

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM**

**KARLSRUHE**

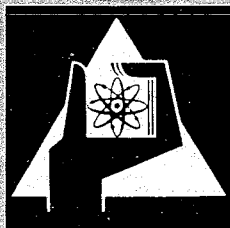
Dezember 1967

KFK 716  
EUR 3727 d

Institut für Reaktorentwicklung

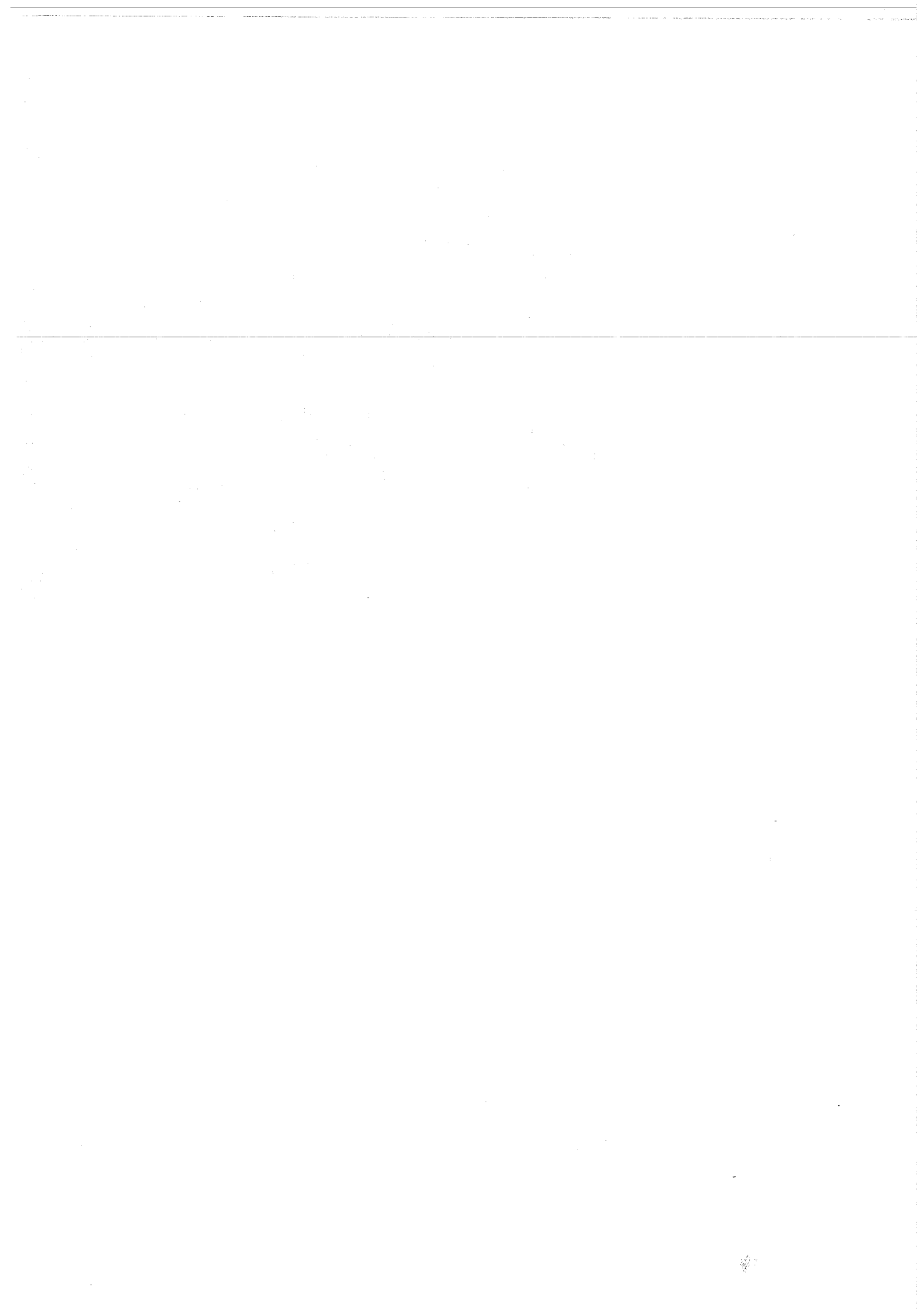
Ein FORTRAN-Programm zur Berechnung des thermodynamischen  
Kreisprozesses und des Kühlkreislaufes dampfgekühlter Kernreaktoren

H. Spilker



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.

KARLSRUHE



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Dezember 1967

KFK 716

EUR 3727d

Institut für Reaktorentwicklung

---

Ein FORTRAN-PROGRAMM zur Berechnung des thermo-  
dynamischen Kreisprozesses und des Kühlkreislaufes  
dampfgekühlter Kernreaktoren \*)

---

von

H. Spilker

Gesellschaft für Kernforschung m.b.H., Karlsruhe

\*) Diese Arbeit wurde im Rahmen der Assoziation zwischen der Europäischen Atomgemeinschaft und der Gesellschaft für Kernforschung m.b.H., Karlsruhe, auf dem Gebiet der schnellen Reaktoren durchgeführt.



## Inhaltsverzeichnis:

	<u>Seite:</u>
1. Einleitung	1
2. Kurzbeschreibung der Wärmeschaltpläne	2
2.1 Zu Abb. 1 : Direkter Kreislauf	2
2.2 Zu Abb. 2 : Direkter Kreislauf mit zwischen- geschaltetem Einspritzdampf- zeuger und Oberflächenüberhitzer	4
2.3 Zu Abb. 3 : Direkter Kreislauf, Reaktor als Zwischenüberhitzer geschaltet	6
2.4 Zu Abb. 4 : Indirekter Kreislauf	8
3. Theoretische Grundlagen	10
3.1 Berechnung der Expansionslinien	13
3.2 Berechnung der Anzapfstellen im Heißdampf- gebiet für MD- und ND-Teil	17
3.3 Berechnung der Vorwärmstrecke	20
3.4 Wärme- und Mengenbilanzen für den Kühl- kreislauf	23
3.5 Berücksichtigung der Wärmeverluste	28
3.6 Verwendete Bezeichnungen	29
4. Organisatorischer Aufbau des Programmes	34
4.1 Allgemeines	34
4.2 Kurzbeschreibung des Programmaufbaues	34
5. Hinweise für die Benutzung des Programmes	42
5.1 Allgemeine Hinweise zur Verwendbarkeit des Programmes	42
5.2 Eingabe	46
5.3 Ausgabe	52
5.4 Erläuterung der möglichen Fehlermeldungen	55

