (kalibrieren). Die Anpassung erfolgt üblicherweise "per Hand", d.h., die Ergebnisse einer Simulation mit einem bestimmten Ereignis werden mit gemessenen Daten verglichen und daraufhin die Modellparameter mehr oder weniger geschickt verändert, in der Hoffnung mit der neuen Simulation bessere Übereinstimmung zu erhalten.

Die so optimierten Modellparameter werden anhand von anderen Ereignissen und dem gleichen Einzugsgebiet überprüft (verifiziert).

Im Zuge immer weiterer Einflußnahme durch Computer bietet es sich nun an, die Optimierung der Modellparameter ebenfalls dem Rechner zu überlassen. Geeignet für eine solche Aufgabe erscheinen Expertensysteme.

Genauer und viel genauer findet man in der Literatur, die am Institut vorhanden ist.

## 1.2 Grundlegendes zu VP-EXPERT

Ein Expertensystem, bzw. in diesem Fall die Expertensystem-Shell VP-EXPERT, ist, einfach ausgedrückt, eine Programmiersprache, die regelbasierte Programmierung unterstützt, wobei *regelbasiert* eine Programmierung in WENN-DANN Strukturen bezeichnet. Diese Struktur ist in stärker algorithmisch ausgerichteten Programmiersprachen als IF-THEN Konstruktion auch vorhanden, steht aber im Gegensatz zur regelbasierten Programmierung nicht so im Vordergrund.

Ein Beispiel für eine Regel, die (im Pseudocode) z.B. das Abflußvolumen beeinflusst, könnte so aussehen:

```
RULE 1
IF Volumendifferenz = 20
THEN
    Abfluss = verringern
    Modellparameter = Modellparameter - 1 Einheit
```

Eine Regelbasis besteht dann aus mehreren solcher Regeln.

Die Programmierung in Regeln hat im wesentlichen zwei Vorteile:

- erstens sind sie einfach und übersichtlich zu programmieren und
- zweitens entsprechen Regeln am ehesten unserer Art zu Denken.

Expertensysteme sollen Wissen von Experten beinhalten und in nachvollziehbarer Form wiedergeben. Zu diesem Zweck sollten Sie eine besondere Schnittstelle zum Anwender haben, die zum Beispiel nachzuvollziehen erlaubt, warum eine bestimmte Regel ausgeführt wurde.

Dieses war eine sehr kurze Darstellung und auch hier findet man weiteres in der wohlgeordneten Institutsbibliothek (z.B. in der Diplomarbeit von Holger Zinn oder in einer kurzen Zusammenfassung der Möglichkeiten von VP-EXPERT).

### 1.3 Erfahrungen des Instituts mit Expertensystemen

Der Einsatz von Expertensystemen in der Hydrologie ist nichts Neues. Auf die Arbeiten von z.B. Baffoe und Delleur sei hier nur hingewiesen.

Etwas näher soll auf die Arbeit von Holger Zinn im Rahmen seiner Diplomarbeit eingegangen werden, da sie am hiesigen Institut entstanden ist. Er verwandte dafür das Oberflächenmodell **HYSTEM** und das Transportmodell **EXTRAN**, sowie die Expertensystem-Shell **VP-EXPERT**. Auch diese Darstellung soll knapp gehalten werden.

Holgers Arbeit hat sich darauf konzentriert, die simulierte Ganglinie der gemessenen Ganglinie anzupassen, eben Regeln zu schreiben, die den optimierten Modellparametersatz finden — das noch weitere Überlegungen für ein Expertensystem zur Kalibrierung möglich sind, wird später dargestellt. Die Vorgehensweise von Holger war etwa folgende:

- Simulation mit **HYSTEM** solange, bis die Volumendifferenz von gemessener und simulierter Ganglinie  $< 1\%$  ist. (Variiert wird hierbei der Parameter  $A_e$ , der den Anteil der undurchlässigen Flächen darstellt, der am Ende der Muldenauffüllung (Pfützen) Abfluß liefert)
- Simulation mit **EXTRAN**
- Die Mulden- und Benetzungsverluste werden für die Abweichungen am unmittelbaren Beginn der Ganglinie verantwortlich gemacht und in dieser Hinsicht kalibriert, dann erfolgt wieder die Simulation mit **HYSTEM** (s. oben)
- Der Parameter  $A_u$  wird für die Laufzeit bis zum Spitzenabfluß verantwortlich gemacht und in dieser Hinsicht kalibriert, dann erfolgt wieder die Simulation mit **HYSTEM** (s. oben)

Genauereres hierzu in der Arbeit von Holger und in einer kleinen Dokumentation darüber, erhältlich bei Amar, nachzulesen.

### 1.4 Motivation für ein neues System

Zur Motivation eines neuen Systems, könnte z.B. folgende Frage zur Diskussion gestellt werden:

Ist es sinnvoll, ein Ereignis zur Kalibrierung der Anfangsverluste zu benutzen, wenn bekannt ist, daß es ein Voregenereignis gab?

Holgers System verändert dann die Benetzungsverluste, aber soviel ich weiß wird dem Anwender nicht erklärt, daß dieses für die Findung der optimalen Parameter eventuell ein Problem ist.

Es kann weitergefragt werden:

Ist es sinnvoll, ein äußerst schwaches Ereignis zur Kalibrierung des Parameters  $A_e$  zu benutzen?

Das "richtige"  $A_e$  ist vielleicht schwer zu finden, wenn die Mulden noch nicht vollständig gefüllt sind.

Diese Fragen sollen zeigen, daß Expertenwissen, wie es ein Expertensystem beinhalten sollte, nicht auf die Anpassung zweier Kurven reduziert werden sollte. Eine Weiterentwicklung in dieser Hinsicht ist also ein Schwerpunkt für ein neues System.

Ein weiterer Punkt ist, daß die Simulationsprogramme ein recht komplexes Gebilde darstellen. Die Anwendung der Programme erfordern vom Anwender einiges an Spezialwissen im Umgang mit Computern, den Eingabedateien der Rechenprogramme, den verwendeten Modellparametern, etc., so daß der Einstieg in die Modellierung von Niederschlags-Abfluß-Prozessen durch dieses Zusatzwissen möglicherweise erschwert wird.

Das vorliegende System kann die manuelle Manipulation von Eingabedateien teilweise überflüssig machen, wovon auch der erfahrene Anwender profitieren kann. Man kann das als den Versuch ansehen, ein integrierteres Programmpaket zu schnüren.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Verbesserung der Regeln. Darunter ist einerseits zu verstehen die Anzahl der Ereignisse zu steigern, die vom System zufriedenstellend kalibriert werden, aber andererseits auch kürzere und klarere Regeln zu finden. (In der ersten Fassung des neuen Systems sind lediglich 4 Regeln zur Modifizierung der Parameter implementiert, die in den untersuchten Gebieten UDMNO01.NET und UDMCA01.NET aber recht gute Ergebnisse zeigen)

Als letzter Punkt ist die Kanalnetzvereinfachung zu nennen, die das neue System als Option beinhalten soll. Die Idee dabei ist es das Kanalnetz so zu vereinfachen, daß es sich als eine einzige Haltung darstellen läßt. So läßt sich in einigen, vielleicht auch in vielen Fällen, der kalibrierte Parametersatz schnell<sup>1</sup> schätzen, um ihn dann im Feinnetz zu optimieren. Genaueres hierzu wird in späteren Kapiteln dargestellt.

Es soll hier aber schon erwähnt sein, daß nicht all diese Ideen bereits vollständig umgesetzt sind.

---

<sup>1</sup>Die Simulation läuft in einer Haltung natürlich sehr viel schneller ab, auch wenn diese recht lang ist.

## 2 Installation

! → Um das System implementieren zu können, benötigt man eine Festplatte mit einer Partition D: und einem freien Speicherplatz von etwa 2,5 MB. Sollte Plattenkapazität knapp sein, kann man, wenn vorhanden, die Programme HYSRAD, EXTRAN und VOR in das Verzeichnis D:\Expert\HysExt verschieben, da diese Programme von der Installationsdiskette in dieses Verzeichnis kopiert werden. Zu bemerken ist, daß HYSRAD auf der Installationsdiskette bereits in einer reduzierten Form (ca. 170kB) vorliegt. Muß noch mehr Platz geschaffen werden, so kann man momentan auf die Programme Lieswell.exe und Eingabe.exe verzichten.

Außerdem sollte HARVARD GRAPHICS auf der Partition C: in einem Verzeichnis C:\HG existieren.

Zur Installation des Systems legt man die Diskette VPX 1/2 ein und gibt den Befehl Install ein. Das weitere übernimmt die Installationsroutine.

Zum Starten einer Konsultation ist lediglich in das Verzeichnis HYSEXT zu verzweigen und der Befehl "Beginn" einzugeben. Der Ablauf der Konsultation sollte dann selbsterklärend sein. Man beachte allerdings das nächste Kapitel *Dateneingabe und Aufbereitung*. Eine in einem späteren Kapitel vorgestellte Mustersitzung kann den Einstieg erleichtern.

## 3 Dateneingabe und Aufbereitung

### 3.1 Benötigte Daten und Dateien

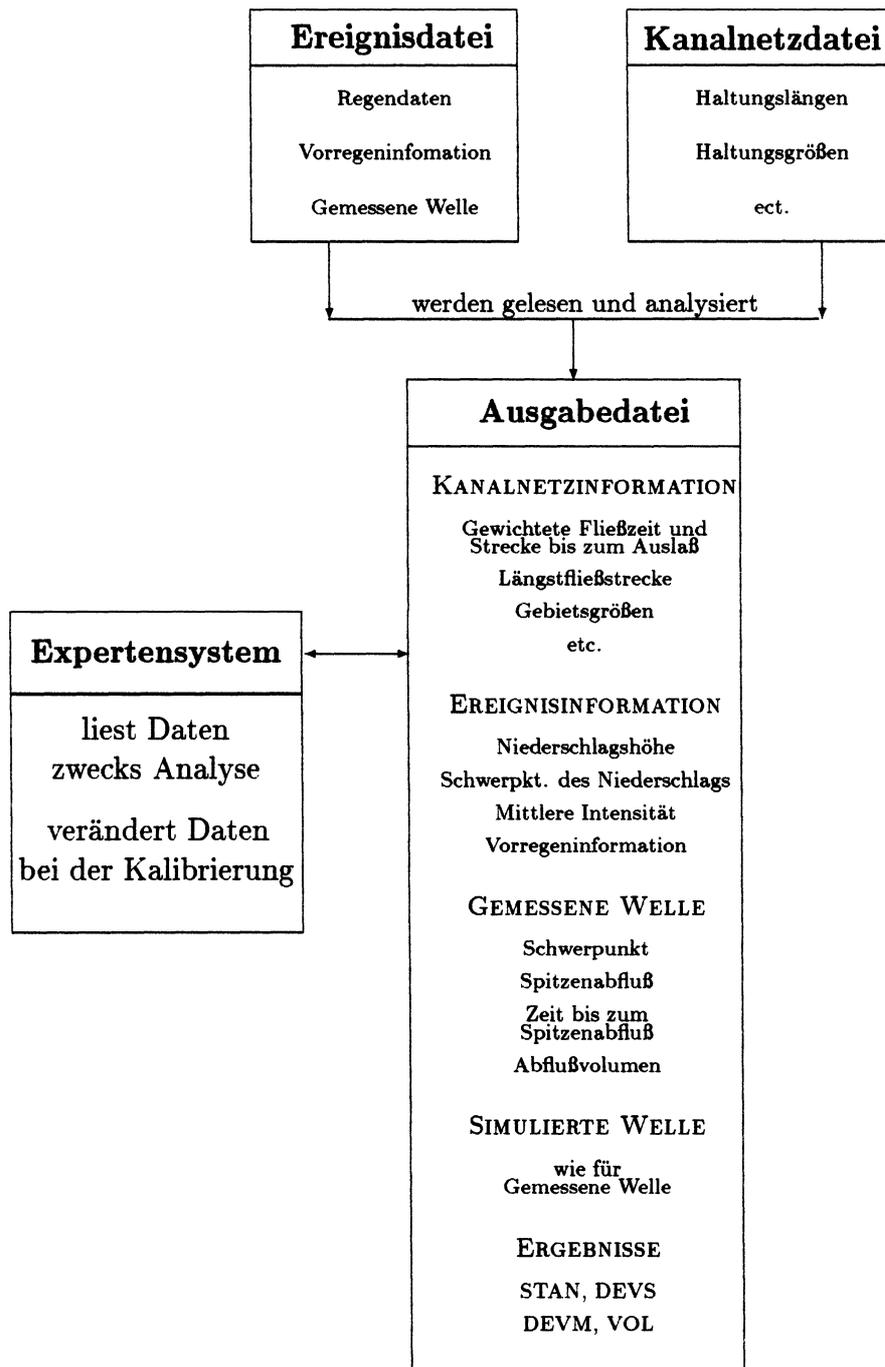
Die Installationsroutine kopiert alle benötigten Dateien in die entsprechenden Verzeichnisse. Der Anwender muß zusätzlich noch eine Kanalnetzdatei und eine oder mehrere Regendateien in das Verzeichnis D:\EXPERT\HYSEXT kopieren. Die Regendatei muß zusätzlich zu den Regendaten noch eine Vorregeninformation enthalten, sowie die gemessene Welle am Auslaß (Format: s. Anhang).

Es existiert ein Fortranprogramm *Eingabe.exe*, das ein Format für die Ereignisdatei erzeugt, welches vom System gelesen werden kann. Erforderliche Eingabedatei für dieses Programm ist eine HYSRAD-Ereignisdatei. Interessant an diesem Programm ist vielleicht noch, daß es gemessene Werte, die zu nicht konstanten Zeitschritten ermittelt wurden, auf einen beliebigen konstanten Zeitschritt interpolieren kann. Somit wird eine bequeme Eingabe der gemessenen Welle möglich. Dieses Programm liegt im Verzeichnis D:\Expert\HysExt und kann unabhängig vom System benutzt werden.

Kurz nach Beginn der Konsultation wird dann die Regendatei und die Kanalnetzdatei gelesen und die wichtigsten Informationen in die Datei *Ausgabe.lst* geschrieben. Auf diese Daten kann das System während der Konsultation dann laufend zugreifen.

Diesen Vorgang verdeutlicht die nachfolgende Graphik (s. nächste Seite).

### 3.1.1 Graphische Darstellung



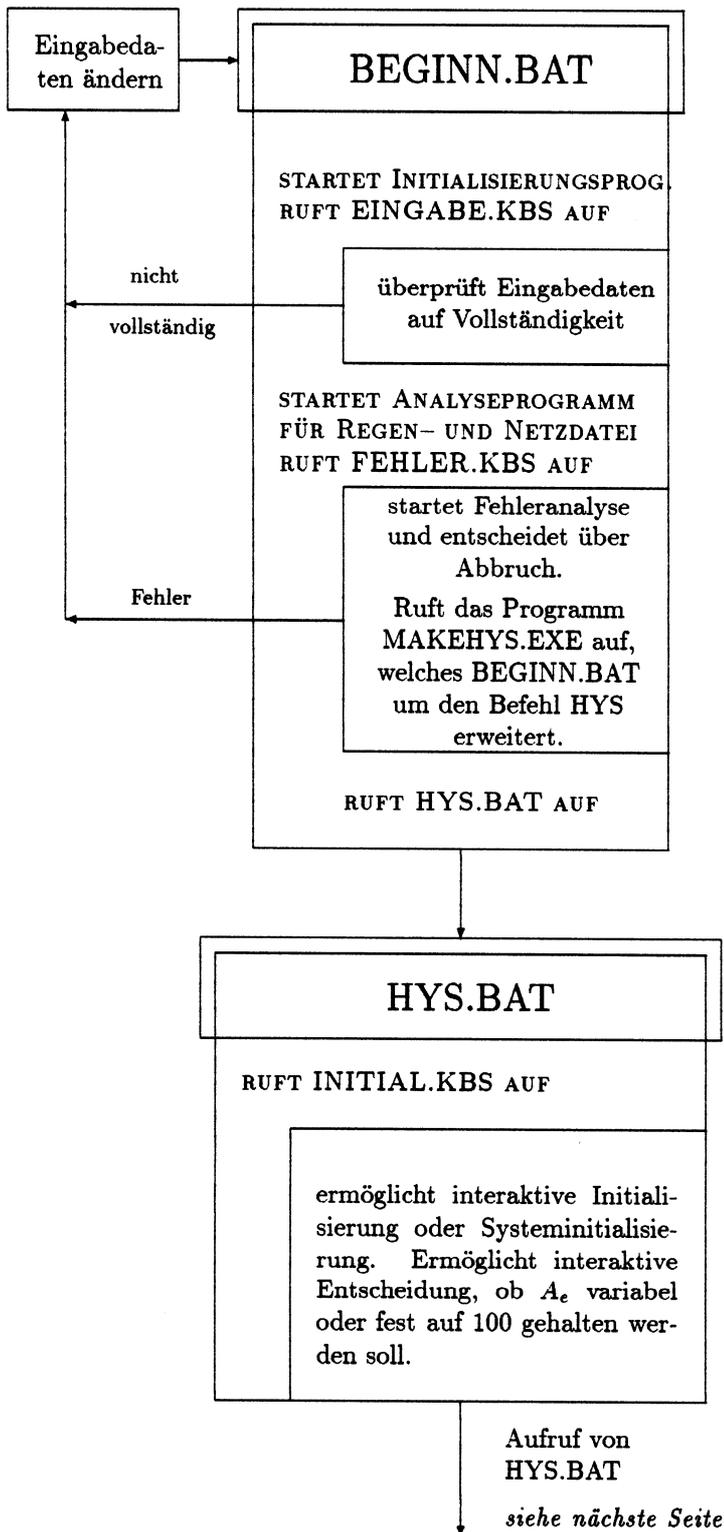
## 4 Datenfluß

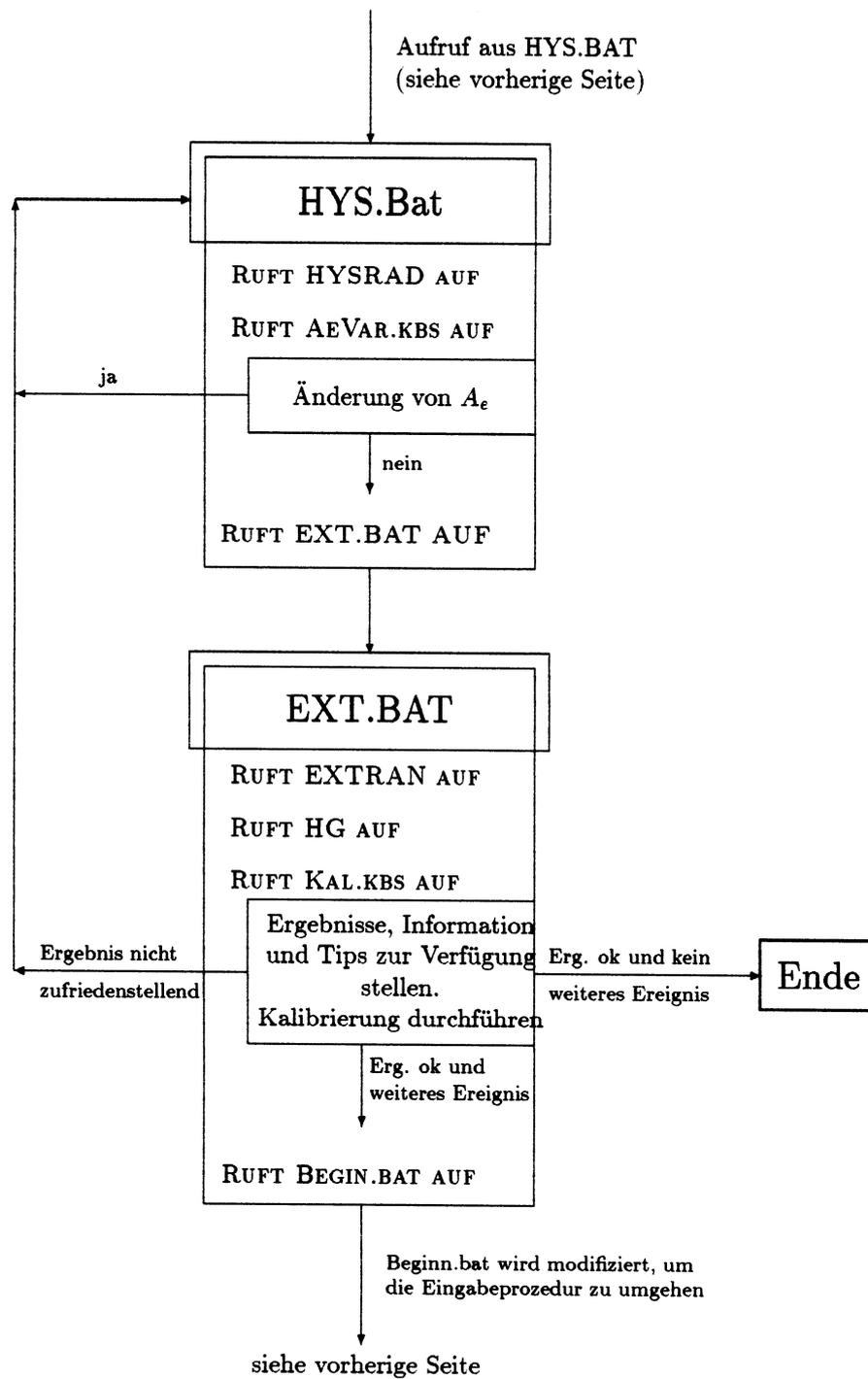
### 4.1 Steuerung des Programmablaufs mittels Batchdateien