	<u>Seite:</u>
5.5 Zugehörige Unterprogramme	57
5.6 Speicherplatzbedarf und Rechenzeit	60
6. Literatur	61
<hr/>	
7. Anhang	62
7.1 Demonstrationsbogen für die Ausgabe	62
7.2 FØRTRAN-Listen des MAINPRØG und der zugehörigen Unterprogramme	65

## 1. Einleitung

Die Berechnung und optimale Auslegung von Kühlkreisläufen moderner Kernkraftwerke ist wegen der Vielfältigkeit der möglichen Schaltungsvarianten ein zeitaufwendiges Problem, sofern dies nicht unter Zuhilfenahme elektronischer Rechenmaschinen gelöst wird.

Es wurde daher ein elektronisches Rechenprogramm zur Berechnung der thermodynamischen Kreisprozesse und der Netto-Wirkungsgrade für verschiedene Konzeptionen von Kühlkreisläufen dampf- und gasgekühlter Kernreaktoren erstellt, um ein breites Spektrum von möglichen Schaltungsvarianten untersuchen zu können.

Um die Forderung nach einem möglichst universellen Programm wenigstens teilweise zu erfüllen, mußten zunächst bei der Berechnung des thermodynamischen Kreisprozesses Näherungslösungen angesetzt werden, z.B. die Annahme des geradlinigen Expansionsverlaufes in der Turbine.

Die angesetzten Näherungen erscheinen jedoch im Rahmen der geführten Untersuchung als erlaubt, da für die Auswahl eines ganz bestimmten Konzeptes die optimalen Tendenzen und nicht die absoluten Werte entscheidend sind. Sie erscheinen auch dann noch vertretbar, wenn man voraussetzt, daß dieses Programm ein Baustein für ein umfangreiches Programmsystem ist, das nach seiner Fertigstellung unter Einbeziehung des nuklearen, des thermodynamischen und des strukturellen Core-Berechnungsprogrammes eine integrale Gesamtberechnung des Kühlkreises für ein Kernkraftwerk ermöglichen wird.

Da sich im Laufe der Entwicklung und Projektierung ständig neue Gesichtspunkte zur Auslegung der Kühlsysteme von Kernreaktoren ergeben, ist eine laufende dynamische Veränderung dieses Programmes zu erwarten.

## 2. Kurzbeschreibung der Wärmeschaltpläne

Dem Rechenprogramm wurden die in den Abb.1 bis 4 dargestellten Wärmeschaltpläne zugrunde gelegt.

### 2.1 Zu Abb.1: Direkter Kreislauf

Das Reaktorkühlsystem der Abb.1 ist nach dem Prinzip des Löffler-Kreislaufes ausgebildet. Bei einem solchen System wird der Kühldampf außerhalb des Reaktors als Sattedampf erzeugt und im Reaktor überhitzt. Der überwiegende Teil des überhitzten Dampfes dient zur Erzeugung neuen Sattedampfes, der Rest dient zur Leistungserzeugung.

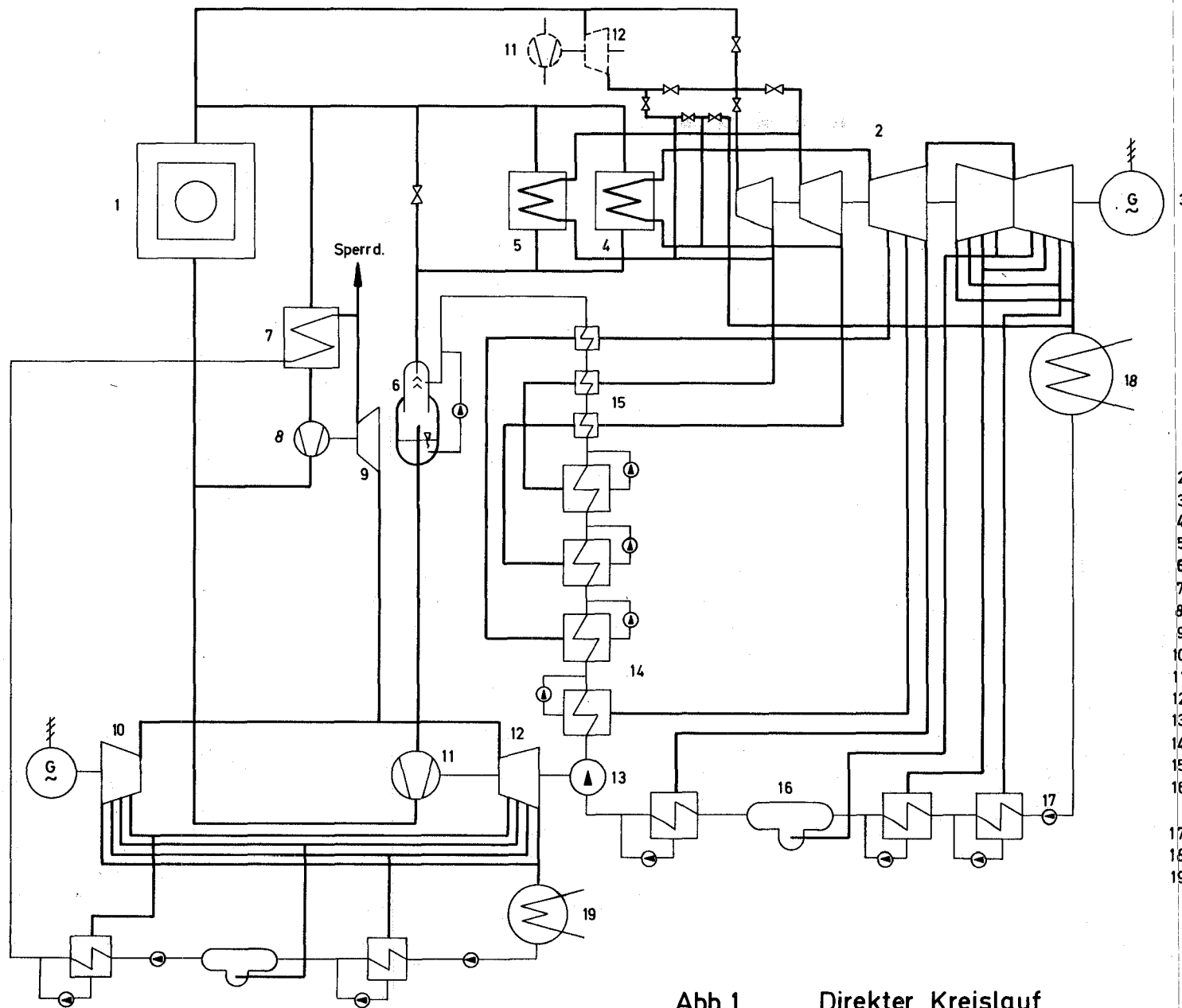
Der aus dem Reaktor austretende Heißdampfstrom wird daher in drei Teilströme aufgeteilt. Der mengenmäßig größte Anteil strömt direkt zu den Löffler-Kesseln bzw. Einspritzdampferzeugern und je nach Wahl des Systemdruckes teilweise noch über die Zwischenüberhitzer und dann zu den Dampferzeugern. Der auf diese Weise den Dampferzeugern zugeführte Heißdampf wird durch Einspritzen von Speisewasser in Sattedampf umgewandelt.

Die Gebläse (11) fördern den Dampfstrom aus den Dampferzeugern zum Reaktor zurück.

Der nächstgrößere Anteil des aus dem Reaktor austretenden Primärdampfes wird direkt zur Nutzleistungsturbine geleitet. Je nach Frischdampfzustand und Wahl der Schaltung erfolgt im Laufe der Expansion eine zweifache, einfache oder keine Zwischenüberhitzung, bzw. eine Zwischentrocknung, bei Prozessen mit Frischdampfdrücken über 120 ata.

Zur Verbesserung des thermodynamischen Prozeßwirkungsgrades ist eine regenerative Speisewasservorwärmung mit einer, je nach den vorliegenden Bedingungen, frei wählbaren Anzahl von Vorwärmern vorgesehen. Die Anzahl der möglichen Enthitzer, die der letzten Vorwärmstufe vorzuschalten sind, errechnet sich aus den vorliegenden Dampfbedingungen.





- 1 Reaktor
- 2 Hauptturbine
- 3 Generator
- 4 1. Zwischenüberhitzer
- 5 2. Zwischenüberhitzer
- 6 Einspritzdampferzeuger
- 7 Sekundärdampferzeuger
- 8 Gebläse Nebenkühlkreis
- 9 Gebläseturbine Nebenkühlkreis
- 10 Hausturbine
- 11 Gebläse Hauptkühlkreis
- 12 Gebläseturbine Hauptkühlkreis
- 13 Hauptspeisepumpe
- 14 Vorwärmer
- 15 Enthitzer
- 16 Speisewasserbehälter mit Entgaser
- 17 Kondensatpumpe
- 18 Kondensator Hauptturbine
- 19 Kondensator Gebläse- und Hausturbine

Abb.1 Direkter Kreislauf

Der dritte Teilstrom dient zur Erzeugung nichtradioaktiven Sekundärdampfes in einem Oberflächendampferzeuger.

Der annähernd mit Sattedampfbedingungen aus den Oberflächendampferzeugern (Hilfsdampferzeuger) austretende Primärdampf wird durch das Hilfsgebläse in den Hauptkühlmittelstrom vor dem Reaktor zurückgefördert.

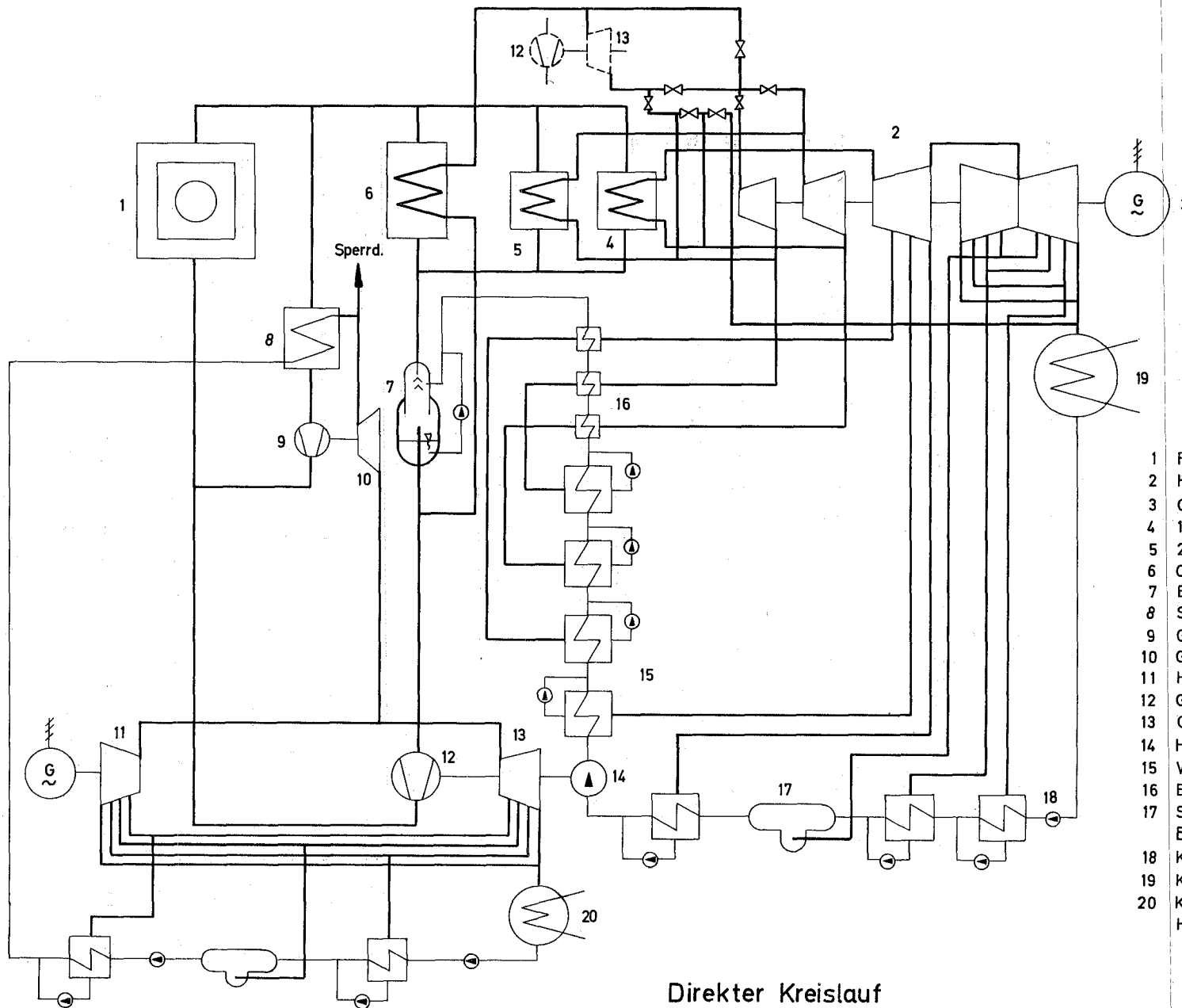
Der erzeugte nichtradioaktive Sekundärdampf dient zum Antrieb der Hauptgebläseturbinen, der Hilfsgebläseturbinen und der Hausturbine. Zusätzlich wird er als Sperrdampf in den Labyrinthen der Komponenten verwendet, die mit radioaktivem Dampf beaufschlagt werden.