→ 4.3

Aufgrund des hohen Speicherbedarfs der Simulationsprogramme und des Expertensystems, ist das System in mehrere Batchdateien eingelagert. Die Batchdateien bilden meistens Endlosschleifen, die dann abgebrochen werden, wenn das Expertensystem dies veranlaßt. Es ruft dann ein Fortranprogramm auf, das den Batch umschreibt, in dem sich das System gerade befindet. Durch dieses etwas unschöne Verfahren ist es nötig alle Batchdateien am Anfang jeder Sitzung zu initialisieren, was wiederum von einem Fortranprogramm geleistet wird. Um den genauen Programmablauf zu verstehen, wird es unumgänglich sein, die Programmliste (siehe dazu Kap. 4.3), die nachfolgende Graphik und die recht umfangreichen Bemerkungen im Quelltext der Wissensbasen zu lesen.

In der nachfolgenden Graphik bedeutet ein Kasten eine Batchdatei. Im Kopf (doppelt eingerahmt) ist der Name der Batchdatei zu finden. Eingetragen ist die Beschreibung der Befehle der jeweiligen Batchdatei. Die eingesetzten Kästchen innerhalb eines Batches stellen die in den Batch eingelagerten Wissensbasen dar. Welche Wissensbasis dargestellt wird, ist aus dem letzten Batchbefehl vor der betreffenden (K)nowlegde (B)ase (S)ystem Datei ersichtlich (Wissensbasen haben eine KBS Endung).





## 4.2 Schnittstellen

Prinzipiell funktioniert der Informationsaustausch zwischen den Analyseprogrammen und dem Anwender über die Ausgabedatei, die zu den relevanten Zeiten eingesehen werden kann.

Die direkte Schnittstelle zwischen den Analyseprogrammen und dem Expertensystem ist nicht direkt die Ausgabedatei, sondern sie dient den Analyseprogrammen lediglich als Informationsquelle; Analysewerte werden in VP-EXPERT lesbares Format in eigene Dateien geschrieben und von dort aus von VP-EXPERT gelesen.

Ein Beispiel: Ein Analyseprogramm (`Init.exe`) ermittelt den initialen Wert (Startwert) für den Parameter  $A_e$ . Es benötigt dafür unter anderem die Niederschlagshöhe. Dieser Wert ist von einem anderen Programm (`LiesReg.exe`) ermittelt und in die Ausgabedatei geschrieben worden. Von hier wird dieser Wert von `Init.exe` abgeholt und zur Initialisierung benutzt. Der so initialisierte Wert wird jetzt in eine Datei geschrieben (`Init_Ae`) und zwar in einem Format, das VP-EXPERT lesen kann.

Zwei Formate sind für VP-EXPERT lesbar:

- 1) `Initiales_Ae = 85 CNF 100`
- 2) `85`

Bei der Variante 1) müßte in VP-EXPERT der Befehl "LOADFACTS `Init_Ae`" benutzt werden, um den Wert bzw. alle Werte auszulesen, die in dieser Form untereinander in der Datei `Init_Ae` stehen. Das CNF 100 bedeutet, daß die Variable `Initiales_Ae` den Wert 85 mit absoluter Sicherheit annimmt. Genauereres muß man im Handbuch nachschlagen.

Umgekehrt kann VP-EXPERT mit dem Befehl "SAVEFACTS `Init_Ae`" *alle* zum momentanen Zeitpunkt belegten Variablen in diesem Format in der Datei `Init_Ae` ablegen.

Bei der Variante 2) müßte in VP-EXPERT der Befehl "RECEIVE `Init_Ae`, `Initiales_Ae`" benutzt werden. In diesem Fall wird der Variablenname also durch VP-EXPERT festgelegt. Weitere unterstehende Werte können durch weitere RECEIVE-Anweisungen abgeholt werden.

Mit "SHIP `Init_Ae`, `Initiales_Ae`" kann VP-EXPERT einzelne Werte untereinander, in diesem Fall in die Datei `Init_Ae`, schreiben.

Der Aufruf eines Programms mit der Kennung `.exe` kann z.B. wie folgt aussehen:

```
CALL D:\Expert\Exe\Init,""
```

Zwischen den Anführungszeichen können dabei Parameter an das aufzurufende Programm übergeben werden (in diesem Beispiel werden keine Parameter übergeben).

Der Aufruf eines .com Programmes kann so aussehen:

```
CCALL ne, "{Regendatei}"
```

In diesem Beispiel wird der Norton Editor aufgerufen und der übergebene Parameter ist die zu bearbeitende Datei. Regendatei im obigen Beispiel ist eine Variable und die geschweiften Klammern zeigen an, daß der Wert dieser Variablen einzusetzen ist (indirekte Adressierung).

Genauer zu VP-EXPERT findet man, wie schon erwähnt im Handbuch oder in der kurzen Zusammenfassung.

### 4.3 Programm- und Verzeichnisliste

#### 4.3.1 Bemerkung

Die Programmliste ist nützlich, um sich einen Überblick zu verschaffen und um die Arbeitsweise des Systems besser zu verstehen. Desweiteren kann man den Programmen ihre Aufgabe zuordnen und so schneller das Programm finden, das man modifizieren will oder in dem man einen Fehler vermutet.

Aber auch wenn man erst einmal nicht an den Interna des Systems interessiert ist, sollte man zumindestens die hervorgehobenen Stellen überfliegen, da dort Unzulänglichkeiten oder Vereinfachungen der Programme dokumentiert sind, über die man sich klar sein sollte und die vielleicht darüber entscheiden, ob ein Einsatz überhaupt sinnvoll ist.

#### 4.3.2 Verzeichnisorganisation

Die ausführbaren Hilfsprogramme befinden sich im Verzeichnis D:\Expert\Exe. Eine Ausnahme machen die Programme, die von Batchdateien aufgerufen werden. Diese befinden sich im Verzeichnis D:\Expert\HysExt.

Im Verzeichnis D:\Expert\HysExt befinden sich die Eingabedateien Eepar.dat für EETestVP.exe und Stru.dat für Netstru.exe, sowie die Eingabedateien für HYSRAD/EXTRAN, als da wären; Hyspar, Extpar, Kanalnetzdateien, Regendateien, sowie die verschiedenen temporären Dateien wie z.B. die Wellendatei von HYSRAD (Wel.dat), die nach jedem Lauf neu erzeugt wird. Ferner befinden sich hier auch die Simulationsprogramme selbst, also HYSRAD.exe, EXTRAN.exe und VOR.exe und die Programme SimpFein.exe und Simple.exe. Die Expertensystem-Shell VP-EXPERT ist ebenfalls hier ansässig.

Als letztes sind hier noch die Batch Dateien Beginn.bat, Hys.bat und Ext.bat zu nennen, deren Initialisierung man der Datei BatInit.for entnehmen kann.

Im Verzeichnis D:\Expert\Fakten liegen Dateien die direkt im lesbaren VP-EXPERT Format vorliegen. Aus diesem Verzeichnis liest VP-EXPERT also

alle Informationen aus, die es zu Entscheidungen in seinen Wissensbasen benötigt.

Im Verzeichnis D:\Expert\Info liegen Textdateien, die VP-EXPERT für Informationsmitteilungen (INFO Fenster) an den Anwender benötigt.

Im Verzeichnis D:\Expert\Warnung liegen ebenfalls reine Textdateien, die VP-EXPERT für Warnmitteilungen (WARNUNG Fenster) an den Anwender einliest.

### 4.3.3 Fortran Programme

- #Regerr.exe: stellt fest, ob in der Datei, in der sich die zu kalibrierenden Ereignisse befinden, die richtige Anzahl von Ereignissen eingetragen ist und korrigiert diese gegebenenfalls.
- BatInit.exe: wird zu Beginn jeder Konsultation aufgerufen und initialisiert alle Dateien die es nötig haben.
- BeginExt.exe: wird bei Seriensimulation am Beginn jedes neuen Ereignisses aufgerufen und initialisiert ebenfalls. Außerdem wird der Beginn.bat so umgeschrieben, daß eine erneute Eingabe umgangen wird.
- EETestVP.exe: ist die von mir modifizierte Version von EETest.exe. Simulierte und gemessene Ganglinie werden verglichen und die Deviationen dem Expertensystem zur Verfügung gestellt. **ACHTUNG !** Das Programm berechnet meines Erachtens eine falsche Schwerpunktlaufzeit. Die relativen Werte sind aber wohl richtig.
- ! →
- Eingabe.exe: erzeugt eine Ereignisdatei im benötigten Format. Außerdem ist eine Interpolation der Werte möglich, wenn diese nicht in konstanten Zeitschritten gemessen wurden.
- ExtEnd.exe: ermöglicht den Abbruch der Konsultation. Der Ext.bat in dem die Simulation eingelagert ist, wird durch dieses Programm gelöscht.
- FWelle.exe: bringt die gemessene Welle aus der Ereignisdatei in ein Extranausgabeformat (Datei Temp.fmt), sodaß EETestVP.exe den Vergleich der Ganglinien vornehmen kann.
- Init.exe: initialisiert  $M_v$  und  $B_v$  auf Null,  $A_u$  auf 11,  $A_o$  auf 25 und  $A_e$  gemäß

$$A_e = \frac{(\text{Gesamtabfluß}) \cdot 10}{(\text{Gesamtregen}) \cdot (\text{undurchlässige Fläche})}$$

Außerdem wird bei negativen Verlusten dies für VP-EXPERT in eine Datei geschrieben.

Killpmet.exe: löscht die Datei PMeter

LiesHysp.exe: liest die modifizierten Werte, die das Expertensystem liefert, in die Datei Hyspar ein.

LiesKan.exe: liest die Kanalnetzdatei und aktualisiert **Extpar**. Dabei sind folgende  
! → Vereinfachungen *unbedingt* zu beachten.

Wenn ein Simulationszeitraum über eine Monatsgrenze geht, wird dies nicht beachtet. Das Simulationende muß also in diesem Fall (kommt sehr selten vor) von Hand nachgestellt werden. Die letzte Haltung im Netz wird immer als freier Auslaß behandelt.

LiesName.exe: liest die Datei **Filename**, die von Expert erstellt worden ist und den Namen der Netzdatei enthält, liest **RegenDat** und stellt die aktuelle Regendatei fest und aktualisiert dann **Hyspar**.

LiesNetz.exe: liest die Ausgabedatei **Netz.lst** des Analyseprogramms **NetStru.exe** und schreibt diese Werte (z.B. Formparameter) in **Ausgabe.lst**.

LiesReg.exe: liest die Regendatei und ermittelt charakteristische Werte des Regens und der gemessenen Welle (z.B. Schwerpunkt, Spitzen etc.) und aktualisiert **Ausgabe.lst**.

LiesStru.exe: liest die Datei **Hyspar** und schreibt die aktuelle Kanalnetzdatei in die Eingabedatei für **NetStru.exe** (**Stru.dat**).

LiesVol.exe: liest nach jedem HYSRAD Lauf das Abflußvolumen aus der Ausgabedatei von HYSRAD (muß **Hys.out** heißen) aus und schreibt es in **Ausgabe.lst** und Volumens (für VP-EXPERT).

Lieswell.exe: liest die Wellendatei (muß **Wel.dat** heißen) von HYSRAD und berechnet aus allen Zuflusswellen einen mittleren Schwerpunkt.

Dieses Programm ist momentan entbehrlich, da die Idee, mit der dieses Programm entstanden ist, sich als untauglich erwiesen hat (Kalibrierung nur mit HYSRAD). Trotzdem soll dieses Programm erst einmal erhalten bleiben, da sich der Schwerpunkt des Oberflächenabflusses eventuell doch einmal als eine interessante Größe herausstellt. Da das Programm recht groß ist, kann es von der Festplatte genommen werden. Man bekommt dann in der Batchdatei, in der dieses Programm aufgerufen wird, eine Fehlermeldung, die man aber ignorieren kann.

MakeExt.exe: verändert **Hys.bat** so, daß **Ext.bat** aufgerufen werden kann.

Makehys.exe: schreibt den Anfangsbatch **Beginn.bat** so um, daß bei verlassen von **Fehler.kbs**, **Hys.bat** aufgerufen wird, der zu *diesem* Zeitpunkt nur den Aufruf von **Initial.kbs** enthält.

QuitEing.exe: ermöglicht den Ausstieg aus dem Anfangsbatch **Beginn.bat**, wenn **Eingabe.kbs** verlassen wird.

RechneTl.exe: benutzt die empirische Formel  $T_l = A_u + 0.87 \cdot \ln(A_{und}) - 3 \cdot L/l_f$  zur Berechnung der Schwerpunktlaufzeit. Diese wird mit der Laufzeit aus der Ausgabe von HYSRAD verglichen. Dieses Programm ist im Zusam-

menhang mit dem Programm `LiesWel.exe` zu sehen und ist momentan auch ohne Bedeutung.

Save.exe: kopiert die Ergebnisse der Kalibrierung von Ergebnis nach OldErg.

SimpFein.exe: ermöglicht das “umschalten” von Grobnetz zum Feinnetz. Dabei wird der Name des Feinnetzes in die Dateien `Hyspar` und `Extpar` eingetragen. Außerdem wird in `Extpar` der freie Auslaß eingelesen. Dabei ist zu beachten das wiederum die letzte Haltung im Netz als freier Auslaß behandelt wird.

! →

Simple.exe: vereinfacht ein gegebenes Kanalnetz, indem es ein Einhaltungssystem erzeugt. Dabei werden folgende Vereinfachungen gemacht: Als Länge der Haltung wird der repräsentative Wert genommen, den das Programm `Netstru.exe` berechnet. Als Gelände- bzw. Sohlhöhe am Schacht oben werden die Werte der ersten Haltung im Netz herangezogen. Entsprechend für die Werte unten werden die Werte der letzten Haltung im Netz benutzt. Für den Durchmesser des Rohres, sowie die c-Werte wird ein Mittelwert eingesetzt. Für das Profil ist Kreis (Klass=1) eingestellt. Für die Flächen werden die Gesamtflächen des Gebietes eingetragen. Alle anderen Werte werden einfach aus der ersten Haltung übernommen, welche aber oft nicht besetzt sind, so daß dies nicht einschränkend sein muß. Das Programm macht also haarsträubenden Vereinfachungen, die noch kritisch diskutiert werden müssen und denen man sich immer bewußt sein sollte.

! →

Transfer.exe: transferiert die initialen Werte in die Ausgabedatei.

Hysfest.exe: schreibt den Batch `Hys.bat` so um, daß die Simulation mit HYSRAD gestartet wird und anschliessend die Wissensbasis `Aefest.kbs` zur Kalibrierung aufgerufen wird. Anschließend ruft sich `Hys.bat` selber wieder auf. Diese Endlosschleife wird dann verlassen, wenn `Aefest.kbs` die Kalibrierung beenden will. Dann wird der `Hys.bat` erneut umgeschrieben.

HysVar.exe: bewirkt dasselbe wie `Hysfest.exe`, nur das die Kalibrierung jetzt mit der Wissensbasis `AeVar.kbs` durchgeführt wird.

Für genauere Informationen muß man sich durch den einigermaßen dokumentierten Sourcecode wühlen.

#### 4.3.4 Wissensbasen

Die Aufzählung der Programme erfolgt hier nicht in alphabetischer Reihenfolge, sondern in der zeitlichen Reihenfolge ihres Aufrufs.

Eingabe.kbs: stellt die Namen der Eingabedateien fest und ermöglicht deren Bearbeitung und enthält die Option, ein Einhaltungssystem zu erzeugen.

Fehler.kbs: untersucht die Eingabedaten auf Fehler. Genauer gesagt liest es nur die Ergebnisse der Analyseprogramme. Wird kein Fehler gefunden, so

findet in diesem Modul keine Interaktion durch den Anwender statt. Bei einem Fehler wird ein Fenster aufgezeigt, das den Fehler erläutert und die Bearbeitung der entsprechenden Datei anbietet. Danach ist ein Neustart von Nöten, da die Analyse erneut durchgeführt werden sollte (ist der Fehler abgestellt oder ist ein neuer aufgetreten?).

Initial.kbs: ermöglicht eine Interaktive- oder eine Systeminitialisierung. Das bedeutet, daß entweder der Anwender oder das System den Parametersatz bestimmt, mit dem eine erste Simulation durchgeführt wird. Das kann für die Anzahl der Läufe wichtig sein, mit der ein optimierter Parametersatz gefunden wird.