Zusätzlich sind bei dem in Abb.1 gezeigten Kühlkreislauf folgende Schaltungsvarianten möglich:

1. Die Gebläseantriebsturbine (12) kann der Hauptturbine (2) als Gegendruckmaschine vor- und parallel geschaltet werden.
2. Die Gebläseantriebsturbine (12) kann der Hauptturbine (2) als Kondensationsmaschine parallel geschaltet werden.
3. Die Hausturbine (10) ist eliminierbar. In diesem Fall wird die zu erzeugende Leistung für die Eigenverbraucher von der Hauptturbine mit erzeugt.
4. Der Einspritzdampferzeuger (6) kann zur Sattedampferzeugung durch überschüssig eingespritztes Speisewasser, aber auch zur Erzeugung leicht überhitzten Frischdampfes verwendet werden.

## 2.2 Zu Abb. 2: Direkter Kreislauf mit zwischengeschaltetem Einspritzdampferzeuger und Oberflächenüberhitzer

Das Reaktorkühlsystem der Abb.2 ist eine Modifizierung des Systems in Abb.1



- 1 Reaktor
- 2 Hauptturbine
- 3 Generator
- 4 1. Zwischenüberhitzer
- 5 2. Zwischenüberhitzer
- 6 Oberflächenüberhitzer
- 7 Einspritzdampferzeuger
- 8 Sekundärdampferzeuger
- 9 Gebläse Nebenkühlkreis
- 10 Gebläseturbine Nebenkühlkreis
- 11 Hausturbine
- 12 Gebläse Hauptkühlkreis
- 13 Gebläseturbine Hauptkühlkreis
- 14 Hauptspeisepumpe
- 15 Vorwärmer
- 16 Enthitzer
- 17 Speisewasserbehälter mit Entgaser
- 18 Kondensatpumpe
- 19 Kondensator Hauptturbine
- 20 Kondensator Gebläse- und Hausturbine

Abb. 2 Direkter Kreislauf mit zwischengeschaltetem Einspritzdampferzeuger und Oberflächenüberhitzer

Während beim direkten Kreislauf der aus dem Reaktor austretende Frischdampf unmittelbar zur Turbine geleitet wird, durchströmt er bei diesem System zunächst einen Oberflächenüberhitzer und überträgt hierbei einen Teil seiner Überhitzungswärme an den zur Turbine strömenden Frischdampf. Dieser wird im Einspritzdampferzeuger (7) als Satttdampf aus den primären Dampfströmen des Oberflächenüberhitzers und der Zwischenüberhitzer durch Speisewassereinspritzung gewonnen.

Zweck dieser modifizierten Systeme ist die teilweise Separierung der im primären Dampfstrom mitgeführten Reaktivitäten in der Wasserphase.

Darüber hinaus sind alle zur Abb.1 bereits erläuterten Schaltungsversionen möglich.