AeVar.kbs: wird nach jedem HYSRAD Lauf aufgerufen und stellt die Volumenbilanz mit den verwendeten Parametern da. Es kann von dort ein EXTRAN- oder ein HYSRAD Lauf gestartet werden. Bei einer erneuten Simulation mit HYSRAD empfiehlt das System ein neues  $A_e$ . Es ist aber auch möglich, daß der Anwender einen völlig neuen Parametersatz für eine erneute HYSRAD Simulation wählt.

Kal.kbs: ist die eigentliche Kalibrierungskomponente. Sie stellt den verwendeten Parametersatz und die damit erzielten Ergebnisse dar. Gibt Tips, ob sich das Ergebnis noch verbessern läßt und wie dies zu bewerkstelligen ist.

Hier sind die Regeln implementiert, die die Modellparameter kalibrieren (momentan: außer  $A_o$ ). Der Anwender kann wieder interaktiv den verwendeten Parametersatz ändern.

Quit.kbs: ist ein Trick. Wenn die Konsultation an irgendeiner Stelle abgebrochen werden soll, so ruft die aktive Wissensbasis ein Programm auf, die den Batch löscht, in dem sich das System momentan befindet; dann wird mittels dem VP-EXPERT Befehl "CHAIN Quit" in die Wissensbasis Quit.kbs verzweigt. Diese Wissensbasis enthält praktisch keine Anweisungen, so daß diese Wissensbasis sofort wieder verlassen wird. Da die Batchdatei, die jetzt normalerweise weiter abgearbeitet würde nicht mehr existiert, landet man bei DOS.

#### 4.3.5 Batch- und Textdateien

Die Batchdateien werden wie schon früher erwähnt, zur Laufzeit verändert, daher erfolgt hier nur eine grobe Beschreibung. Aufzählung der Dateien in Reihenfolge ihres Aufrufs.

Begin.bat: Begin.bat initialisiert alle Dateien, die zur Laufzeit verändert werden und ruft die Wissensbasen Eingabe.kbs und Fehler.kbs auf.

Hys.bat: Der Hys.bat enthält bei seinem ersten Aufruf lediglich den Befehl zum starten der Wissensbasis Initial.kbs. Diese Wissensbasis ruft nach erfolgter Initialisierung ein Programm auf, das den Hys.bat-Batch so umschreibt, daß er den Aufruf von HYSRAD und anschließend den der

Wissensbasis `AeVar.kbs` enthält.

Ist die Simulation mit HYSRAD abgeschlossen, so ruft `AeVar.kbs` ein Programm auf, welches die Datei `Hys.bat` um den Befehl zum Aufruf von `Ext.bat` erweitert.

Ext.bat: ruft EXTRAN auf. Nach der Simulation mit EXTRAN wird das Programm `EETestVP.exe` ausgeführt, welches die gemessene mit der simulierten Ganglinie mathematisch vergleicht und ein Eingabeformat zur graphischen Aufarbeitung mit `Harvard-Graphics` erzeugt und als Liniendiagramm ausgibt. Anschließend wird die Kalibrierungskomponente `Kal.kbs` aufgerufen.

Textdateien: (siehe im selben Kapitel Bemerkungen.)

## 5 Arbeitsweise des Systems

### 5.1 Allgemeines

Für eine Konsultation muß sichergestellt sein, daß die gewünschten Regen- und Kanalnetzdateien sich in dem Verzeichnis `D:\EXPERT\HYSEXT` befinden.

### 5.2 Schnelleinstieg — eine Mustersitzung

Um sich schnell einen Eindruck über das System verschaffen zu können, soll an dieser Stelle kurz die Bedienung erläutert werden.

Der Ablauf einer Konsultation sollte weitestgehend selbsterklärend sein, denn das System und nicht der Anwender soll der Experte sein. Wenn dennoch an einzelnen Punkten Verständnisschwierigkeiten auftreten, sollten diese in Hinblick auf weitere Verbesserungen angemerkt werden.

Um das Programm zu starten, ist in das Verzeichnis `D:\EXPERT\HYSEXT` zu verzweigen und das Programm von dort aus durch die Eingabe `BEGINN <RETURN>` zu starten. Danach wird ein Fenster geöffnet, in dem der Name der Universität, des Instituts und der Autoren benannt sind. Jedes geöffnete Fenster enthält Mitteilungen des Systems an den Benutzer und kann jederzeit durch einen beliebigen Tastendruck geschlossen werden. Probieren Sie es aus.

Im weiteren Verlauf der Sitzung werden Sie vom System immer wieder zu Eingaben aufgefordert. Sie erhalten dann in der Regel ein Menu, aus dem Sie eine Auswahl zu treffen haben. Die Auswahl treffen Sie folgendermaßen: Die Menüpunkte erreichen Sie über die Pfeiltasten Ihrer Tastatur. Die Auswahl eines Menüpunktes erfolgt über Betätigung der `<Return>`-taste, wodurch dieses mit einem Häkchen markiert (selektiert) wird und mit der Taste `<Del>` deselektiert (das Häkchen verschwindet) werden kann. In fast allen Menus befindet sich ein Auswahlpunkt mit dem Titel "Info", bei dessen Auswahl sich ein Fenster mit Hilfstext öffnet. Haben Sie Ihre Auswahl getroffen, verlassen Sie das Dialogmenu durch Betätigung der Taste `<Ende>` und das System

arbeitet mit der von Ihnen gemachten Auswahl weiter. Die Konsultation ist selbsterklärend bis zum Aufruf von **Harvard Graphics**. Dann sind einige Erläuterungen notwendig.

HG meldet sich mit dem Hauptmenu. Jetzt muß die Tastenkombination **<ALT>+0** gedrückt werden. Aus dem geöffneten Fenster ist die Option "Play back a Macro" zu wählen, dazu ist lediglich die **<RETURN>**-Taste zu betätigen.

Jetzt muß der Makroname **VPX** eingegeben werden, wenn dieser nicht bereits voreingestellt ist. durch nochmaliges betätigen der **<RETURN>**-Taste wird das Makro ausgeführt. Am Ende dieser Ausführung sollte nun die graphische Darstellung der Wellen erfolgen.

Wenn dies nicht der Fall ist, dann muß man zurück in das Hauptmenu (**<Esc>** so oft wie nötig) und die Option "Konfiguration" und dort "Standard" wählen. Dort kann man das Verzeichnis wählen, das für Export/Import von Daten voreingestellt werden soll. Löschen Sie alle Voreinstellungen und kehren Sie in das Hauptmenu zurück und versuchen nun, wiederum beginnend mit **<ALT>+0**, erneut das Makro aufzurufen. Hakt es immer noch, müssen Sie einen erfahrenen, freundlichen Kollegen (reichlich vorhanden), um Hilfe bitten.

Hat alles geklappt und man hat die Graphik lange genug betrachtet, so kehrt man mit mehrmaligen **<Esc>** zum Hauptmenu zurück. Will man die Graphik sichern, so muß jetzt die entsprechende Option aufrufen und als Namen

! → NICHT **vpX.hg** wählen, da diese Datei nach beenden von HG gelöscht wird.

Möchte man HG endgültig verlassen, so muß man zurück in das Hauptmenu und dort die Option Ende wählen. Danach wird die Stapelverarbeitung fortgesetzt und **Kal.kbs** aufgerufen.

## 5.3 Mögliches und Unmögliches

### 5.3.1 Anfangsbedingungen und Initialisierung

#### Anfangsbedingungen

! → Es ist äußerst wichtig zu wissen mit welchen Anfangsbedingungen man in eine Kalibrierung geht. Damit sind die Einstellungen in den Parameterdateien (**HysPar** und **ExtPar**) für die Simulationsprogramme gemeint. Diese Einstellungen werden bis auf die aus der Regen- und Kanalnetzdatei bekannten Werte nicht verändert. In **HysPar** werden vom System nur die Dateinamen, Regen- und Simulationszeiträume und Modellparameter laufend aktualisiert. Alle anderen Werte werden aus der vorher existierenden Datei abgeschrieben.

! → Ähnlich wird bei **ExtPar** verfahren. Dateinamen und Zeiten und die Auslaßbezeichnung werden aktualisiert; alle anderen Werte werden abgeschrieben. Man bedenke, ob diese Einstellungen für die Simulation Sinn machen.

→ Kap. 4.3 Man beachte hierzu auch früher gemachte Anmerkungen zu Vereinfachungen.

## Initialisierung

Die Initialisierung der Modellparameter kann interaktiv oder durch das System geschehen.

→ 5.3.5 und 5.3.6 Der Benutzer kann alle Modellparameter selbst initialisieren. Es ist jedoch empfehlenswert die Mulden- und Benetzungsverluste eher zu niedrig anzusetzen (s. dazu auch Kap. 5.3.5 und Kap. 5.3.6).

Bei der Systeminitialisierung werden die Mulden- und Benetzungsverluste auf Null gesetzt. Der Flieszeitparameter  $A_u$  wird auf den Standardwert von 11 gesetzt.  $A_o$  wird, wenn bekannt, auf den Anteil der Dachflächen gesetzt, ansonsten auf den Standardwert 25.  $A_e$  wird wie schon in 4.3.3 erwähnt berechnet.

→ Kap. 4.3.3

### 5.3.2 Analysemöglichkeiten

Die Analysemöglichkeiten des Systems beruhen wesentlich auf den Programmen `Netstru.exe` (Analyse des Netzes) und `LiesReg.exe` (Analyse des Regens). Was berechnet wird ist am einfachsten aus den entsprechenden Ausgabedateien (`Ausgabe.lst` und `Netz.lst`) zu ersehen.

Der einzig momentan wesentlich benutzte Analysewert ist die repräsentative Haltungslänge, der bei der Kanalnetzvereinfachung zum Tragen kommt. Hier ist noch viel mehr möglich.

### 5.3.3 Fehleranalyse

Das System macht eine Ereignis- und Netzdateianalyse und erkennt momentan dabei folgende Inkonsistenzen:

1. Abstruse Zeit- und/oder Datumseingabe
2. Abstruser Zeitschritt
3. Schwerpunkt der gemessenen Welle liegt vor dem Schwerpunkt des Regens
4. Die Verlust sind negativ
5. Bei einer Haltung ist die undurchlässige Fläche größer als die Gesamtfläche

Bei negativen Verlusten kann eine kleine Datenbank abgefragt werden, die Erklärungsmöglichkeiten hierfür bietet. Auch eigene Erklärungen können angegeben und abgespeichert werden. So soll im wesentlichen dokumentiert werden, wie `VP-EXPERT` lernen kann.

Wird einer der anderen Fehler gefunden, so wird der Anwender informiert und erhält die Möglichkeit, die entsprechenden Dateien zu bearbeiten. Danach erfolgt in jedem Fall ein Abbruch, da die Dateien erneut überprüft werden müssen. Es ist also ein Neustart von Nöten.

### 5.3.4 Kanalnetzvereinfachung

→ Kap. 4.3.3 Die wesentlichen Punkte und Vorgehensweisen sind schon früher bekannt gemacht worden. Genaueres hierzu kann man erst nach weitergehenden Untersuchungen sagen. Erste Ergebnisse zeigen, daß Kanalnetzvereinfachung möglich sein wird, wenn auch nicht immer. Die Suche nach Kriterien, die dies Entscheiden, wird eine der nächsten Aufgaben sein.

Die Option der Kanalnetzvereinfachung ist im System wie folgt implementiert.

Am Anfang einer Sitzung muß der Kanalnetzname und die Namen der gewünschten Regendateien angegeben werden. Danach wird die Option Kanalnetzvereinfachung zur Verfügung gestellt. Wählt man diese Option, so wird eine *zusätzliche* Kanalnetzdatei mit dem Namen `Simple.Net` erstellt,

! → die nur Informationen für eine einzige Haltung enthält. Man beachte auch, daß diese Datei *immer* `Simple.Net` heißt und somit eine schon bestehende Datei gleichen Namens überschreibt. Möchte man `Simple.Net` sichern, so muß dies zwischen zwei Konsultationen geschehen.

Später, nach jedem `EXTRAN` Lauf, besteht die Möglichkeit zwischen Fein- und Grobnetz umzuschalten. Das heißt erstens, daß man auch noch später ein Grobnetz erzeugen kann und zweitens, daß man nach der Kalibrierung im Grobnetz zur Optimierung oder Verifizierung der Parameter in das Feinnetz gehen kann. Dies ist die eigentliche Idee dieser Option. Es kann beliebig oft zwischen Fein- und Grobnetz hin- und hergeschaltet werden.

### 5.3.5 Wissensbasen

→ Kap. 4.3.4 Die Beschreibung der Wissensbasen ist schon im Programmverzeichnis erfolgt und reicht aus, wenn man das System nicht gerade in diesen Moduln weiter entwickeln will.

Die wichtigste Wissensbasis, `Kal.Kbs`, macht eine Ausnahme. Hier findet die eigentliche Kalibrierung statt, also die Modifizierung der Parameter in Abhängigkeit der Simulationsergebnisse.

→ Kap. 1.2 Die Modifizierung geschieht mittels *Regeln*, wie schon in der Einleitung kurz dargestellt. Solche Regeln kann man wahrscheinlich nach kurzer Einarbeitungszeit selbst schreiben und damit experimentieren. Der Platz, wo diese Regeln im Quelltext eingefügt werden sollte, ist gekennzeichnet.

Die Kalibrierungsregeln werden mit dem Befehl `FIND KalRegeln` aufgerufen. Genaueres zu diesem Befehl und zur Regelprogrammierung muß dem Handbuch entnommen werden.

### 5.3.6 Kalibrierung

In diesem Unterabschnitt sollen kurz die momentan implementierten Regeln erläutert werden.

Die erste Regel ist für die Volumen Anpassung verantwortlich.

```
RULE 20
IF dV > 3 OR dV < -3
THEN
  KalRegeln=Volumen
  Aex=(dV/1.6)
  DISPLAY" Vorgesehene Variation ist Ae = Ae - {Aex}
"
  Ae=(Ae-dV/1.6)
;
```

Durch  $KalRegeln = Volumen$ <sup>2</sup> wird diese Regel "aufgerufen". Dann wird die Bedingung geprüft. Diese Regel wird ausgeführt, wenn (IF) der Absolutwert der *relativen* Volumenabweichung  $dV$  größer (>) als 3% ist. Daraufhin (THEN) wird der Parameter  $A_e$  in Abhängigkeit von  $dV$  geändert. Die Variable  $A_{ex}$  ist nur eine Hilfsgröße für die BildschirmAusgabe (Befehl *DISPLAY*) und muß nicht weiter beachtet werden.

Was bedeutet  $A_e = (A_e - dV/1.6)$ ?

Ein Beispiel soll Klarheit bringen:

Sei das gemessene Abflußvolumen  $200 m^3$  und habe die Simulation einen Abfluß von  $209.6 m^3$  ergeben, dann ist

$$dV = \frac{209.6 - 200}{200} \cdot 100 = 4.8$$

Das positive Vorzeichen gibt an, daß zuviel Wasser abgelaufen ist. Wenn  $A_e$  den Wert 85 hatte, dann bekommt er jetzt den Wert

$$A_e = 85 - \frac{4.8}{1.6} = 82$$

zugewiesen.

Hierzu ist folgendes zu bemerken:

- In der Regel ist der Ausdruck auf der rechten Seite geklammert, dies bedeutet, daß der Wert des Ausdrucks der Variablen  $A_e$  zugewiesen wird. VP-EXPERT unterscheidet zwischen einer Variablen und dessen Wert durch Klammerung derselben.<sup>3</sup>
- Der Wert 1.6 ist so gewählt, weil er bis jetzt gute Ergebnisse, d.h. schnelle Konvergenz, gezeigt hat.
- Man beachte, daß die Regel selbst erkennt, in welche Richtung sie  $A_e$  zu verändern hat, da  $dV$  dann negativ ist und dies mit dem Minus in der Regel ein Plus ergibt und  $A_e$  dann tatsächlich vergrößert wird.

<sup>2</sup>Diese Regel wird durch *Backward Chaining* gefunden (s. Handbuch)

<sup>3</sup>Auf Hardware Ebene entspricht das der Unterscheidung von der Adresse einer Speicherzelle und ihrem Inhalt

VP-EXPERT stellt das allerdings folgendermaßen auf dem Bildschirm dar: - -

- Im obigen Beispiel wird das System jetzt eine erneute Simulation mit HYSRAD vorschlagen. Keine andere Regel wird geprüft.<sup>4</sup>

Die übrigen Regeln werden jetzt kürzer besprochen.

```
RULE 21a
IF dV < 3      AND  dV > -3      AND
   dSpkt > 1  AND  dAmax < 0
THEN
  KalRegeln=Schwpkt
  Aux=(dSpkt*1.5)
  DISPLAY" Vorgesehene Variation ist  Au = Au - {Aux}
  "
  Au=(Au-dSpkt*1.5)
;
```

dSpkt ist hier die *relative* Schwerpunkt- und dAmax die *relative* Spitzenabflußabweichung.

Diese Regel wird also ausgeführt, wenn das Volumen ok ist *und* der Schwerpunkt der simulierten Welle hinter dem Schwerpunkt der gemessenen Welle liegt. Hinter dieser Regel steckt die Erfahrung, daß bei einer Verkleinerung von Au der Schwerpunkt nach vorne rutscht und sich der Spitzenabfluß erhöht.

RULE 21b ist ebenso zu verstehen, nur das  $A_u$  hier in die andere Richtung verschoben wird.

Die letzte Regel, die benutzt wird um Parameter zu variieren, ist RULE 22a. Es ist wichtig zu bemerken, daß beim ersten Aufruf dieser Regel  $B_v = M_v = 0$  gilt.

---

<sup>4</sup>Möchte man das *alle* Regeln geprüft werden, so muß die Variable KalRegeln am Ende der Wissensbasis mit dem Statement *PLURAL* belegt werden

```

RULE 22a
IF dV < 3 AND dV > -3 AND
  STEV > (STEV1)
THEN
  KalRegeln=Anfangsverl
  CALL Save, ""
  DISPLAY" Vorgesehene Variation ist: Bv=Bv+0.1
                                          Mv=Mv+0.2
                                          Ae=Ae+3
"
  SHIP Puffer, Ae
  SHIP Puffer, Mv
  SHIP Puffer, Bv
  SHIP Puffer, Au
  Bv=(Bv+0.1)
  Mv=(Mv+0.2)
  Ae=(Ae+3)
;

```

Zu dieser Regel sind einige Bemerkungen notwendig:

- Diese Regel wird ausgeführt, wenn das Volumen ok ist *und*  $A_u$  so gut wie möglich kalibriert ist *und* das Ergebnis nach den mathematischen Kriterien STAN, DEVS und DEVM *besser* ist als es war, als diese Regel das letzte Mal aufgerufen wurde.
  - Die drei genannten mathematischen Kriterien sind in der neu eingeführten Variable STEV ((ST)AN, D(EV)S, D(EV)M) zusammengefaßt. Diese neue Variable wichtet alle drei Kriterien gleich stark und zeigt beim Wert 1 eine optimale Kurvenangleichung an. Mit abnehmenden STEV wird die Übereinstimmung schlechter. STEV wird im Programm EETest.for berechnet.
- Kap. 4.2
- STEV1 enthält das alte Ergebnis. Gesichert wird das Ergebnis durch den Aufruf des Programms Save. Ebenso werden die aktuellen Parameter mittels des *SHIP* Befehls gesichert.
  - Da beim allerersten Aufruf dieser Regel kein Ergebnis vorliegt, wird zu Beginn jeder Kalibrierung das Ergebnis schlechtest möglich initialisiert, damit diese Regel mindestens einmal ausgeführt.
  - Die Regel fährt die Mulden- und Benetzungsverluste in konstanten Werten hoch und erhöht gleichzeitig den Parameter  $A_e$ , um das Volumen möglichst konstant zu halten.