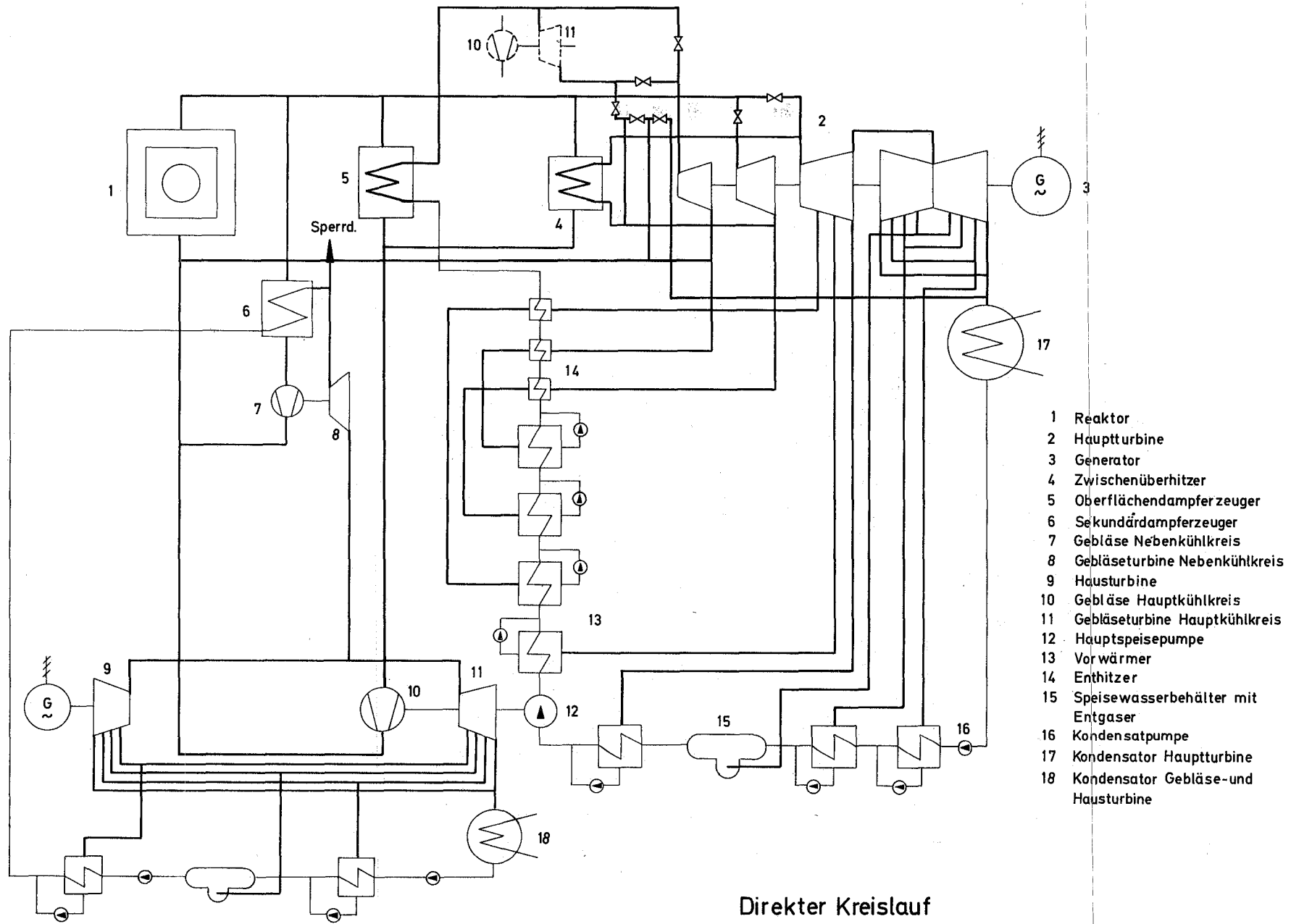
### 2.3 Zu Abb.3: Direkter Kreislauf, Reaktor als Zwischenüberhitzer geschaltet

Dieses Reaktorkühlsystem ermöglicht die Schaltung des Reaktors als Zwischenüberhitzer und damit die Ausnutzung des besseren Bruteffektes bei geringeren Dampfdichten.

Der im Oberflächendampferzeuger (5) erzeugte Frischdampf beliebigen Druckes, wird zunächst im HD-Teil der Turbine entspannt und dann zum Reaktor zur Überhitzung zurückgeleitet. Vor Reaktoreintritt werden jedoch noch die Dampfströme aus den Oberflächendampferzeugern (5) und (6) zugemischt.

Der aus dem Reaktor austretende überhitzte Dampfstrom wird dann wiederum in verschiedene Teilströme nach dem bereits bei Abb.1 beschriebenen Prinzip aufgeteilt, wobei in diesem Falle die Durchsatzmenge durch den Oberflächendampferzeuger gleich der Durchsatzmenge durch den Löfflerkessel zu setzen ist. Für überkritische Frischdampfdrücke ist eine nochmalige Zwischenüberhitzung im Oberflächenüberhitzer (4) möglich.

Darüber hinaus sind alle zur Abb.1 bereits erläuterten Schaltungsversionen möglich. Ausgenommen ist jedoch in diesem



- 1 Reaktor
- 2 Hauptturbine
- 3 Generator
- 4 Zwischenüberhitzer
- 5 Oberflächendampferzeuger
- 6 Sekundärdampferzeuger
- 7 Gebläse Nebenkühlkreis
- 8 Gebläseturbine Nebenkühlkreis
- 9 Hausturbine
- 10 Gebläse Hauptkühlkreis
- 11 Gebläseturbine Hauptkühlkreis
- 12 Hauptspeisepumpe
- 13 Vorwärmer
- 14 Enthitzer
- 15 Speisewasserbehälter mit Entgaser
- 16 Kondensatpumpe
- 17 Kondensator Hauptturbine
- 18 Kondensator Gebläse- und Hausturbine

Abb. 3

Direkter Kreislauf  
Reaktor als Zwischenüberhitzer geschaltet

Falle die Zwischentrocknung.

#### 2.4 Zu Abb.4: Indirekter Kreislauf

Dieses Reaktorkühlsystem stellt ein echtes Zweikreissystem dar, mit der Möglichkeit, in den getrennten primären und sekundären Kühlkreisen verschieden hohe Dampfdrücke zu realisieren.