Da hier ziemlich viel passiert und damit die Wirkungsweise der Regel vielleicht nicht klar wird, soll diese noch einmal in anderen Worten dargestellt werden.

Die Idee der gesamten Regelbasis ist die folgende:

Die ersten drei Regeln (RULE 20, RULE 21a und RULE 21b) sollen einen möglichst gut definierten Zustand erzeugen. Dieser ist erreicht bei geringer Volumen- und Schwerpunktabweichung bei erträglicher Spitzenabflußdifferenz. Immer wenn dieser Zustand erreicht ist, tritt RULE 22a auf den Plan und vergleicht das Ergebnis (repräsentiert durch STEV) mit dem, welches zum letzten definierten Zustand erreicht wurde. Ist es besser, so werden die Verluste wie angegeben geändert. War das alte Ergebnis besser, so wird dies dem Benutzer mitgeteilt.

#### 5.4 Stärken und Schwächen zusammengefaßt

Bei soviel Text verliert man leicht den Überblick. Daher soll jetzt noch einmal rekapituliert werden, wo die schwachen und wo die starken Seiten des momentan vorliegenden Systems zu sehen sind.

##### Schwächen

- Analysemöglichkeiten sind noch nicht ausreichend (z.B. bessere Charakterisierung von Ereignissen u.v.m)
- Die Kalibrierungsregeln für Benetzungs- und Muldenverluste sind zu simpel
- Einige Programme machen zu starke Vereinfachungen
- Das Programmpaket ist relativ kompliziert aufgebaut (Einlagerung in Batchdateien, ungünstige Sprachen, eigene Programmiererfahrung)

##### Stärken

- Stellt einiges an Analyseinformationen bereit (Kanalnetz- und Regenanalyse)
- Findet elementare Fehler (Schwerpunkt des Abflusses vor dem des Regens etc.)
- Reduziert Routinearbeiten (Aktualisierung der Parameterdateien)
- Bietet die Möglichkeit einer Kanalnetzvereinfachung
- Kalibrierung durch wenige, griffige Regeln

## 6 Erste Ergebnisse

Das System wurde bisher in den Netzen UDMNO01.NET und UDMCA01.NET mit Naturregen getestet. Die sehr einfachen Regeln zeigten sich hier als durchaus tauglich, einen Parametersatz zu finden, der gute Kalibrierungsergebnisse erbrachte. Das ist allerdings nicht so hoch zu bewerten, da die Benetzungs-

→ Kap. 5.3.5

und Muldenverluste in einem Bereich liegen, der durch die Regeln erreicht wird.

Bemerkenswert ist jedoch, daß im norwegischen Netz eine sehr gute Näherung durch ein Einhaltungssystem erreicht werden konnte. In Übereinstimmung mit Modellvorstellungen mußte im Feinnetz lediglich der Fließzeitparameter nachgestellt werden.

Im canadischen Netz war noch keine gute Darstellung in einem Einhaltungssystem möglich. Dies ist vermutlich auf Inhomogenitäten zurückzuführen, deren Analyse die nächste Aufgabe sein sollte.

## 6.1 Ein neuer Parameter ist entstanden

Bei der Kalibrierung im Einhaltungsnetz ist ein neuer Parameter entstanden, nämlich der prozentuale Zufluß zu dem Schacht unten, der in der Datei HYPSPAR einzustellen ist.

Der Standardwert dieses Parameters ist 100%. Beim Einhaltungssystem zeigt sich nun, daß es nicht möglich ist diesen Wert auf 0% zu setzen und somit den gesamten Zufluß auf den Schacht oben zu geben. Dies führt zu nicht kalibrierbaren Abflußvolumina. Aus diesem Grund ist an einem Ereignis eine Art Eichung vorgenommen worden.

Diesbezüglich ist folgendermaßen vorgegangen worden. Zuerst wurde eine Kalibrierung im Feinnetz vorgenommen (Schacht unten 100%). Mit dem im Feinnetz optimierten Parametersatz wurde dann im Einhaltungsnetz der Zufluß zum Schacht unten solange variiert, bis sich eine größtmögliche Übereinstimmung ergab. Der so gefundene Wert wurde dann für alle anderen Ereignisse benutzt und die zumindest im norwegischen Netz gefundenen guten Übereinstimmungen, rechtfertigen dieses Vorgehen.

Welche Ereignisse sich am Besten für dieses Vorgehen eignen oder ob dieses Verfahren überhaupt sinnvoll ist müssen weitere Untersuchungen zeigen.

## 7 Probleme

In diesem Kapitel werden Probleme, die bei der Erstellung des Systems aufgetreten sind, besprochen.

### 7.1 Probleme mit VP-EXPERT

Beim Arbeiten mit VP-EXPERT sind Probleme unterschiedlichster Art aufgetreten. Man kann diese grob in zwei Kategorien einordnen.

Als erstes sind die technischen Fehler (bugs) zu nennen. Damit sind Systemfehler gemeint, die zu nicht gewünschten Nebeneffekten führen.

In die zweite Kategorie gehören die Mängel, die die Erstellung eines Expertensystems erschweren. Dies sind also konzeptionelle Mängel, die be-

wirken, daß die Programmierung einer Expertensystemshell nicht genügend unterstützt wird.

Auflistung der festgestellten Programmierfehler (ohne Gewähr)

- Der Befehl REPORT bewirkte in der verwendeten Konfiguration einen Systemabsturz !!!
- Der Befehl RECEIVE schließt die geöffnete Datei nicht in jedem Fall korrekt, so daß bei dem nächsten Dateizugriff unerwünschter Weise auf die vorher geöffnete Datei zugegriffen wird.
- Die Eingabe bestimmter Befehlsfolgen (insbesondere wenn diese schnell erfolgten) führten zum Systemabsturz. Dies passierte fast ausschließlich im Zusammenhang mit dem Verlassen des systemeigenen Editors.

Auflistung konzeptioneller Mängel (mit noch weniger Gewähr)

- VP-EXPERT belegt, wenn es ein externes Programm aufruft, selbst noch zuviel Speicherplatz. Dies grenzt bei dem bekannten 640k Engpaß von MS-DOS schon an Körperverletzung, da man davon ausgehen kann, daß viele Programme, die im Zusammenhang mit Expertensystemanwendungen stehen, speicherintensiv sind.
- Die Schnittstellen von VP-EXPERT sind in vieler Hinsicht ungenügend. Das beginnt bei dem eben erwähnten Speicherplatzproblem und findet seine Fortsetzung im eingeschränkten Aufruf externer Programme und im Dateihandling. Der Programmaufruf, wie auch das Auslesen von Dateien, kann nämlich nur über feste Pfade geschehen. Es muß also von vornherein festgelegt werden, wo welche(s) Datei/Programm liegt. Das schlechte Dateihandling sei beispielhaft am Befehl SHIP erläutert. Mit SHIP ist es ausschließlich möglich die Werte von Variablen untereinander in eine Datei zu schreiben. Das Problem hierbei ist, daß die Werte an eine bestehende Datei angehängt werden. Sollen Werte zwischengespeichert werden, wie es z.B. bei der Kalibrierung erforderlich ist, so wächst die Datei an und es ist nicht ohne weiteres möglich auf die *aktuellen* Werte zuzugreifen.
- Ein weiterer wichtiger Kritikpunkt sind die von VP-EXPERT zur Verfügung gestellten Features. Fast ausschließlich sind diese nicht der Problematik angepaßt. Beispielhaft soll das an der Option BECAUSE festgemacht werden. Die Option BECAUSE kann der Anwender eines fertigen Systems bei einer Konsultation nutzen. Er soll damit bei Fragen des Systems die Möglichkeit haben, durch Aufrufen von BECAUSE, zu erfahren, *warum* diese Frage gestellt wurde. Der Programmierer kann, um dieses Feature dem Anwender verfügbar zu machen, einer Regel einen BECAUSE Text zuordnen, der bei Aufruf von BECAUSE durch Einblendung in ein eigenes Fenster dem Anwender dargestellt wird<sup>5</sup>. Eine kleine technische Schlamperei liegt hierbei darin,

<sup>5</sup>Wählt der Anwender die BECAUSE Option und es ist für die verwendete Regel kein

daß der Programmierer zwar 1000 Zeichen für den BECAUSE Text zur Verfügung hat, das Fenster jedoch in welches der Text eingeblendet wird, nur ca. 800 Zeichen faßt. Schlimmer als dieses ist jedoch, daß der Text an eine Regel und nicht an Variablen gekoppelt ist. Die Gültigkeit einer Regel kann von vielen Variablen abhängen und Fragen des Systems sind an nichtbelegte Variablen gekoppelt. Daher müßte es möglich sein für jede Variable einen Hilfetext anzubieten, denn sonst bekommt man, wie es realisiert ist, für verschiedene Fragen den gleichen Hilfetext. Ähnlich schlecht durchdacht sind fast alle anderen Features, wie HOW, WHATIF, etc., sodaß im vorliegenden System kein Gebrauch von ihnen gemacht wurde.

Insgesamt macht die Shell keinen brauchbaren Eindruck zum bequemen Programmieren eines Expertensystems, da wichtige Eigenschaften eines Expertensystems nicht ausreichend vorhanden sind, bzw. bei der Programmierung nicht ausreichend unterstützt werden.

## 7.2 Mögliche Weiterentwicklungen

Die möglichen Weiterentwicklungen sind teilweise schon indirekt erwähnt worden, nämlich bei den Schwächen des vorliegenden Systems.

Priorität für die nächsten Entwicklungen sollte haben, über das Programm Klass die Merkmale herauszufinden, die für eine erfolgreiche Kanalnetzvereinfachung nötig sind. Das Programm ist bereits in das System eingefügt, es müssen jedoch noch statistische Berechnungen angestellt werden und das bedeutet wieder einiges an Programmierarbeit.

Es müssten noch einige prgrammtechnischen Ecken abgeschliffenen werden, die man beim arbeiten mit dem System bemerken wird.

## 8 Formate

Angehängt sind einige wichtige Dateien und zwar in folgender Reihenfolge

- HYS PAR
- EXT PAR
- AUSGABE.LST
- EREIGNISDATEI (hier NO01R09.VPX)
- KANALNETZDATEI (hier UDMNO01.NET)
- SIMPLE.NET (aus UDMNO01.NET)

---

Text vom Programmierer vorgesehen, so wird die Regel selbst eingeblendet

4 DATEINAMEN (OUTHYS,NETNAM,REGNAM,WELNAM), 3 KOMM.ZEILEN (USER, ALPHA  
HYS.OUT

SIMPLE.NET

no01r10.vpx

WEL.dat

udmnor01.net

HYSTEM / EXTRAN SIMULATION

udmnor09.rad

TTMMJJJJ	HHMM	TTMMJJJJ	HHMM	DOWN	DFLT	WAHL	WELL	ITAB	SICM	IEGL				
15	71975	5	5	15	71975	8	5	86.7	0	0	0	1	0	0
VBEN	VMU	ANTA	ANTE	ALPU	VMUD	WNUL	SOIL	KSTD	ALPD	ANTD				
.00	.00	35.0	72.0	11.00	5.	10.	2	4.	2.3	100.				
VBD	AAD	VFK	IMR	EPSU	EPSD	KRUE	KREG							RFK
5.	100.	1.0	0	0.	0.0	0600	008							

ES FOLGEN 10 DATEINAMEN UND 3 KOMMENTARZEILEN (USER, ALPHA(1), ALPHA(2))

EXIKMHU1.VOR

EXIKMHU1.OUT

SIMPLE.NET

WEL.DAT

TEILVPX.TMP

AMAR KHELIL - BERND WETZORKE

HYSRAD / EXTRAN SIMULATION

KALIBRIERUNG MIT VP-EXPERT

TTMMJJJJ HHMM TTMMJJJJ HHMM DELT

15 71975 5 5 15 71975 10 0 0.

MISC DOWN MAXD TOLD DELD RCLD STOD MAXS TOLS JSWT SURF FEST OFUL OATV ONET OAB

C

0 50. 0 .01 0 0 1 2 1 0 1

0

OPRT TTMMJJJJ HHMM DELO

0 1 11991 1200 60.

OLAU TTMMJJJJ HHMM INTL

0 01011990 1200 1

OIEI TTMMJJJJ HHMM DELT

1 15 71975 5 5 300.

KPRT

\*\*\*\*\*

JPLI

\*\*\*\*\*

KPLT

KTEIL

1

\*\*\*\*\*

\* \* \* \* \*

\* \* \* A U S G A B E D A T E I \* \* \*

\* \* \* Kal. HYSRAD/EXTRAN \* \* \*

Version 1.0

\* \* \* \* \*

Weitere Informationen zum Kanalnetz

in den Dateien Netz.lst

\* \* \* \* \*

---

KANALNETZDATEI: SIMPLE.NET

REGENDATEI : no01r10.vpx

---

KANALNETZINFORMATION:

Gewichtete Fließzeit bis zum Auslass : 3.00 [min]

Gewichtete Fließstrecke bis zum Auslass : 332.00 [m]

Repräsentative Längstfließstrecke die

von 10 % d. H. überschritten wird : 605.00 [m]

Formparameter des Kanals : 3.87  
 Vermaschungsgrad des Netzes : .00 [%]  
 Grösse des gesamten Gebietes : 9.80 [ha]  
 Undurchlässige Flächen : 9.50 [ha]

EREIGNISINFORMATION:

Gesamte Niederschlagshöhe : 14.23 [mm]  
 Schwerpunkt des Niederschlags : 75.55 [min]  
 Mittlere Intensität : .08 [mm/min]  
 Spitzenintensität über 10 Minuten : -.- [mm/min]  
 Vorregenereignis : nein

GEMESSENE WELLE:

Schwerpunkt : 109.61 [min]  
 Spitzenabfluss : 138.24 [l/s]  
 Zeit bis zum Spitzenabfluss : 65.00 [min]  
 Gesamtes Abflussvolumen : 976.53 [m\*\*3]

\*\*\*\*\*

ANALYSE:

Anzahl der Schächte, die Ein- bzw.

Abfluss von durchlässigen Flächen

erwartet : ----

Gesamtverluste positiv gemäss  
(Regenhöhe\*und.Fläche)-Abflussvolumen) : ----

Initialer Fliesszeitparameter : 11.00 [min]

Initiale Benetzungsverluste : .00 [mm]

Initiale Muldenverluste : .00 [mm]

Initiales A<sub>o</sub> : 35.00 [%]

Initiales A<sub>e</sub> : 72.00 [%]

Abfluss von undurchlässigen Flächen : 973.33 [m\*\*3]

Abfluss von durchlässigen Flächen : .00 [m\*\*3]

Schwerpunktlaufzeit (Oberfläche) : 10.73 [min]

Schwerpunktlaufzeit (initialisiert) : 31.07 [min]

---

ERMITTELTIER PARAMETERSATZ:

Fliesszeitparameter : 11.00 [min]

Benetzungsverluste : .00 [mm]

Muldenverluste : .00 [mm]

A<sub>o</sub> : 35.00 [%]

A<sub>e</sub> : 72.00 [%]

ERGEBNIS:

Spkt der simulierten Weile : 252.12 [min]

Laufzeit bis zum Spitzenabfluss (sim.)	:	56.00 [min]
Volumenübereinstimmung (gem.-kal.)	:	19.21 [%]
DEVS	:	18.40 [%]
DEVM	:	48.45 [%]
STAN	:	.48
Z	:	22.01

Regendaten aus Stationswerten

von	Uhr	bis	Uhr
29 51975	435 0	29 51975	630 0
SUMMD V.0		1 5	-3
1			
29 51975	435 0		
66			
29 51975	440 0		
165			
29 51975	445 0		
165			
29 51975	450 0		
125			
29 51975	455 0		
95			
29 51975	5 0 0		
50			
29 51975	5 5 0		
50			
29 51975	510 0		
50			
29 51975	515 0		
110			
29 51975	520 0		
254			
29 51975	525 0		

29 51975 530 0

350

29 51975 535 0

166

29 51975 540 0

95

29 51975 545 0

20

29 51975 550 0

20

29 51975 555 0

20

29 51975 6 0 0

20

29 51975 6 5 0

20

29 51975 610 0

20

29 51975 615 0

20

29 51975 620 0

20

29 51975 625 0

20

29 51975 630 0

20

\*\*\*\*\*

Vorregenerereignis : nein

---

Gemessene Ganglinie \*\* Zeitschritt = 5 min \*\* Dim = [l/s]= -3

---

.0

.0

.0

.0

6.42

10.29

14.62

14.62

14.62

14.62

14.62

14.62

51.11

67.62

67.62

51.11

43.7

30.52

24.72

24.72

24.72

10.29

10.29

6.42

6.42

3.

3.

3.