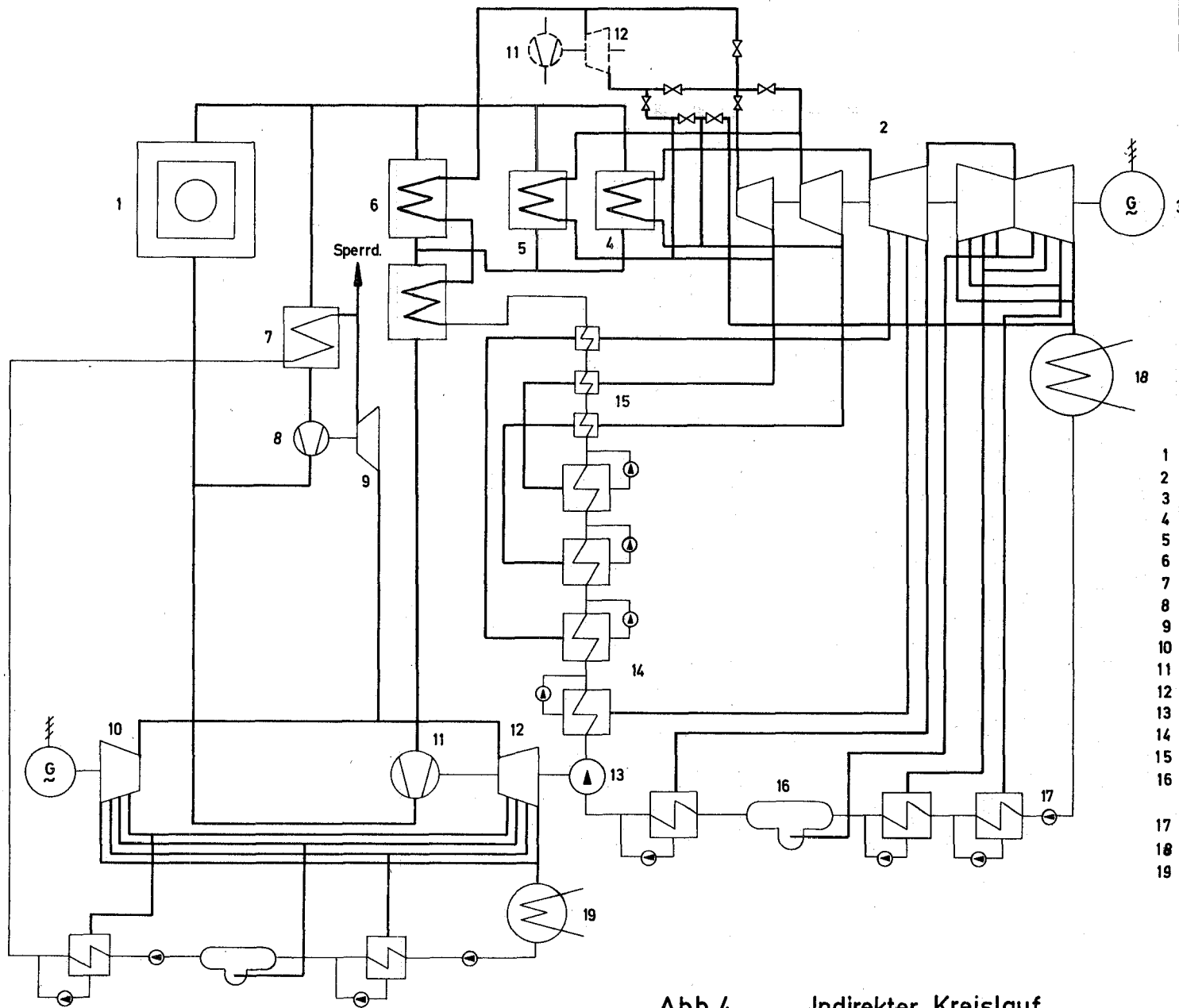
Er besteht aus dem aktiven Primärkreis, gebildet aus Reaktor, Oberflächendampferzeuger, Zwischenüberhitzer und Gebläse(11) und dem nichtaktiven Sekundärkreis mit der Hauptturbine(2) und der Vorwärmstrecke.

Der aus dem Reaktor austretende Primärdampf wird in der Regel in drei Dampfströme aufgeteilt.

Der mengenmäßig größte Anteil durchströmt den Oberflächendampferzeuger (6) und dient zur Erzeugung nichtaktiven Sekundärdampfes zur Beaufschlagung der Hauptturbine (2).

Je nach Wahl des Frischdampfdruckes und der damit erforderlichen Zwischenüberhitzungen, werden die Zwischenüberhitzer (4) und (5) von einer entsprechenden Dampfmenge durchströmt. Diese wird nach Austritt aus den Zwischenüberhitzern dem Primärdampfstrom durch den Oberflächendampferzeugern wieder zugemischt. Aus funktionellen Gründen wurde auch bei dieser Anlage der primäre Hilfskreis der Abb. 1 beibehalten.

Es sind alle, **zur** Abb.1 beschriebenen Schaltungsvarianten möglich. Ausgenommen ist jedoch auch in diesem Falle die Zwischentrocknung.



- 1 Reaktor
- 2 Hauptturbine
- 3 Generator
- 4 1.Zwischenüberhitzer
- 5 2.Zwischenüberhitzer
- 6 Oberflächendampferzeuger
- 7 Sekundärdampferzeuger
- 8 Gebläse Nebenkühlkreis
- 9 Gebläseturbine Nebenkühlkreis
- 10 Hausturbine
- 11 Gebläse Hauptkühlkreis
- 12 Gebläseturbine Hauptkühlkreis
- 13 Hauptspeisepumpe
- 14 Vorwärmer
- 15 Enthitzer
- 16 Speisewasserbehälter mit Entgaser
- 17 Kondensatpumpe
- 18 Kondensator Hauptturbine
- 19 Kondensator Gebläse- und Hausturbine

Abb.4 Indirekter Kreislauf

### 3. Theoretische Grundlagen

Als Berechnungsgrundlage für den thermodynamischen Kreisprozeß gelten die bekannten Beziehungen der Thermodynamik [1], [2], [3], sowie die Stoffwerte und Zustandsgrößen für das Arbeitsmedium. D.h. die Stoffwerte und Zustandsgrößen für Wasser und Wasserdampf müssen im gesamten technisch wichtigen Bereich - dies ist in etwa der Gültigkeitsbereich der VDI-Wasserdampf tafeln - in geeigneter Form zur Verwendung auf elektronischen Rechenmaschinen zur Verfügung stehen.

In diesem Fall konnte auf bereits vorhandene elektronische Rechenprogramme zur Berechnung der Stoffwerte und der Zustandsgrößen von Wasser und Wasserdampf [6] zurückgegriffen werden.

Die im Programm eingebauten thermodynamischen Beziehungen bzw. aufgestellten Wärmebilanzen sollen im folgenden für den allgemeinen Fall einer 2-fachen Zwischenüberhitzung bzw. für den Fall ohne Zwischenüberhitzung mit Zwischentrocknung angegeben werden (s. Abb. 5 und 6).