KRNETZ

HIVIKA, OSLO, NORWAY

TEZG E/HA L/ED H/D FRMD

\*\*\*\*\*

ICOND NJUNC1 NJUNC2 ZP1 ZP2 GRL1 GRL2 LEN ROUG KLAS DEEP WIDE AFU  
L

ICOND TEZG QIN AGES AUND ADAC RNSW ALPU ALPD VMUU VMUD VMDA RUEC STHE SPH  
I

ICOND NJUNC1-X NJUNC1-Y NJUNC2-X NJUNC2-Y

ICOND

101 1 236.3734.7839.3737.7838.00 1.5 10.300

101 40. 123

101

101

102 2 334.7832.8637.7835.8652.00 1.5 10.300

102 40.0.5400.520 223

102

102 1

103 3 432.8631.1835.8634.18122.0 1.5 10.375

103 40.0.5300.510 223

103

103 1

104 4 531.1831.0034.1834.0039.00 1.5 10.525

104 40.0.3000.290 223

104

104 1

120	40.		123		
120					
120					
121	21	1833.5931.9836.5934.9855.00		1.5	10.300
121	40.		123		
121					
121					
118	18	1731.9831.2034.9834.2065.00		1.5	10.375
118	40.0.5850.560		223		
118					
118	1				
117	17	531.2031.0034.2034.0062.00		1.5	10.800
117	40.0.4300.420		223		
117					
117	1				
105	5	631.0030.0034.0033.00148.0		1.5	10.800
105	40.2.2502.180		121		
105					
105	1				
116	16	1440.4839.7843.4842.78195.0		1.5	10.400
116	40.1.2101.170		221		
116					
116	1				
115	15	1442.3439.7845.3442.7865.00		1.5	10.225
115	40.		123		
115					
115					
114	14	1939.7833.0942.7836.09115.0		1.5	10.400

114						
114	1					
119	19	933.0931.2536.0934.2562.00	1.5	10.450		
119	40.0.3700.360	423				
119						
119	1					
126	26	2536.4135.3339.4138.3334.00	1.5	10.375		
126	40.	123				
126						
126						
125	25	2235.3333.1538.3336.1552.00	1.5	10.375		
125	40.0.5600.540	223				
125						
125	1					
124	24	2339.9734.4042.9737.4039.00	1.5	10.225		
124	40.	123				
124						
124						
123	23	2234.4033.1537.4036.1560.00	1.5	10.300		
123	40.0.6200.600	123				
123						
123	1					
122	22	1033.1531.4636.1534.4679.00	1.5	10.375		
122	40.0.3750.360	323				
122						
122	1					
113	13	1135.4831.8138.4834.81119.0	1.5	10.225		
113	40.	123				

113

112 12 1134.6731.8137.6734.8160.00 1.5 10.225

112 40. 123

112

112

111 11 1031.8131.4634.8134.4652.00 1.5 10.225

111 0.6500.630 121

111

111 1

110 10 931.4631.2534.4634.2525.00 1.5 10.600

110 0.5100.490 223

110

110 1

109 9 831.2530.3634.2533.3674.00 1.5 10.600

109 0.2200.205 223

109

109 1

108 8 730.3630.1033.3633.1046.00 1.5 10.600

108 0.2500.240 123

108

108 1

107 7 630.1030.0033.1033.0043.00 1.5 10.800

107 0.3100.300 221

107

107 1

150 6 5030.0028.2533.0031.25 70. 1.5 1 1.0

150

223

\*\*\*\*\*

JSTORE ZST1   ASTORE1 ZST2   ASTORE2 ZST3   ASTORE3 ZST4   ASTORE4

\*\*\*\*\*

NRORIF    NJUNC1    NJUNC2 KORI AORI CORI ZORI

\*\*\*\*\*

NRPUMP    NJUNC1    NJUNC2 KPUM       VWELL       VSUMP ZPUM

NRPUMP PRT1 PRT2 PRT3 PRT4 PRT5

NRPUMP    VRATE12    VRATE23    VRATE34    VRATE45

NRPUMP    VRATE21    VRATE32    VRATE43    VRATE54

\*\*\*\*\*

IIID KIID ATI1 ATI2 ATI3 ATI4 ATI5 ATI6 ATI7 WIID KOTI NITI

\*\*\*\*\*

NRWEIR    NJUNC1    NJUNC2 KWEI YCRE YTOP WLEN COEF IWEI HWEI

\*\*\*\*\*

JFREE IFRE HERE

50

\*\*\*\*\*

JGATE IGAT HGAT

\*\*\*\*\*

udmno01.net

41

TEZG E/HA L/ED H/D FRMD

\*\*\*\*\*

NCOND ...

NCOND ...

NCOND ...

NCOND

1 1 2 36.4 28.3 39.4 31.3 605. 1.50 1 .44

1 9.8 9.5 223

1

1 1

\*\*\*\*\*

JSTORE

\*\*\*\*\*

NRORIF

\*\*\*\*\*

NRPUMP

NRPUMP

NRPUMP

NRPUMP

\*\*\*\*\*

ITID

\*\*\*\*\*

NRWEIR

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

JGATE

\*\*\*\*\*

# Batchfile Beginn.dat

Batinit  
VPX Eingabe  
Liesname  
LiesStru  
NetStru  
LiesNetz  
LiesKan  
LiesReg  
VPX Fehler  
Hys

C-----  
PROGRAM Beginxt  
C-----

C\*\*\* Modul : Beginxt.for  
C-----

```
open (unit=14,file='D:\Expert\fakten\Agesamt')
write (unit=14,fmt='(A)') 'Agesamt = richtig CNF 100'
close (unit=14)
```

```
open (unit=14,file='D:\Expert\fakten\Date')
write (unit=14,fmt='(A)') 'Date = richtig CNF 100'
close (unit=14)
```

```
open (unit=14,file='D:\Expert\fakten\Durchl')
write (unit=14,fmt='(A)') 'Durchl = ja CNF 100'
close (unit=14)
```

```
open (unit=14,file='D:\Expert\fakten\Messzeit')
write (unit=14,fmt='(A)') 'Messzeit = richtig CNF 100'
close (unit=14)
```

```
open (unit=14,file='D:\Expert\fakten\Schwpkt')
write (unit=14,fmt='(A)') 'Schwpkt = richtig CNF 100'
close (unit=14)
```

```
open (unit=14,file='D:\Expert\fakten\Verluste')
write (unit=14,fmt='(A)') 'Verluste = positiv CNF 100'
close (unit=14)
```

```
open (unit=14,file='D:\Expert\fakten\Zeit')
write (unit=14,fmt='(A)') 'Zeit = richtig CNF 100'
close (unit=14)
```

```
open (unit=23,file='D:\Expert\Fakten\OldErg')
write(unit=23,fmt='(A)') '10000'
write(unit=23,fmt='(A)') '10000'
write(unit=23,fmt='(A)') '10000'
write(unit=23,fmt='(A)') '0'
write(unit=23,fmt='(A)') '100'
write(unit=23,fmt='(A)') '100'
write(unit=23,fmt='(A)') '10000'
write(unit=23,fmt='(A)') '0'
close (unit=23)
```

```
open (unit=10,file='D:\Expert\HysExt\Beginn.bat')
write(unit=10,fmt='(A)') ' '
write(unit=10,fmt='(A)') ' '
write(unit=10,fmt='(A)') 'liesname'
write(unit=10,fmt='(A)') ' '
write(unit=10,fmt='(A)') ' '
write(unit=10,fmt='(A)') ' '
write(unit=10,fmt='(A)') 'liesKan'
write(unit=10,fmt='(A)') 'liesReg'
write(unit=10,fmt='(A)') 'vpx fehler'
write(unit=10,fmt='(A)') 'Beginn'
close (unit=10)
```

```
open (unit=11,file='D:\Expert\HysExt\Hys.bat')
write(unit=11,fmt='(A)') 'vpx initial'
close(unit=11)
```

```
open (unit=12,file='D:\Expert\Fakten\PMeter',status='unknown')
close (unit=12,status='delete')
```

```
open (unit=22,file='D:\Expert\Fakten\Fertig')
write (unit=22,fmt='(A)') 'Regendateien = n_fertig CNF 100'
close (unit=22)
```

```
open (unit=13,file='D:\Expert\HysExt\Ext.bat')
```

```
write (unit=13,fmt='(A)') 'Vor'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'Extran'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'EETestVP'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'xcopy VPX.HG C:\HG\VPEETest'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'cd HG'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'C:'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'Macro'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'HG'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'cd VPEETest'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'del VPX.HG'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'cd\Expert\HysExt'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'D:'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'vpx Kal'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'Hys'  
write (unit=13,fmt='(A)') 'Beginn'  
close (unit=13)
```

end

PROGRAM Eingabe

~~NOCH~~ Eingabe.for

C\*\*\* Das Programm Eingabe erzeugt eine Ereignisdatei im benoetigten  
C\*\*\* Format

integer Zeits, TWerte(1:100), Zaehl, H1, Save, H4, Rest  
real Werte(1:100), IWerte(1:500), H2  
character EName\*12, Datei(1:1020)\*80, Test\*1, VorReg\*4

```
write (unit=*,fmt='(A)')  
1 ' Dieses Eingabeprogramm hilft Ihnen, in die Regendatei '/  
2 ' zusätzlich die gemessene Welle aufzunehmen. )'  
1 write (unit=*,fmt='(A)')  
1 ' Bitte geben Sie jetzt den Zeitschritt ein. '/  
2 ' (Wenn der Zeitschritt nicht konstant ist, dann geben '/  
3 ' Sie bitte eine -1 ein !)'
```

CCCC Zeitschritt eingeben

```
read (unit=*,fmt=*) Zeits  
if ((Zeits .le. 0) .and. (Zeits .ne. -1)) then  
    write (unit=*,fmt='(A)') ' Unqueltige Eingabe'  
    goto 1  
endif
```

CCCC Vorregeninformation eingeben

```
15 write (unit=*,fmt='(A)') ' Gab es ein Vorereignis ? [j/n]'  
read (unit=*,fmt='(A)') Test  
if ((Test .ne. 'j') .and. (Test .ne. 'n')) then  
    write (unit=*,fmt='(A)') ' j für ja oder n für nein tippen !'  
    goto 15  
endif  
if (Test .eq. 'j') then  
    VorReg='ja'  
else  
    VorReg='nein'  
endif
```

CCCC Abflusswerte eingeben

```
write (unit=*,fmt='(A)')  
1 ' Bitte geben Sie jetzt die gemessenen Werte in [l/s] ein. '/  
2 ' (Ende mit -1 anzeigen. Max. Werte = 100)'  
  
i=0  
2 i=i+1  
3 read (unit=*,fmt=*) Werte(i)  
if ((Werte(i) .lt. 0) .and. (Werte(i) .ne. -1.)) then  
    write (unit=*,fmt='(A)') ' NOCHMAL !'  
    goto 3  
elseif (Werte(i) .eq. -1) then  
    goto 4  
else  
    goto 2  
endif  
4 continue
```

CCCC Ereignisdateiname ?

```
write (unit=*,fmt='(A)') ' Wie heißt die Regendatei ?'  
read (unit=*,fmt='(A)') EName  
write (unit=*,fmt='(A)') ' ,
```

CCCC Zeitschritte eingeben wenn nicht konstant

```

-----
if (Zeits .eq. -1) then
  write (unit=*,fmt='(A)')
  1 ' Bitte geben Sie jetzt zu den Werten die jeweils verstrichene'/
  2 ' Zeit ein. (-1 für Ende, mit 0 beginnen)'
23  m=0
22  m=m+1
  7  read (unit=*,fmt=*) TWerte(m)

```

```

-----
CCCC Fehlerbehandlung
-----

```

```

if (TWerte(1) .ne. 0) then
  write (unit=*,fmt='(A)') ' Mit 0 beginnen'
  goto 23
endif
if ((TWerte(m) .lt. 0) .and. (TWerte(m) .ne. -1)) then
  write (unit=*,fmt='(A)') ' NOCHMAL! (unqueltige Eingabe)'
  goto 7
elseif (TWerte(m) .eq. -1) then
  goto 9
endif
goto 22
9  continue

```

```

if (m .ne. i) then
  write (unit=*,fmt='(A)')
  ' Ups ! Ungleiche Anzahl von Werte und Zeitangaben !',
  2 ' NOCHMAL die Zeitangaben von vornherein!'
  goto 23
endif
101 write (unit=*,fmt='(A)')
  1 ' Auf welchen Zeitschritt soll interpoliert werden ?'
  read (unit=*,fmt=*) Zeits
  if (Zeits .le. 0) then
    write (unit=*,fmt='(A)') ' MERKWÜRDIGE EINGABE !'
    goto 101
  endif

```

```

CCCC Abbruch festlegen
H4=(TWerte(i-1)/Zeits)

```

```

CCCC Interpolieren
k=1
j=0
Zaehl=0
43. Zaehl=Zaehl+Zeits
j=j+1

```

```

CCCC Abbruchbedingung
if (j .le. H4) then

```

```

1234 k=k+1
if ((Zaehl .ge. TWerte(k-1)) .and. (Zaehl .le. TWerte(k))) then
  H1=TWerte(k)-TWerte(k-1)
  H2=(Werte(k)-Werte(k-1))/real(H1)
  IWerte(j)=Werte(k-1)+(Zaehl-TWerte(k-1))*H2
else
  Save=k-1
  goto 1234
endif
k=Save
goto 4321

endif
endif

```

```

CCCC Datei erstellen

```

```

5      j=j+1
      read (unit=10,fmt='(A)',end=6) Datei(j)
      goto 5
6      continue
      rewind (unit=10)
      do 100 k=1, j-1
          write (unit=10,fmt='(A)') Datei(k)
100     continue
      write (unit=10,fmt='(A)') ' '
      write (unit=10,fmt='(A16,T29,A5)') 'Vorregeneignis',VorReg
      write (unit=10,fmt='(A)') ' '
      write (unit=10,fmt='(A)') '-----'
+-----'
      write (10,fmt='(A39,I2,A25)') 'Gemessene Ganqlinie ** Zeits
+chritt = ',ZeitS,' min ** Dim = [l/s]= -3'
      write (unit=10,fmt='(A)') '-----'
+-----'
      write (unit=10,fmt='(F8.2)') Werte(1)
      do 200 k=1, H4
          write (unit=10,fmt='(F8.2)') IWerte(k)
200     continue
      close (unit=10)

end

```

```

C-----
PROGRAM FWELLE
C-----
C***  MODUL    FWELLE.FOR
C-----
C***  (Gemessene Welle -> Extranausgabeformat fuer EETest)
C-----
      character  Name*12, Text*1
      integer    Zeits, i, j, HH, MM, SS
      real       Werte(1:1000)
C-----
CCCC  Namen der Ereignisdatei auslesen
C-----
      open (unit=11,file='Hyspar')
      read (unit=11,fmt=1) Name
1     format (///A12)
      close (unit=11)

      open (unit=12,file=Name)
100    read (unit=12,fmt='(A)') Text
      if (Text .eq. '-') then
          goto 200
      else
          goto 100
      endif
C-----
CCCC  Zeitschritt einlesen
C-----
200    read (unit=12,fmt=101) Zeits
101    format (T41,I2)
      read (unit=12,fmt='(A)') Text
C-----
CCCC  Ganglinie einlesen
C-----
      i=1
300    read (unit=12,fmt=*,end=400) Werte(i)
          i=i+1
          goto 300
400    continue
      close (unit=12)
C-----
CCCC  Schreiben der Werte im Extranformat
C-----
      open (unit=14,file='Temp.fmt')
      write (unit=14,fmt='(A)') 'Gemessene Ganglinie'
      write (unit=14,fmt='(A)') Name
      write (unit=14,fmt='(A)') ' '
      write (unit=14,fmt='(A)') 'EXTRAN BLOCK'           1'
      write (unit=14,fmt='(A)') 'xyz'
C-----
CCCC  Initialisierung; Zeit immer ab 0 0 0 !!!
C-----
      HH=0
      MM=0
      SS=0
C-----
CCCC  Ganglinie ausgeben
C-----
      do 500 j=1, i-1
          if (MM .ge. 60) then
              HH = HH+1
              MM = 0 + MOD(MM,Zeits)
          endif

```

```

        write (unit=14,fmt=201) j, HH,MM,SS
201    format (T5,I3,T15,3(I2))
        write (unit=14,fmt=301) 0.001*Werte(j)
301    format(F10.6)
        MM=MM+Zeits
500    continue
        write(unit=14,fmt='(A)') '*****'
close (unit=14)

end

```

```

C-----
PROGRAM FWELLE
C-----

```

```

C***  MODUL    FWELLE.FOR
C-----

```

```

C***  (Gemessene Welle -> Extranusgabeformat fuer EETest)
C-----

```

```

character  Name*12, Text*1
integer    Zeits, i, j, HH, MM, SS
real       Werte(1:1000)
C-----

```

```

CCCC Namen der Ereignisdatei auslesen
C-----

```

```

open (unit=11,file='Hyspar')
  read (unit=11,fmt=1) Name
1    format (///A12)
  close (unit=11)

```

```

open (unit=12,file=Name)
100  read (unit=12,fmt='(A)') Text
    if (Text .eq. '-') then
        goto 200
    else
        goto 100
    endif

```

```

CCCC Zeitschritt einlesen
C-----

```

```

200  read (unit=12,fmt=101) Zeits
101  format (T41,I2)
    read (unit=12,fmt='(A)') Text
C-----

```

```

CCCC Ganglinie einlesen
C-----

```

```

i=1
300  read (unit=12,fmt=*,end=400) Werte(i)
    i=i+1
    goto 300
400  continue
    close (unit=12)
C-----

```

```

CCCC Schreiben der Werte im Extranformat
C-----

```

```

open (unit=14,file='Temp.fmt')
  write (unit=14,fmt='(A)') 'Gemessene Ganglinie'
  write (unit=14,fmt='(A)') Name
  write (unit=14,fmt='(A)') ' '
  write (unit=14,fmt='(A)') 'EXTRAN BLOCK'

```

```
CCCC Initialisierung; Zeit immer ab 0 0 0 !!!
```

```
C-----  
      HH=0  
      MM=0  
      SS=0
```

```
C-----  
CCCC Ganglinie ausgeben
```

```
C-----  
      do 500 j=1, i-1  
          if (MM .ge. 60) then  
              HH = HH+1  
              MM = 0 + MOD(MM,Zeits)  
          endif  
          write (unit=14,fmt=201) j, HH,MM,SS  
201      format (T5,I3,T15,3(I2))  
          write (unit=14,fmt=301) 0.001*Werte(j)  
301      format(F10.6)  
          MM=MM+Zeits  
500      continue  
          write(unit=14,fmt='(A)') '*****'  
close (unit=14)  
  
end
```

```
C-----
C***  EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-
C***  ABFLUSS-MODELLS HYSTEM_EXTRAN
C-----
C***  Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil
C***  1992-1993
C-----
      PROGRAM HYSVAR
C-----
C***  MODUL HYSVAR.FOR
CCCC  Dieses Programm schreibt den Batch Hys um
C-----
      open (unit=10,file='D:\Expert\HysExt\Hys.bat')
        write (unit=10,fmt=101) ' '
        write (unit=10,fmt=101) ' LiesHysP '
        write (unit=10,fmt=101) ' Hysrad '
        write (unit=10,fmt=101) ' LiesWell '
        write (unit=10,fmt=101) ' LiesVol '
        write (unit=10,fmt=101) ' vpx AeVar '
        write (unit=10,fmt=101) ' Hys '
101    format(A12)
      close (unit=10)

      end
```

```

C-----
PROGRAM INIT
C-----
C***  MODUL INIT.FOR
C-----
C*** Dieses Programm berechnet einen initialen Wert fr
C*** Ae, Bv und Mv
C-----
integer    i,j,AeFest,Ao,Ae
character  Text*1,Datei(1:100)*76
real      Aund,GesReg,GesAbf,Bv,Mv,GVerl,MvBv
C-----
CCCC Bentigten Werte aus der Ausgabedatei auslesen
C-----
open (unit=10,file='D:\Expert\Ergebnis\Ausgabe.lst')
do 100 i=1, 30
  read (unit=10,fmt='(A)') Text
100  continue
  read (unit=10,fmt=101) Aund
do 200 i=32, 35
  read (unit=10,fmt='(A)') Text
200  continue
  read (unit=10,fmt=101) GesReg
do 300 i=37, 47
  read (unit=10,fmt='(A)') Text
300  continue
  read (unit=10,fmt=101) GesAbf
101  format(T44,F8.2)
close (unit=10)
C-----
CCCC Feststellen ob Ae fest oder variabel ist und den Wert
CCCC fr Ao auslesen
C-----
open (unit=15,file='D:\Expert\Fakten\Pruef')
  read (unit=15,fmt= *) AeFest
  read (unit=15,fmt=1)  Ao
1  format(I3)
close (unit=15,status='delete')
C-----
C( ) Gesamtverluste berechnen
C-----
GVerl=(GesReg*Aund*10)-GesAbf
C-----
CCCC Pruefen ob Gesamtverluste positiv, sonst Warnung an VP
C-----
if (GVerl .lt. 0) then
  open (unit=16,file='D:\Expert\Fakten\Verluste')
  write (unit=16,fmt=601) 'Verluste = negativ CNF 100'
  write (unit=16,fmt=701) 'VDurch = ',ABS(GVerl),' CNF 100'
  close (unit=16)
endif
601 format(A26)
701 format(A9,F6.2,A8)
C-----
CCCC Ae, Bv und Mv initialisieren (Ae variabel)
C-----
if (AeFest .eq. 0) then
  Ae=(GesAbf*10)/((GesReg-0.0-0.0)*Aund)
  if ((Ae .gt. 50) .and. (Ae .le. 100)) then

```

```

endif
if (Ae .le. 50) then
    Ae=50
    Mv=0.1
    Bv=0.05
endif
if (Ae .gt. 100) then
    Ae=100
    Mv=0.0
    Bv=0.0
endif
endif
endif

```

```

C-----
CCCC Bv und Mv initialisieren (Ae=konstant=100)
C-----

```

```

    if (AeFest .eq. 100) then
        Ae=100
        Mv=0.0
        Bv=0.0
    endif

```

```

C-----
CCCC Ae in VP-Format in Init_Ae einlesen
C-----

```

```

    open (unit=11,file='D:\Expert\Fakten\Init_Ae')
    write (unit=11,fmt=201) 'Ae = ',Ae,' CNF 100'
201  format(A5,I3,A8)
    close (unit=11)

```

```

C-----
CCCC Bv in Init_Bv einlesen
C-----

```

```

    open (unit=12,file='D:\Expert\Fakten\Init_Bv')
    write (unit=12,fmt=301) 'Bv = ',Bv,' CNF 100'
301  format(A5,F6.2,A8)
    close (unit=12)

```

```

C-----
CCCC Mv in Init_Mv einlesen
C-----

```

```

    open (unit=13,file='D:\Expert\Fakten\Init_Mv')
    write (unit=13,fmt=401) 'Mv = ',Mv,' CNF 100'
401  format(A5,F6.2,A8)
    close (unit=13)

```

```

C-----
CCCC Ao in Init_Ao einlesen
C-----

```

```

    open (unit=17,file='D:\Expert\Fakten\Init_Ao')
    write (unit=17,fmt=201) 'Ao = ',Ao,' CNF 100'
    close (unit=17)

```

```

C-----
CCCC Die initialisierten Werte in die Ausgabedatei schreiben
C-----

```

```

    open (unit=14,file='D:\Expert\Ergebnis\Ausgabe.lst')
    i=0
11  i=i+1
    read (unit=14,fmt='(A)',end=400) Datei(i)
    goto 11
400 continue
    rewind(unit=14)
    do 500 j=1, 61

```

```
    write (unit=14,fmt='(A)') Datei(j)
500  continue
    write(unit=14,fmt=501) Datei(62)(1:44),Bv,'[mm] '
    write(unit=14,fmt=501) Datei(63)(1:44),Mv,'[mm] '
    write(unit=14,fmt=501) Datei(64)(1:44),real(Ao),'[%] '
    write(unit=14,fmt=501) Datei(65)(1:44),real(Ae),'[%] '
501  format(A44,T47,F6.2,T54,A4)
    do 600 j=66, i-1
        write (unit=14,fmt='(A)') Datei(j)
600  continue
close (unit=14)

end
```

```

C-----
C*** EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-
C*** ABFLUSS-MODELLS HYSTEM_EXTRAN
C-----
C*** Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil
C*** 1992-1993
C-----
PROGRAM LIESKAN
C-----
C*** MODUL LIESKAN.FOR
C-----
C*** Diese Programm liest die Kanalnetzdatei und
C*** liest Ages und Aund in die Ausgabedatei ein
C-----
integer i,j,k,l,Elem,ZeitS,Ttot,x1,x2,x3,x4,x5,x6,x11
integer KTEIL,Min,St,ProH,Von
real Ages(0:100),Aund(0:100),DELT,DELMAX
character KNAME*12,Text*1,Datei(1:100)*76,EName*12
character Alles(1:100)*85, Elem1*10
C-----
CCCC Namen der Kanalnetzdatei einlesen
C-----
open (unit=10,file='Hyspar')
do 100 i=1, 2
read (unit=10,fmt='(A)') KName
read (unit=10,fmt='(A)') EName
100 continue
close (unit=10)
C-----
CCCC Oeffnen der Kanalnetzdatei und lesen der ersten Zeilen
C-----
open (unit=11,file=KName)
read (unit=11,fmt='(A)') Text
read (unit=11,fmt='(I1)') ProH
1 read (unit=11,fmt='(A)',end=200) Text
if (Text .eq. '*') then
do 150 i=1, ProH
read (unit=11,fmt='(A)') Text
150 continue
goto 200
endif
goto 1
200 continue
C-----
CCCC Auslesen
C-----
i=0
11 i=i+1
read (unit=11,fmt='(A)') Text
if (Text(1:1) .ne. '*') then
read (unit=11,fmt=101) Ages(i),Aund(i)
do 3000 Von=1, ProH-2
read (unit=11,fmt='(A)') Text
3000 continue
if (Ages(i) .lt. Aund(i)) then
open (unit=3,file='D:\Expert\Fakten\Agesamt')
write (unit=3,fmt='(A)') 'Agesamt = falsch CNF 100'
close (unit=3)
endif
goto 11
endif
continue

```

```
C-----
CCCC Die letzte Haltung in der Datei wird als freier Auslass
CCCC behandelt
```

```
C-----
      backspace (unit=11)
      backspace (unit=11)
      read (unit=11,fmt=91) Elem1
```

```
C-----
CCCC Summe bilden
```

```
C-----
      do 300 j=1, i-1
        Ages(j)=Ages(j-1)+Ages(j)
        Aund(j)=Aund(j-1)+Aund(j)
300    continue
      close (unit=11)
```

```
C-----
CCCC Ausgabedatei lesen
```

```
C-----
      open (unit=12,file='D:\Expert\Ergebnis\Ausgabe.lst')
      k=0
13    k=k+1
      read (unit=12,fmt='(A)',end=400) Datei(k)
      goto 33
400   continue
      rewind (unit=12)
      do 500 l=1, 29
        write (unit=12,fmt='(A)') Datei(l)
500   continue
      write (unit=12,fmt=201) Datei(30)(1:44),Ages(i-1),'[ha]'
      write (unit=12,fmt=201) Datei(31)(1:44),Aund(i-1),'[ha]'
      do 600 l=32, k-1
        write (unit=12,fmt='(A)') Datei(l)
600   continue
CCCC Formate
      close (unit=12)
```

```
C-----
CCCC Ereignisdatei lesen um Extpar einzustellen
```

```
C-----
      open (unit=13,file=EName)
      read (unit=13,fmt='(A)') Text
      read (unit=13,fmt='(A)') Text
```

```
C-----
CCCC Anfang der Simulation ?
```

```
C-----
      read (unit=13,fmt=422) x1,x2,x3,x4,x5,x6
422   format(T3,2(I2),I4,T15,3(I2))
77    read (unit=13,fmt='(A)') Text
      if (Text .ne. '-') then
        goto 77
      endif
      continue
```

```
C-----
CCCC Zeitschritt auslesen
```

```
C-----
      read (unit=13,fmt='(T41,I2)') Zeits
      read (unit=13,fmt='(A)') Text
```

```
CCCC Wie lange ist gemessen worden ?
```

```
      Ttot=0
901   read (unit=13,fmt='(A)',end=111)
```

```

111      continue
CCCC Ende der Simulation
      St=Ttot/60
      write (*,fmt='(i1)') St
      Min=Ttot-(St*60)
      Min=Min+x5
      if (Min .ge. 60) then
          Min=Min-60
          ST=ST+1
      endif
      ST=ST+x4
      if (ST .ge. 24) then
          ST=ST-24
          x11=x1+1
      else
          x11=x1
      endif
C-----
CCCC Monatsuebertrag wird nicht beruecksichtigt !!!
C-----
      close (unit=13)
C-----
CCCC Extpar aktualisieren
C-----
      open (unit=14,file='Extpar')
      DELT=real(Zeits)*60
      DELMAX=0.
      KTEIL=1
      i=1
C-----
CCCC Datei einlesen
C-----
712      read (unit=14,fmt='(A)',end=999) Alles(i)
          i=i+1
          goto 712
999      continue
          rewind (unit=14)
C-----
CCCC Extpar neu schreiben
C-----
      do 1200 j=1, 3
          write (unit=14,fmt='(A)') Alles(j)
1200      continue
          write (unit=14,fmt='(A)') KName
          do 1300 j=5, 15
              write (unit=14,fmt='(A)') Alles(j)
1300      continue
          write(unit=14,fmt=1301) x1,x2,x3,x4,x5,
+                                     x11,x2,x3,St,Min,DELMAX
          do 1400 j=17, 23
              write (unit=14,fmt='(A)') Alles(j)
1400      continue
          write (unit=14,fmt=1401) KTEIL,x1,x2,x3,x4,x5,DELT
          do 1500 j=25, i
              write (unit=14,fmt='(A)') Alles(j)
              if (Alles(j)(6:10) .eq. 'KTEIL') then
                  write (unit=14,fmt='(A)') Elem1
                  write (unit=14,fmt='(A)') '*****'
                  goto 1600
              endif
          endif
1500      continue
1600      continue

```

C-----  
CCCC Formate  
C-----

```
91  format(A10)
101 format(T21,F5.3,T26,F5.3)
201 format(A44,T47,F5.2,T54,A4)
1301 format(T3,2(I2),I4,T12,2(I2),T18,2(I2),I4,T27,2(I2),F5.0)
1401 format(T5,I1,T8,2(I2),I4,T17,2(I2),F5.0)
end
```

C-----  
C\*\*\* EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-  
C\*\*\* ABFLUSS-MODELLS HYSTEM\_EXTRAN  
C-----

C\*\*\* Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil  
C\*\*\* 1992-1993  
C-----

C\*\*\* Dieses Programm liest die aktuellen Namen  
C\*\*\* der Kanalnetz- und der Regendatei in die  
C\*\*\* Datei Hyspar ein  
C-----

```
integer i, j, Count
character KName*12, ENAME(99)*12, Zeile(20)*70, A*10, B*16
```

C-----  
CCCC Den Kanalnetznamen auslesen  
C-----

```
open (unit=10,file='D:\Expert\Fakten\filename')
read (unit=10,fmt='(A)') KName
close (unit=10)
```

C-----  
CCCC Aktuelle Ereignisdatei feststellen und auslesen  
C-----

```
open (unit=12,file='RegenDat')
read (unit=12,fmt=21) A, Count, B
i=1
2  read (unit=12,fmt='(A)',end=60) ENAME(i)
   i=i+1
   goto 2
60  continue
   rewind (unit=12)
```

C-----  
CC : Count ist Zaehler in der Datei und stellt fest, wann alle  
CCCC Ereignisdateien gelesen wurden (Count .eq. 0)  
C-----

```
Count=Count-1
if (Count .eq. 0) then
  open (unit=13,file='D:\Expert\Fakten\Fertig')
  write(unit=13,fmt='(A)') 'Regendateien = fertig'//
+   ' CNF 100'
  close (unit=13)
  write (unit=12,fmt=21) A, i-1, B
  do 500 j=1, i-1
    write (unit=12,fmt='(A)') EName(j)
500  continue
  else
  write (unit=12,fmt=21) A, count, B
  do 600 j=1, i-1
    write (unit=12,fmt='(A)') EName(j)
600  continue
  endif
```

C-----  
CCCC Einlesen von aktueller Kanalnetz- und Regendatei in Hyspar

```

11      j=1
        read (unit=11,fmt='(A)',end=100) Zeile(j)
          j=j+1
          goto 11
100     continue
        rewind (unit=11)
        write (unit=11,fmt='(A)') Zeile(1)
        write (unit=11,fmt='(A)') Zeile(2)
        write (unit=11,fmt='(A)') KNAME
        write (unit=11,fmt='(A)') ENAME(i-1-count)
        do 200 j=5, j-1
          write (unit=11,fmt='(A)') Zeile(j)
200     continue
        close (unit=11)
21      format(A10,I2,A16)
        close (unit=12)

```

end

```

C-----
C***  EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-
C***  ABFLUSS-MODELLS HYSTEM_EXTRAN
C-----

```

```

C*   Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil
C*** 1992-1993
C-----

```

```

CCC  Dieses Programm liest die Analysedatei
CCC  Netz.lst und schreibt die relevanten
CCC  Daten in die Ausgabedatei
C-----

```

```

character Text*60,Alles(1:100)*76,TextLH*30
real      thtot,lhtot,VerMas,LH,B,Fp
integer   i,l,k,ProZ
C-----

```

```

open (unit=10,file='Netz.lst')
C-----

```

```

1      read (unit=10,fmt='(A)') Text
      if (Text(1:1) .ne. ' ') then
        if (Text(1:1) .ne. 'H') then
          read (unit=10,fmt=101) thtot
          read (unit=10,fmt='(A)') Text
          read (unit=10,fmt='(A)') Text
          read (unit=10,fmt=101) lhtot
          read (unit=10,fmt='(A)') Text
          read (unit=10,fmt='(A)') Text
          read (unit=10,fmt=201) VerMas
          read (unit=10,fmt='(A)') Text
          read (unit=10,fmt='(A)') Text
          read (unit=10,fmt=301) ProZ,LH
          read (unit=10,fmt='(A)') Text
          read (unit=10,fmt='(A)') Text
          read (unit=10,fmt=401) B
          read (unit=10,fmt='(A)') Text
          read (unit=10,fmt='(A)') Text
          read (unit=10,fmt=401) Fp
          goto 11
        endif
      endif
      goto 1
100    continue
11     close (unit=10)

```

```

C-----
CCCC Die eingelesenen Werte in die Ausgabedatei schreiben
C-----

```

```

open (unit=11,file='D:\Expert\Ergebnis\Ausgabe.lst')
  k=0
22  k=k+1
    read (unit=11,fmt='(A)',end=400) Alles(k)
    goto 22
400 continue
    rewind(unit=11)
    do 500 l=1, 22
      write (unit=11,fmt='(A)') Alles(l)
500  continue

CCCC Einlesen
  write (unit=11,fmt=501) Alles(23)(1:44), thtot,' [min] '
  write (unit=11,fmt=501) Alles(24)(1:44), lhtot,' [m] '
  write (unit=11,fmt='(A)') Alles(25)
  write (unit=11,fmt=601) Alles(26)(1:6),Proz,
+  Alles(26)(10:44),Lh,' [m] '
  write (unit=11,fmt=501) Alles(27)(1:44), B,' [m] '
  write (unit=11,fmt=501) Alles(28)(1:44), Fp,' '
  write (unit=11,fmt=501) Alles(29)(1:44), VerMas,' [%] '

C-----
CC : Rest einlesen
C-----
  do 600 l=30, k-1
    write (unit=11,fmt='(A)') Alles(l)
600  continue
    close (unit=11)

C-----
CCCC Formate
C-----
101  format(T27,F9.2)
201  format(T47,F6.2)
301  format(T21,I2,T27,F11.2)
401  format(T27,F11.2)
501  format(A44,F7.2,A7)
601  format(A6,I2,T10,A35,F7.2,A5)

end

```

```
C-----
C***  EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-
C***  ABFLUSS-MODELLS HYSTEM_EXTRAN
C-----
```

```
C***  Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil
C***  1992-1993
C-----
```

```
PROGRAM LIESREG
```

```
C-----
C***  MODUL    LIESREG.FOR
C-----
```

```
CCC  Dieses Programm liest die Regendatei
CCC  und berechnet den Schwerpunkt
C-----
```

```
CCC  Die wichtigsten Variablen:
CCC  - GesZ   = Anzahl der Messdaten
CCC  - Zeits  = Zeitintervall der Messung
CCC  - Spkt   = Schwerpunkt des Regens
C-----
```

```
integer    i, j, D1,D2,D3,S1,M1,D6,D7,D8,D9,S2,M2,D12,ARegS,k
integer    dMIN, dSt,GesZ1,GesZ,t,Dim,RegSch,Zeits,Werte(0:100)
integer    IDEFLT,IWAHL,IWELLE,ITABEL,SICM,IEGL,k,l,m,ZInt
integer    AbDim,zaehl
real       Spkt,DOWNJC,VGes,MitInt,GesReg,AbVol(0:200),SpGWel
real       StGWel,WelDat(0:200),WelMax(0:200),TMax,Aund(0:200)
real       Fliesst,KL,Ages,AundM,Tl,Au,lf,RegMax(0:100)
character  HBLOCK*15, zeile(1:2)*50, Dat*30,X*12,RName*12
character  Reihe(1:14)*78,Datum*80,KName*12,Kopf(1:100)*76
character  Text*1,VorReg*10
logical    Summe,Gef
C-----
```

```
CCCC Bestimmen wie die Regen- und die Kanalnetzdatei heisst
C-----
```

```
open (unit=9,file='Hyspar')
  read (unit=9,fmt='(//A12)')  KName
  read (unit=9,fmt='(A12)')   RName
close (unit=9)
```

```
CCCC Oeffnen der Regendatei und lesen der ersten zwei Zeilen
C-----
```

```
open (unit=10,file=RName)
  Summe=.true.
  1  do 100 i=1, 2
    read (unit=10,fmt='(A)') zeile(i)
  100 continue
```

```
CCCC Lesen des Simulationszeitraumes
C-----
```

```
read (unit=10,fmt=201) D1,D2,D3,S1,M1,D6,D7,D8,D9,S2,M2,D12
dMIN=M2-M1
if ( (S2-S1) .lt. 0) then
  S2=S2+24
endif
dSt=S2-S1
if (dMIN .lt. 0) then
  dSt=dSt-1
  dMIN=60-ABS(dMIN)
endif
```

```
CCCC Lesen der Intervallbreite (Zeits)
C-----
```

```
read (unit=10,fmt=301) HBLOCK,RegSch,Zeits,Dim
```

```

    if (mod(real(GesZ1),real(Zeits)) .ne. 0) then
      GesZ=GesZ+1
    endif

```

```

C-----
CCCC Lesen der Anzahl Regenschreiber?
C-----

```

```

    read (unit=10,fmt=401) ARegS

```

```

C-----
CCCC Einlesen der Regendaten
C-----

```

```

    do 200 j=1, GesZ
      read (unit=10,fmt='(A)') Dat
      read (unit=10,fmt=401) Werte(j)

```

```

200    continue

```

```

C-----
CCCC Die Werte sind in das Feld Werte(j) eingelesen
CCCC Die Summe der Werte bilden
C-----

```

```

    if (Summe) then
      do 300 j=1, GesZ
        Werte(j+1)=Werte(j+1)+Werte(j)

```

```

300    continue

```

```

      rewind (unit=10)

```

```

      Summe=.false.