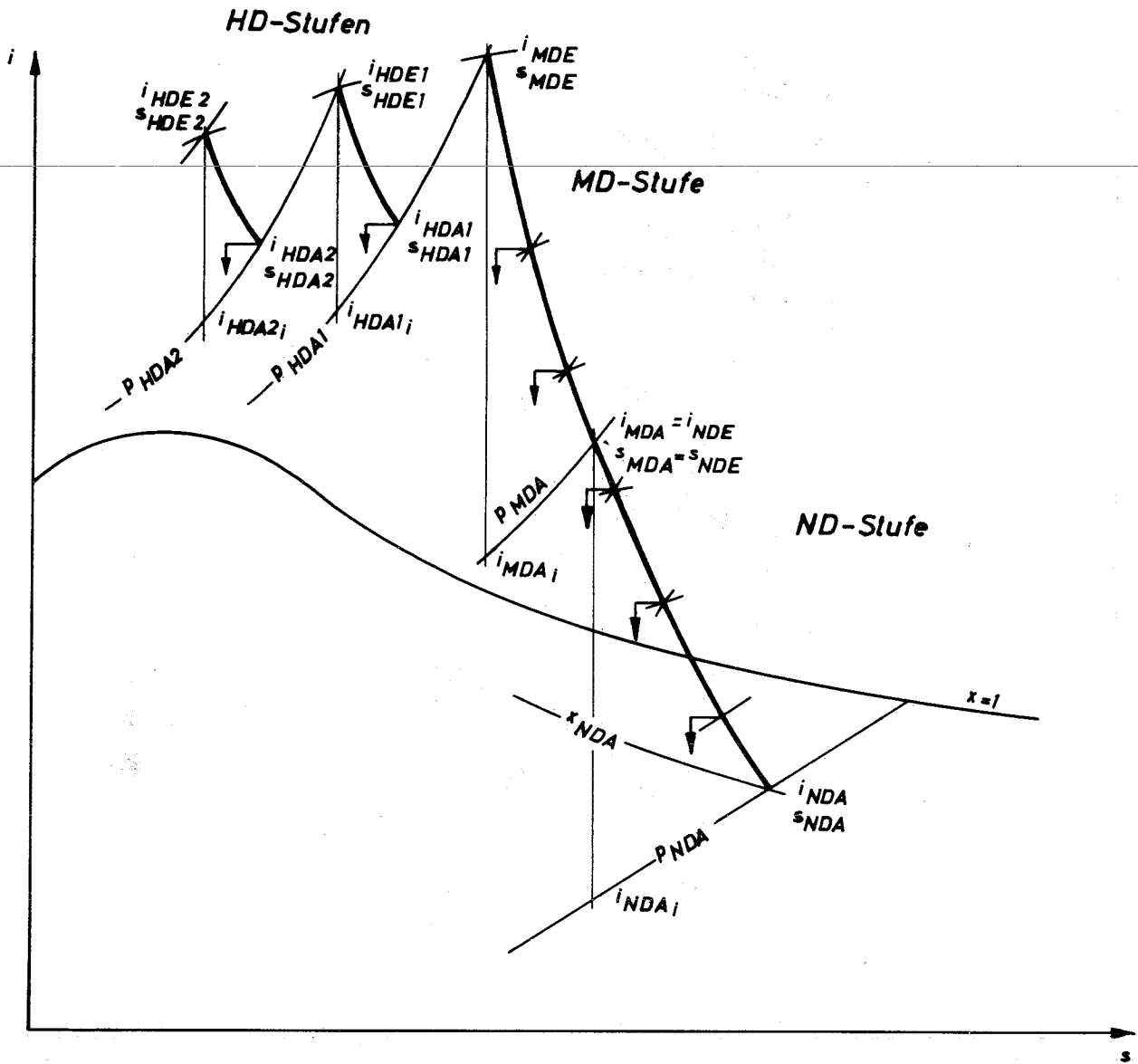


Abb. 5 Schematischer Expansionsverlauf bei 2-facher Zwischenüberhitzung im  $i$ - $s$ -Diagramm