```

```

CCCC Die Werte erneut einlesen
    goto 1

```

```

else

```

```

CCCC Zeitschritt*Werte bilden

```

```

    t=0

```

```

    do 400 j=1, GesZ

```

```

      t=t+Zeits

```

```

      Werte(j)=Werte(j-1)+t*werte(j)

```

```

400    continue

```

```

    endif

```

```

C-----
C
C          Schwerpunkt berechnen
C-----

```

```

    Spkt=(real(Werte(GesZ)))/(real(Werte(GesZ+1)))

```

```

CCCC Gesamtregen in Werte(GesZ+1)

```

```

    GesReg=(real(Werte(GesZ+1)))*(10**(real(dim)))

```

```

CCCC Mittlere Intensitaet

```

```

    MitInt=((real(Werte(GesZ+1)))/(real((GesZ*Zeits)))*(10**real
+ (dim))

```

```

CCCC Vorregenereignis auslesen

```

```

    rewind (unit=10)

```

```

1510    read (unit=10,fmt='(A)') VorReg

```

```

      if (VorReg .eq. 'Vorregener') then

```

```

        backspace (unit=10)

```

```

        goto 2000

```

```

      endif

```

```

    goto 1510

```

```

2000    continue

```

```

    read (unit=10,fmt='(T29,a10)') VorReg

```

```

CCCC Gemessene Welle auswerten

```

```

CCCC Schwerpunkt berechnen

```

```

    read (unit=10,fmt=2201) ZInt, AbDim

```

```

2201    format(//T41,I2,T65,I3)

```

```

    read (unit=10,fmt='(A)') Text

```

```

    i=0

```

```

55    i=i+1

```

```

        read (unit=10,end=1500,fmt=*) WelDat(i)
CCCC Basisabfluss bestimmen
        if (WelDat(1) .eq. WelDat(2) .and. WelDat(1) .ne. 0.) then
            open (unit=30,file='D:\Expert\Fakten\Basis')
                write (unit=30,fmt='(A)') '2'
                write (unit=30,fmt=*) WelDat(1)
            close (unit=30)
        endif
        if (WelDat(1) .eq. WelDat(2) .and. WelDat(2) .eq. WelDat(3)
+
        .and. WelDat(1) .ne. 0) then
            open (unit=31,file='Basis')
                write (unit=31,fmt='(A)') '3'
                write (unit=31,fmt=*) WelDat(1)
            close (unit=31)
        endif
CCCC Den Spitzenabfluss bestimmen
        WelMax(i)=MAX(WelDat(i),WelDat(i-1),WelMax(i-1))
        WelMax(1)=WelMax(i)
        goto 55
1500  continue
        do 1600 j=1, i-1
CCCC Summe bilden
            WelDat(j+1)=WelDat(j+1)+WelDat(j)
1600  continue
CCCC Werte erneut einlesen
        rewind (unit=10)
29    read (unit=10,fmt='(A)') Text
            if (Text .eq. '-') then
                read (unit=10,fmt='(A)') Text
                read (unit=10,fmt='(A)') Text
                goto 1400
            endif
        goto 29
1400  continue
        Gef=.false.
        m=0
66    m=m+1
            read (unit=10,end=3000,fmt=*) WelDat(m)
CCCC Zeit bis zum Spitzenabfluss bestimmen
            if (.not. Gef) then
                TMax=TMax+ZInt
                if (WelDat(m) .eq. WelMax(1)) then
                    Gef=.true.
                endif
            endif
            goto 66
3000  continue
CCCCC Summe der Produkte berechnen
        do 3100 k=1,m-1
            t=ZInt*k
CCCC Zwischendurch Abflussvolumen bestimmen
            AbVol(k+1)=AbVol(k)+ZInt*60*WelDat(k)
            AbVol(1)=AbVol(k+1)*(10**(real(AbDim)))
            WelDat(k)=WelDat(k-1)+t*WelDat(k)
3100  continue
C*** Spkt berechnen
        SpGWel=WelDat(m-1)/WelDat(i)
C*** Schwerpunktlaufzeit berechnen
        StGWel=SpGWel-Spkt
C*** Schwerpunktlaufzeit darf nicht negativ werden

```

```

        write (17,fmt='(A)') 'Schwpkt = falsch CNF 100'
    close (unit=17)
endif
close (unit=10)

```

C\*\*\* Einlesen des Regendatums in Hyspar

```

open(unit=11,file='Hyspar')
do 500 k=1, 9
    read (unit=11,fmt='(A)') Reihe(k)
500  continue
    read (unit=11,fmt='(A)') Datum
do 600 k=11, 14
    read (unit=11,fmt='(A)') Reihe(k)
600  continue
    rewind (unit=11)
do 700 k=1, 9
    write (unit=11,fmt='(A)') Reihe(k)
700  continue
    write (unit=11,fmt=601) D1,D2,D3,S1,M1,D7,D8,D9,S2,M2,
+ Datum(31:80)
do 800 k=11, 14
    write (unit=11,fmt='(A)') Reihe(k)
800  continue

```

CCCC Formate

```

C 501  format (A80)
601  format (I4,I2,I4,I3,I2,I4,I2,I4,I3,I2,A50)
close (unit=11)

```

CCCC Benötigten Werte für die Initialisierung von Au auslesen

```

open (unit=12,file='D:\Expert\Ergebnis\Ausgabe.lst')
do 3500 n=1, 22
    read (unit=12,fmt='(A)') Text
3500  continue
    read (unit=12,fmt=3501) FliesT
    read (unit=12,fmt='(A)') Text
    read (unit=12,fmt='(A)') Text
    read (unit=12,fmt=3601) KL
    read (unit=12,fmt='(A)') Text
    read (unit=12,fmt='(A)') Text
    read (unit=12,fmt='(A)') Text
    read (unit=12,fmt=3601) Ages
    read (unit=12,fmt=3601) AundG

```

CCCC Formate

```

3501  format(T44,F8.2)
3601  format(T45,F7.2)
close (unit=12)

```

CCCC Mittleres Aund aus Netz.lst auslesen

```

open (unit=25,file='Netz.lst')
do 4000 n=1, 7
    read (unit=25,fmt='(A)') Text
4000  continue
do 4100 n=1, 500
    read (unit=25,fmt='(A)') Text
    if (Text(1:1) .ne. '

```

```

                ') then
                zaehl=zaehl+1
            else
                goto 4600
            endif
4100  continue
4600  continue
        rewind (unit=25)
        do 4200 n=1, 7
            read (unit=25,fmt='(A)') Text
4200  continue
        do 4300 n=1, zaehl
            read (unit=25,fmt=4001) Aund(n)
            Aund(n)=Aund(n)+Aund(n-1)
4300  continue
4001  format(T34,F7.3)
        close (unit=25)

```

```

CCCC Au initialisieren
        AundM=Aund(zaehl)/zaehl
        c=4
        b=Ages/KL
        Tl=StGWel-FliesT
        lf=SQRT(((KL/2)**2)+((c*b/16)**2))
        Au=Tl+3*KL/lf-0.87*LOG(AundM)
CCCC Au wird auf Standardwert gesetzt
        Au=11.

```

```

CCCC Ausgabedatei aktualisieren
        open (unit=12,file='D:\Expert\Ergebnis\Ausgabe.lst')
        i=0
    99  i=i+1
            read (unit=12,fmt='(A)',end=900) Kopf(i)
            goto 99
900  continue
        rewind (unit=12)
        do 1000,j=1,15
            write (unit=12,fmt='(A)') Kopf(j)
1000  continue
        write (unit=12,fmt=*) ' KANALNETZDATEI: ', KName
        write (unit=12,fmt=*) ' REGENDATEI      : ', RName
        do 1100, j=18, 35
            write (unit=12,fmt='(A)') Kopf(j)
1100  continue
        write (unit=12,fmt=801) Kopf(36)(1:44),GesReg,
+ '[mm]'
        write (unit=12,fmt=701) Kopf(37)(1:44),Spkt,' [min]'
        write (unit=12,fmt=901) Kopf(38)(1:44),MitInt,
+ '[mm/min]'
        write (unit=12,fmt='(A)') Kopf(39)
        write (unit=12,fmt=902) Kopf(40)(1:44),VorReg
        do 1200 j=41, 44
            write (unit=12,fmt='(A)') Kopf(j)
1200  continue
        write (unit=12,fmt=1201) Kopf(45)(1:44),SpGWel,' [min]'
        write (unit=12,fmt=1201) Kopf(46)(1:44),WelMax(1),' [l/s]'
        write (unit=12,fmt=1201) Kopf(47)(1:44),TMax,' [min]'
        write (unit=12,fmt=701) Kopf(48)(1:44),AbVol(1),' [m**3]'
        do 6000 j=49, 60
            write (unit=12,fmt='(A)') Kopf(j)
6000  continue

```

```
6100  continue
      write (unit=12,fmt=1201) Kopf(69)(1:44),Tl,'[min]'
```

do 1300 j=70, i-1  
    write (unit=12,fmt='(A)') Kopf(j)

```
1300  continue
      close (unit=12)
```

```
CCCC Gesamtvolumen und init. Au dem Expertensystem bereitstellen
      open (unit=17,file='D:\Expert\Fakten\VolumenG')
        write (unit=17,fmt=5001) 'GemVol = ',AbVol(1),' CNF 100'
      close (unit=17)
      open (unit=30,file='D:\Expert\Fakten\Init_Au')
        write (unit=30,fmt=5222) 'IAu = ',Au,' CNF 100'
      close (unit=30)
```

```
CCCC Mittleres Aund fr RechneTl.exe bereitstellen
      open (unit=28,file='D:\Expert\Fakten\AundM')
        Write(unit=28,fmt=*) AundM
      close (unit=28)
```

#### CCCC Formate

```
101  format(A12)
201  format (I4,I2,I4,I6,I2,I2,I4,I2,I4,I6,I2,I2)
301  format(A11,I15,I5,I5)
401  format(I5)
701  format(A44,F7.2,A7)
801  format(A44,F7.2,A6)
901  format(A44,F7.2,A10)
902  format(A44,T46,A8)
1201 format(A44,T45,F7.2,T54,A5)
1202 format(A44,T45,F7.2,T54,A8)
5001 format(A9,F7.2,A8)
5222 format(A6,F7.2,A8)
```

end

```

C-----
C***  EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-
C***  ABFLUSS-MODELLS HYSTEM_EXTRAN
C-----
C***  Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil
C***  1992-1993
C-----
      PROGRAM LIESVOL
C-----
C***  MODUL    LIESVOL.FOR
C-----
CCC  Dieses Programm liest die Ausgabedatei von
CCC  HYSRAD und liest die Volumenbilanz aus
C-----
      integer    i,j
      real       Vund,Vdurch
      character  Datei(1:100)*76,Text*1
C-----
CCCC Hys.out auslesen
C-----
      open (unit=10,file='Hys.out')
      do 100 i=1, 61
      100  read (unit=10,fmt='(A)') Text
      100  continue
      read (unit=10,fmt=101) Vund
      read (unit=10,fmt=101) Vdurch
      close (unit=10)
C-----
CCCC In die Ausgabedatei einlesen
C-----
      open (unit=11,file='D:\Expert\Ergebnis\Ausgabe.lst')
      i=0
      11  i=i+1
      read (unit=11,fmt='(A)',end=200) Datei(i)
      goto 11
      200  continue
      rewind (unit=11)
      do 300 j=1, 65
      write (unit=11,fmt='(A)') Datei(j)
      300  continue
      write (unit=11,fmt=201) Datei(66)(1:44),Vund,'[m**3]
      write (unit=11,fmt=201) Datei(67)(1:44),Vdurch,'[m**3]
      do 400 j=68, i-1
      write (unit=11,fmt='(A)') Datei(j)
      400  continue

      close (unit=11)
CCCC In die Datei Volumen einlesen
      open (unit=12,file='D:\Expert\Fakten\VolumenS')
      write (unit=12,fmt=301) 'SimVol = ',Vund,' CNF 100'
      close (unit=12)
C-----
CCCC Formate
C-----
      101  format(T49,F7.2)
      201  format(A44,T46,F7.2,T54,A6)
      301  format(A9,F7.2,A8)

      end

```

C-----

C\*\*\* EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-  
C\*\*\* ABFLUSS-MODELLS HYSTEM\_EXTRAN

C-----  
C\*\*\* Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil  
C\*\*\* 1992-1993

C-----  
PROGRAM Lieswell

C-----  
C\*\*\* MODUL Lieswell.for

C-----  
CCC Dieses Programm liest die Wellendatei, die von  
CCC HYSRAD erstellt worden ist und berechnet den  
CCC Schwerpunkt des Abflusses und die Schwerpunkt-  
CCC laufzeit

C-----  
integer i, j, MJSW, Form, D1, D2, D3, S1, M1, D6, D7, D8, D9, S2, M2, D12  
integer dmin, dSt, GesZ, Anzahl, k, l, m, Form, GesZ, zaehl, t, zaehl  
real x, Werte(0:500, 1:10, 1:9), SpktW, SpktT, Spkt  
character HBLOCK\*20, zeile(1:2)\*50, Halt(1:30)\*80, Dat\*30  
character Regen\*25, Ausl(1:100)\*76, Text\*80  
logical Summe

C-----  
CCCCC Oeffnen der Wellendatei und lesen der ersten drei Zeilen

C-----  
open (unit=10, file='wel.dat')  
Summe=.true.  
Werte(0, 1, 1)=0  
do 100 i=1, 3  
read (unit=10, fmt='(A)') zeile(i)  
100 continue

C-----  
CCCCC Lesen des Simulationszeitraumes

C-----  
c read (unit=10, fmt=11) D1, D2, D3, S1, M1, D6, D7, D8, D9, S2, M2, D12  
c dmin=M2-M1  
c if ( (S2-S1) .lt. 0) then  
c S2=S2+24  
c endif  
c dSt=S2-S1  
c if (dmin .lt. 0) then  
c dSt=dSt-1  
c dmin=60-ABS(dmin)  
c endif  
c GesZ=(dSt\*60)+dmin+1

C-----  
CCCCC Lesen wieviele Schaechte Abfluss liefern und daraus ermitteln  
CCCCC wieviele Zeilen das pro Zeitschritt ergibt

C-----  
read (unit=10, fmt=101) HBLOCK, MJSW  
x=real(MJSW)  
Form=int(x/8+0.99)

C-----  
CCCCC Schachtbezeichnungen einlesen (abflusswirksam)  
do 200 j=1, Form  
read (unit=10, fmt='(A)') Halt(j)  
200 continue

C-----  
CCCCC Gesamtanzahl der Datensaeetze bestimmen, die Wellen enthalten

```

    zaehl=zaehl+1
    goto 22
33  continue
    rewind (unit=10)

    GesZ=(zaehl-(Form+1))/(Form+1)

    1  do 10 k=1, Form+4
        read (unit=10,fmt='(A)') Dat
10  continue

CCCCC Abflusswerte auslesen
    do 300 k=1, GesZ
        read (unit=10,fmt='(A)') Dat
        do 400 l=1, Form-1
            read (unit=10,fmt=201) (Werte(k,l,m),m=1,8)
400  continue
        l=Form
CCCCC Feststellen wieviel Werte in letzter Karte
    Anzahl=MOD(MJSW,8)
    if (Anzahl .eq. 0) then
        read (unit=10,fmt=201) (Werte(k,l,m),m=1,8)
    else
        read (unit=10,fmt=201) (Werte(k,l,m),m=1,Anzahl)
    endif
300  continue
CCCCC Die Ablusswerte der einzelnen Haltungen sind jetzt in das
CCCCC dreidimensionale Feld Werte(k,l,m) eingelesen

CCCC Summe der Werte bilden (fuer Karten der Laenge der 8)
    if (Summe) then
        do 500 m=1, 8
            do 600 l=1, Form-1
                do 700 k=1, GesZ
                    Werte(k+1,l,m)=Werte(k,l,m)+Werte(k+1,l,m)
700  continue
600  continue
500  continue

CCCCCC Summe der Werte bilden (fuer Karten der Laenge 'Anzahl')
    l=Form
    if (Anzahl .eq. 0) then
        do 800 m=1, 8
            do 900 k=1, GesZ
                Werte(k+1,l,m)=Werte(k,l,m)+Werte(k+1,l,m)
900  continue
800  continue
    else
        do 1000 m=1, Anzahl
            do 1100 k=1, GesZ
                Werte(k+1,l,m)=Werte(k,l,m)+Werte(k+1,l,m)
1100 continue
1000 continue
    endif
CCCC Die Summe ist berechnet, der Zeiger wird auf den Anfang der
CCCC Wellendatei gesetzt und die Werte fuer die weitere Berech-
CCCC nung, erneut eingelesen
    Summe=.false.
    rewind (unit=10)
    goto 1
    else
CCCC Berechnen der Summe der Produkte (Zeitschritt*Werte),
CCCC fuer Karten der Laenge 8

```



```

201  format(8F10.6)
      close (unit=10)
CCCC Berechnen der Schwerpunktlaufzeit und einlesen in
CCCC die Ausgabedatei
      open (unit=11,file='D:\Expert\Ergebnis\Ausgabe.lst')
          do 2500 i=1, 36
              read (unit=11,fmt='(A)') Ausl(i)
2500  continue
          read (unit=11,fmt=301) Spkt
          SpktT=SpktW-Spkt
          rewind (unit=11)
          i=0
          88  i=i+1
              read (unit=11,fmt='(A)',end=8000) Ausl(i)
              goto 88
8000  continue
          rewind (unit=11)
          do 2600 j=1, 67
              write (unit=11,fmt='(A)') Ausl(j)
2600  continue
          write (unit=11,fmt=9001) ' Schwerpunktlaufzeit (Oberflche)',
+  ':',SpktT,'[min]'
          do 2 j=69, i-1
              write (unit=11,fmt='(A)') Ausl(j)
          2  continue

CCCC Formate
          301  format(T45,F7.2)
          401  format(A26,F6.2,A6)
          501  format(A34,F7.2,A6)
          9001 format(A34,T43,A1,T46,F7.2,T54,A5)
          close (unit=11)

CCCC Die berechnete Schwerpunktlaufzeit VP verfgbar machen
      open (unit=22,file='D:\Expert\Fakten\TlSim')
          write (unit=22,fmt=1101) 'TlSim = ',SpktT,' CNF 100'
1101  format(A8,F6.2,A8)
      close (unit=22)

      end

```



```

C-----
C***  EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-
C***  ABFLUSS-MODELLS HYSTEM_EXTRAN
C-----
C***  Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil
C***  1992-1993
C-----
      PROGRAM MAKEHYS
C-----
C***  MODUL    MAKEHYS.FOR
C-----
CCC  Dieses Programm schreibt den Beginn Batch um
C-----
      open (unit=10,file='D:\Expert\HysExt\Beginn.bat')
        write(unit=10,fmt='(A)') 'Batinit           '
        write(unit=10,fmt='(A)') 'VPX Eingabe      '
        write(unit=10,fmt='(A)') 'Liesname        '
        write(unit=10,fmt='(A)') 'LiesStru        '
        write(unit=10,fmt='(A)') 'NetStru         '
        write(unit=10,fmt='(A)') 'LiesNetz       '
        write(unit=10,fmt='(A)') 'LiesKan         '
        write(unit=10,fmt='(A)') 'LiesReg         '
        write(unit=10,fmt='(A)') 'VPX Fehler     '
        write(unit=10,fmt='(A)') 'Hys             '
      close (unit=10)

      end

```

```

C-----
C***  EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-
C***  ABFLUSS-MODELLS HYSTEM_EXTRAN
C-----
C***  Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil
C***  1992-1993
C-----
      PROGRAM RECHNETL
C-----
C***  MODUL RECHNETL.FOR
C-----
CCCC  Dieses Programm rechnet eine Schwerpunktlaufzeit
CCCC  gemäß  $Tl=Au*+0.87*\ln(Aund)-3*L/lf$  und liest die
CCCC  aus der Ausgabe von HYSRAD ermittelte SPKTLauf-
CCCC  zeit in VP zugngliches Format
C-----
      integer    i, c
      real      L, AundM, Ages, Au, lf, TlGer, b
      character Text

CCCC  Die benötigten Werte aus der Ausgabedatei auslesen
      open (unit=10,file='D:\Expert\Ergebnis\Ausgabe.lst')
        do 100 i=1, 25
          read (unit=10,fmt='(A)') Text
100    continue
          read (unit=10,fmt=101) L
          do 200 i=27, 29
            read (unit=10,fmt='(A)') Text
200    continue
          read (unit=10, fmt=101) Ages
CCCC  Formate
101  format(T45,F7.2)
      close (unit=10)

CCCC  Mittleres Aund auslesen
      open(unit=28,file='D:\Expert\Fakten\AundM')
        read (unit=28,fmt=*) AundM

CCCC  Au aus Hyspar auslesen
      open (unit=11,file='D:\Expert\HysExt\Hyspar')
        do 300 i=1, 11
          read (unit=11,fmt='(A)')
300    continue
          read (unit=11,fmt=201) Au
CCCC  Format
201  format(T21,F5.2)
      close (unit=11)

CCCC  Schwerpunktlaufzeit berechnen
      c=4
      b=Ages/L
      lf=SQRT(((L/2)**2)+((c*b/16)**2))
      TlGer=Au+0.87*log(AundM)-3*L/lf

CCCC  TlGer VP zur Verfgung stellen
      open (unit=12,file='D:\Expert\Fakten\TlGer')
        write (unit=12,fmt=301) 'TlGer = ',TlGer,' CNF 100'
CCCC  Format
301  format(A8,F6.2,A8)
      close (unit=12)

      end

```

C-----

C\*\*\* EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-  
C\*\*\* ABFLUSS-MODELLS HYSTEM\_EXTRAN

C-----  
C\*\*\* Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil  
C\*\*\* 1992-1993  
C-----

PROGRAM SAVE

C-----  
C\*\*\* MODUL SAVE.FOR  
C-----

C\*\*\* kopiert die Ergebnisse der Kalibrierung von Ergebnis  
C\*\*\* nach OldErg.  
C-----

character\*25 dSpkt, dAmax, dV, STAN, DEVS, DEVM, Z, STEV  
C-----

```
open (unit=10,file='D:\Expert\Fakten\Ergebnis')
  read (unit=10,fmt='(A)') dSpkt
  read (unit=10,fmt='(A)') dAmax
  read (unit=10,fmt='(A)') dV
  read (unit=10,fmt='(A)') STAN
  read (unit=10,fmt='(A)') DEVS
  read (unit=10,fmt='(A)') DEVM
  read (unit=10,fmt='(A)') Z
  read (unit=10,fmt='(A)') STEV
close (unit=10)
```

```
open (unit=11,file='D:\Expert\Fakten\OldErg')
  write (unit=11,fmt='(A7)') dSpkt(8:14)
  write (unit=11,fmt='(A7)') dAmax(8:14)
  write (unit=11,fmt='(A7)') dV(5:11)
  write (unit=11,fmt='(A7)') STAN(7:13)
  write (unit=11,fmt='(A7)') DEVS(7:13)
  write (unit=11,fmt='(A7)') DEVM(7:13)
  write (unit=11,fmt='(A7)') Z(4:10)
  write (unit=11,fmt='(A7)') STEV(7:13)
close (unit=11)
```

```
open (unit=12,file='D:\Expert\Fakten\Puffer')
close(unit=12,status='delete')
```

end

```
C-----  
C*** EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-  
C*** ABFLUSS-MODELLS HYSTEM_EXTRAN  
C-----
```

```
C*** Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil  
C*** 1992-1993  
C-----
```

```
PROGRAM Simpfein  
C-----
```

```
C*** MODUL Simpfein.for  
C-----
```

```
C*** ermoglicht das Umschalten vom Grobnetz zum Feinnetz.  
C*** Dabei wird der Name des Feinnetzes in die Datei Hyspar  
C*** und Extpar eingetragen  
C-----
```

```
character KName*12, Alles(1:50)*80, Elem*10, Stern*1  
character Test*5  
C-----
```

```
open (unit=9,file='SIMPLE.NET')  
read (unit=9,fmt='(A)') KName  
close (unit=9)
```

```
open (unit=12,file=KName)  
1111 read (unit=12,fmt='(A)') Stern  
if (Stern .eq. '*') then  
i=i+1  
if (i .lt. 2) then  
goto 1111  
else  
backspace (unit=12)  
backspace (unit=12)  
read (unit=12,fmt='(A)') Elem  
goto 2211  
endif  
endif  
goto 1111  
2211 continue  
close (unit=12)
```

```
open (unit=10,file='Hyspar')  
i=0  
? i=i+1  
read (unit=10,fmt='(A)',end=20) Alles(i)  
goto 2  
20 continue  
rewind (unit=10)  
write (unit=10,fmt='(A)') Alles(1)  
write (unit=10,fmt='(A)') Alles(2)  
write (unit=10,fmt='(A)') KName  
do 200 j=4, i-1  
write (unit=10,fmt='(A)') Alles(j)  
200 continue  
close (unit=10)
```

```
open (unit=11,file='Extpar')  
i=0  
22 i=i+1  
read (unit=11,fmt='(A)',end=13) Alles(i)  
goto 22  
13 continue  
rewind (unit=11)  
write (unit=11,fmt='(A)') Alles(1)
```

```
write (unit=11,fmt='(A)') KName
do 222 j=5, i-1
  write (unit=11,fmt='(A)') Alles(j)
222 continue
333 backspace (unit=11)
read (unit=11,fmt='(T6,A5)') Test
if (Test .eq. 'KTEIL') then
  write (unit=11,fmt='(A)') Elem
  write (unit=11,fmt='(A)') '*****'
else
  backspace (unit=11)
  goto 333
endif
close (unit=11)

open (unit=15,file='Puffer')
close(unit=15,status='delete')

end
```

C-----

C\*\*\* EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-  
C\*\*\* ABFLUSS-MODELLS HYSTEM\_EXTRAN

C-----  
C\*\*\* Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil  
C\*\*\* 1992-1993  
C-----

PROGRAMM SIMPLE  
C\*\*\* MODUL SIMPLE.FOR

C-----  
CCCC Dieses Programm erzeugt ein Einhaltungssystem  
C-----

```
integer    i,j,k,l,M_N,M_S,M_W,N,S,W,KLASS,Hilf1,Hilf2,ProH
real       AGES,AUND,ROUG,DEEP,M_ROUG,M_DEEP,G_AGES
real       G_AUND,ZP1,ZP2,GRL1,GRL2,LEN,StDown
character  KNAME*12,Text*2,ZHysp(1:50)*80,ZExt(1:50)*81
```

C-----  
CCCC Namen der Kanalnetzdatei einlesen  
C-----

```
open (unit=10,file='D:\Expert\Fakten\Filename')
  read (unit=10,fmt='(A)') KName
close (unit=10)

if (KName .eq. 'SIMPLE.NET') then
  open (unit=28,file='SIMPLE.NET')
  read (unit=28,fmt='(A)') KName
  close (unit=28)
endif
```

C-----  
CCCC Oeffnen der Kanalnetzdatei und lesen der ersten Zeilen  
C-----

```
open (unit=11,file=KName)
  read (unit=11,fmt='(A)') Text
  read (unit=11,fmt='(I1)') ProH
1    read (unit=11,fmt='(A)') Text
    if (Text .eq. '**') then
      do 150 i=1, ProH
        read (unit=11,fmt='(A)') Text
150      continue
      goto 200
    endif
    goto 1
200  continue
```

C-----  
CCCC Die Sohl- und Gelaendehoehe fuer Schacht oben und das Profil  
CCCC der ersten Haltung werden benutzt !!!  
C-----

```
201  read (unit=11,fmt=201) ZP1,GRL1
      format(T31,F5.2,T41,F5.2)
      backspace (unit=11)
2    read (unit=11,fmt='(A)') Text
      if (Text .eq. '**') then
        goto 1000
      endif
      backspace (unit=11)
301  read (unit=11,fmt=301) ROUG,DEEP
      format (T56,F5.2,T66,F5.2)
      read (unit=11,fmt=401) AGES,AUND,N,S,W
401  format (T21,2(F5.2),T38,3(I1))
      do 402 i=1, ProH-2
```

```

C-----
CCCC Auswertung (Summen bilden)
C-----
          M_ROUG=M_ROUG+ROUG
          M_DEEP=M_DEEP+DEEP
          G_AGES=G_AGES+AGES
          G_AUND=G_AUND+AUND
          M_N   =M_N+N
          M_S   =M_S+S
          M_W   =M_W+W
          j     =j+1
          KLAS  =1
1000      goto 2
          continue

CCCC Die Hoehen am Auslass werden benutzt
          do 600 i=1, ProH+1
              backspace (unit=11)
600        continue
          read (unit=11,fmt=701) ZP2,GRL2
          format(T36,F5.2,T46,F5.2)

CCCC Mittelwerte bilden
          ROUG=M_ROUG/j
          DEEP=M_DEEP/j
          N   =(real(M_N)/j)+0.5
          S   =(real(M_S)/j)+0.5
          W   =(real(M_W)/j)+0.5
          close (unit=11)

CCCC Repraesentative Haltungslaenge aus Netz.lst auslesen
          open (unit=12,file='Netz.lst')
3          read (unit=12,fmt=601) Text
601        format(T18,A2)
              if (Text .eq. 'LH') then
                  goto 2000
              endif
          goto 3
2000       continue
          backspace (unit=12)
          read (unit=12,fmt=702) LEN
702        format(T28,F10.2)
          close (unit=12)

CCCC Die vereinfachte Netzdatei schreiben
          open (unit=13,file='simple.net')
          Hilf1=1
          Hilf2=2
          write (unit=13,fmt='(A)') KName
          write (unit=13,fmt='(A)') '41'
          write (unit=13,fmt='(A)') '          TEZG E/HA L/ED  H/D FRMD'
          write (unit=13,fmt='(A)') '*****'
          write (unit=13,fmt='(A)') '          NCOND ...'
          write (unit=13,fmt='(A)') '          NCOND ...'
          write (unit=13,fmt='(A)') '          NCOND ...'
          write (unit=13,fmt='(A)') '          NCOND'

CCCC Die repraesentativen Werte schreiben
          write (unit=13,fmt=801) Hilf1,Hilf1,Hilf2,ZP1,ZP2,
+          GRL1,GRL2,LEN,ROUG,KLAS,DEEP
801        format(T10,I1,T20,I1,T30,I1,4(F5.1),F5.0,F5.2,I5,F5.2)
          write (unit=13,fmt=901) Hilf1,G_AGES,G_AUND,N,S,W
901        format(T10,I1,T21,2(F5.1),T28,2(I1))

```

```

write (unit=13,fmt='(A)') '          1'
write (unit=13,fmt='(A)') '          1  1'
CCCCC Ende schreiben
write (unit=13,fmt='(A)') '*****'
write (unit=13,fmt='(A)') '      JSTORE'
write (unit=13,fmt='(A)') '*****'
write (unit=13,fmt='(A)') '      NRORIF'
write (unit=13,fmt='(A)') '*****'
write (unit=13,fmt='(A)') '      NRPUMP'
write (unit=13,fmt='(A)') '      NRPUMP'
write (unit=13,fmt='(A)') '      NRPUMP'
write (unit=13,fmt='(A)') '      NRPUMP'
write (unit=13,fmt='(A)') '*****'
write (unit=13,fmt='(A)') '          ITID'
write (unit=13,fmt='(A)') '*****'
write (unit=13,fmt='(A)') '      NRWEIR'
write (unit=13,fmt='(A)') '*****'
write (unit=13,fmt='(A)') '      JFREE'
write (unit=13,fmt='(A)') '          2'
write (unit=13,fmt='(A)') '*****'
write (unit=13,fmt='(A)') '      JGATE'
write (unit=13,fmt='(A)') '*****'
close (unit=13)

```

C-----

CCCC Hyspar aktualisieren

C\*\*\*\*\* Hyspar einlesen

C-----

```

open (unit=14,file='Hyspar')
  i=1
20   read (unit=14,fmt='(A)',end=3000) ZHysp(i)
     i=i+1
     goto 20
3000 continue
     rewind (unit=14)

```

C-----

CCCC Hyspar neu schreiben

C\*\*\*\*\* Der Zufluss fuer den unteren Schacht wird auf 86.7 gesetzt

C-----

```

StDown=86.7
write (unit=14,fmt='(A)') ZHysp(1)
write (unit=14,fmt='(A)') ZHysp(2)
write (unit=14,fmt='(A)') 'SIMPLE.NET'
do 5000 j=4, 9
  write (unit=14,fmt='(A)') ZHysp(j)
5000 continue
  write (unit=14,fmt=5001) ZHysp(10)(1:31),
+                               StDown,ZHysp(10)(36:80)
5001 format(A31,T32,F4.1,A45)
  do 6000 j=11, i-1
    write (unit=14,fmt='(A)') ZHysp(j)
6000 continue
close (unit=14)

```

C-----

CCCC Die Datei Filename aktualisieren

C-----

```

open (unit=15,file='D:\Expert\Fakten\Filename')
  write (unit=15,fmt='(A)') 'SIMPLE.NET'
  write (unit=15,fmt='(A)') KName
close (unit=15)

```

CCCC Extpar aktualisieren

```
C-----  
      open (unit=16,file='Extpar')  
        i=1  
CCCC Einlesen  
      7      read (unit=16,fmt='(A)',end=8000) ZExt(i)  
CCCC Feststellen, wo der Auslass hingehoert (umstaendlich gemacht)  
        if (ZExt(i)(6:10) .eq. 'KTEIL') then  
          j=i  
        endif  
        i=i+1  
      goto 7  
8000      continue  
        rewind (unit=16)  
CCCC Schreiben  
        write (unit=16,fmt='(A)') ZExt(1)  
        write (unit=16,fmt='(A)') ZExt(2)  
        write (unit=16,fmt='(A)') ZExt(3)  
        write (unit=16,fmt='(A)') 'SIMPLE.NET'  
        do 9000 k=5, j  
          write (unit=16,fmt='(A)') ZExt(k)  
9000      continue  
CCCC Elementbezeichnung einlesen  
        write (unit=16,fmt='(A)') '          1'  
        write (unit=16,fmt='(A)') '*****'  
      close (unit=16)  
  
end
```

```

C-----
C***  EXPERTENSYSTEM ZUR KALIBRIERUNG DES NIEDERSCHLAG-
C***  ABFLUSS-MODELLS HYSTEM_EXTRAN
C-----
C***  Programme entwickelt von B. Wetzorke und A. Khelil
C***  1992-1993
C-----
      PROGRAM TRANSFER
C-----
C***  MODUL  TRANSFER.FOR
C-----
C***  Die initialisierten Werte in die Ausgabedatei schreiben
C-----
      character Datei(0:200)*80
      real Mv, Bv, Ao, Ae, Au
C-----

      open (unit=10,file='D:\Expert\Fakten\PMeter')
         read (unit=10,fmt=*) Bv
         read (unit=10,fmt=*) Mv
         read (unit=10,fmt=*) Ao
         read (unit=10,fmt=*) Ae
         read (unit=10,fmt=*) Au
      close (unit=10)

      open (unit=14,file='D:\Expert\Ergebnis\Ausgabe.lst')
         i=0
11      i=i+1
         read (unit=14,fmt='(A)',end=400) Datei(i)
         goto 11
400     continue
         rewind(unit=14)
         do 500 j=1, 60
            write (unit=14,fmt='(A)') Datei(j)
500     continue
         write(unit=14,fmt=501) Datei(61)(1:44),Au,' [min] '
         write(unit=14,fmt=501) Datei(62)(1:44),Bv,' [mm] '
         write(unit=14,fmt=501) Datei(63)(1:44),Mv,' [mm] '
         write(unit=14,fmt=501) Datei(64)(1:44),real(Ao),' [%] '
         write(unit=14,fmt=501) Datei(65)(1:44),real(Ae),' [%] '
501     format(A44,T47,F6.2,T54,A4)
         do 600 j=66, i-1
            write (unit=14,fmt='(A)') Datei(j)
600     continue
      close (unit=14)

      end

```

```
C-----
PROGRAM #REGERR
```

```
C-----
C***  MODUL: #regerr.for
```

```
C-----
C***  von Wetzorke, Khelil, 1992-1993
```

```
C-----
CHARACTER A*10,B*16, EName(1:100)*12
INTEGER  i, j, Count
```

```
C-----
CCCC Aktuelle Ereignisdatei feststellen und auslesen
```

```
C-----
open (unit=12,file='D:\Expert\HysExt\RegenDat')
read (unit=12,fmt=21) A, Count, B
21  format(A10,I2,A16)
    i=1
2   read (unit=12,fmt='(A)',end=60) ENAME(i)
    i=i+1
    goto 2
60  continue
    rewind (unit=12)
```

```
CCCC Fehlerbehandlung: Anzahl Ereignisdateien ungleich der angegebenen
```

```
if (Count .ne. (i-1)) then
    Count=i-1
    write (unit=12,fmt=21) A, i-1, B
    do 70 j=1, i-1
        write (unit=12,fmt='(A)') ENAME(j)
    continue
    rewind (unit=12)
endif
close (unit=12)
```

```
end
```