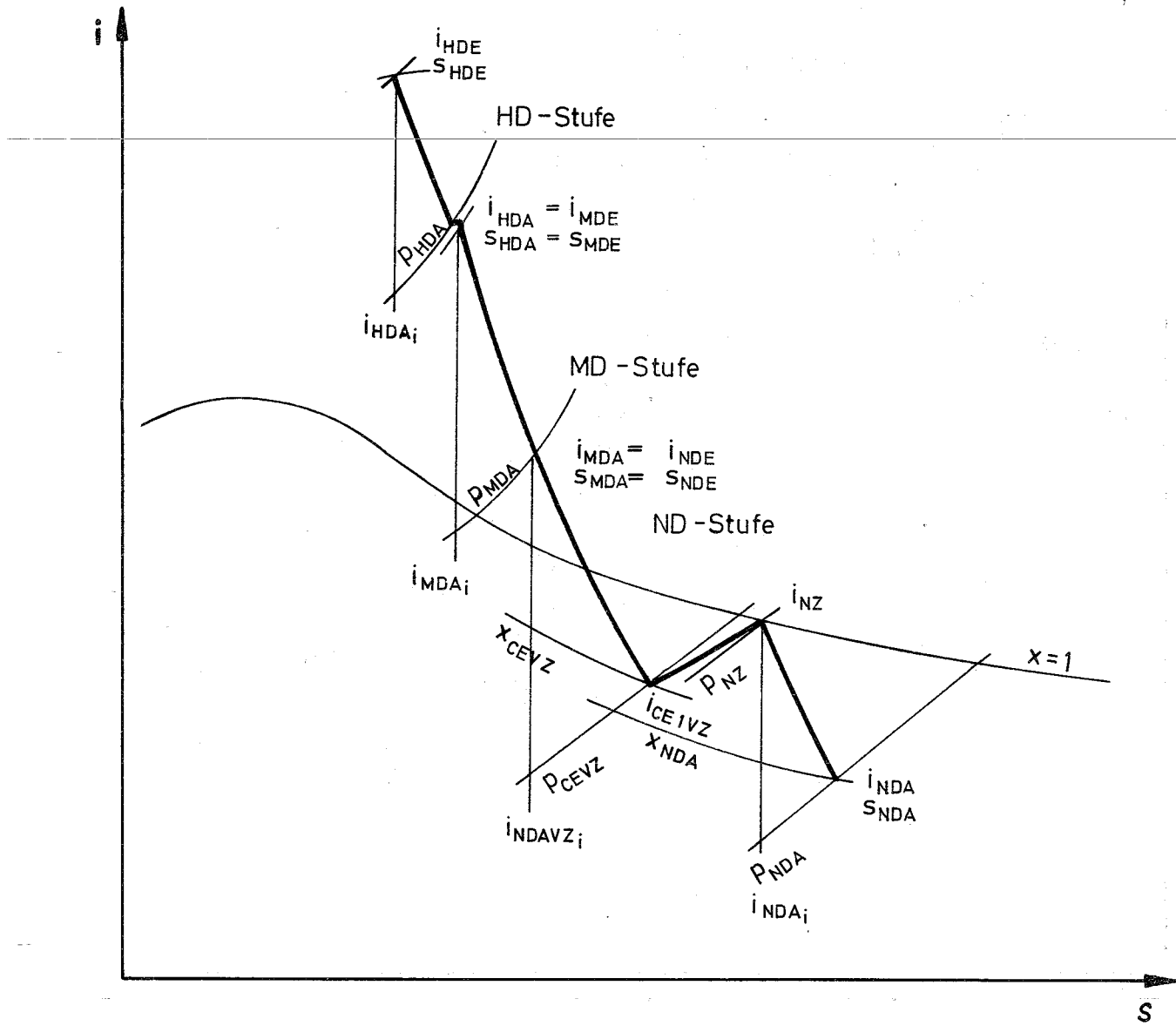


Abb. 6 Schematischer Expansionsverlauf mit Zwischentrocknung im  $i$ - $s$ -Diagramm

### 3.1 Berechnung der Expansionslinien

Zur Vereinfachung des Rechenschemas wird der Expansionsverlauf im HD-, MD- und ND-Teil der Turbine linearisiert, d.h. in den einzelnen Druckteilen der Turbine wird der polytrope Expansionsverlauf, der sich im i-s-Diagramm als leicht gekrümmter Linienzug darstellt (s. Abb. 5), als Gerade betrachtet.

Die verschiedenen Steigungen der Teilexpansionslinien, z.B. im HD-Teil, sind durch die zugeordneten, jeweils als Eingabegrößen vorgegebenen, mittleren inneren Wirkungsgrade für die entsprechenden Druckteile der Turbine bestimmt. Der Zustand des Arbeitsmediums am Ende einer Teilexpansion, z.B. im ersten HD-Teil (s. Abb. 5), wird aus folgender Beziehung berechnet:

$$i_{\text{HDA}2} = i_{\text{HDE}2} - \eta_{i_{\text{HD}2}} (i_{\text{HDE}2} - i_{\text{HDA}2_i}) \dots \dots \dots (1)$$

Darin wird die Enthalpie  $i_{\text{HDA}2_i}$  am Ende der isentropen Expansion auf folgende Weise gefunden:

Mit Hilfe der Iterations-Funktion  $T = \text{TPS}(P, S)$  [6] wird zunächst die isentrope Expansionstemperatur  $T_{\text{HDA}2_i}$  errechnet, u.zw. aus  $P_{\text{HDA}2}$  und  $S_{\text{HDE}2}$ . Diese Größen sind durch die Eingabewerte bestimmt. Die Enthalpie  $i_{\text{HDA}2_i}$  kann nun mit der Funktion  $i = \text{HDI}(P_{\text{HDA}2}, T_{\text{HDA}2_i})$  berechnet werden.

Da in der Regel im HD-Teil keine Anzapfung zur regenerativen Speisewasservorwärmung vorgenommen wird, ist die Bestimmung der Expansionsgleichung nur für den MD- und ND-Teil erforderlich.

Gleichung der Expansionslinie im MD- und ND-Teil

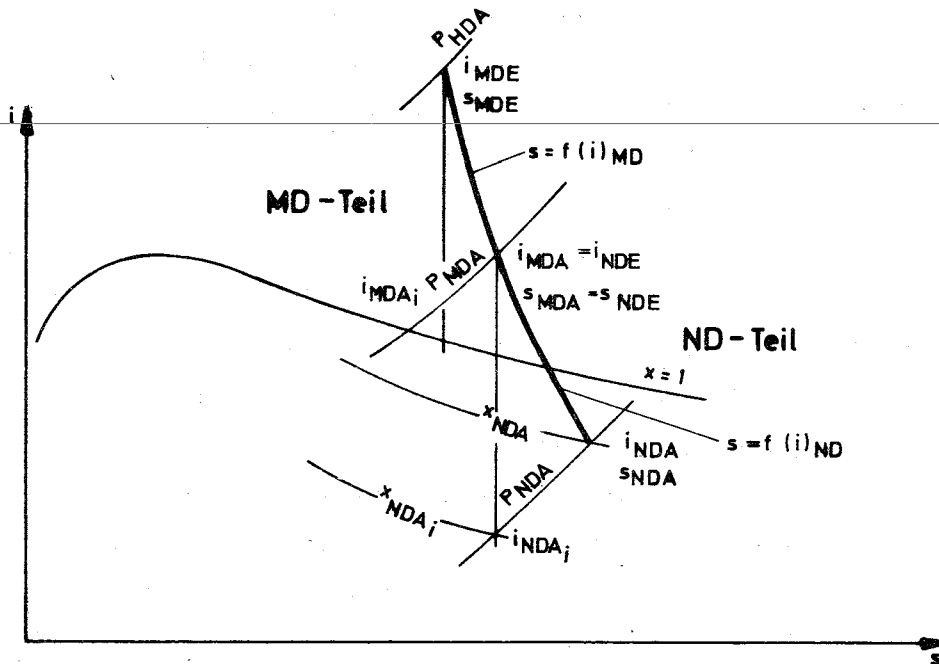


Abb. 7

Zur Ermittlung der Zustandsgrößen am Ende des MD- bzw. ND-Teiles wird das gleiche Verfahren angewandt, wie es im Abschnitt vorher für den HD-Teil beschrieben wurde.

Die Gleichung der Geraden  $s = f(i)$  im MD-Teil ergibt nach der 2-Punkteform folgenden Ausdruck:

$$s = s_{MDA} \left( 1 - \frac{i - i_{MDA}}{i_{MDE} - i_{MDA}} \right) + \frac{i - i_{MDA}}{i_{MDE} - i_{MDA}} \cdot s_{MDE} \dots \dots (2')$$

Für die Gleichung im Heißdampfgebiet des ND-Teiles ergibt sich analog:

$$s = s_{NDA} \left( 1 - \frac{i - i_{NDA}}{i_{NDE} - i_{NDA}} \right) + \frac{i - i_{NDA}}{i_{NDE} - i_{NDA}} \cdot s_{NDE} \dots \dots (3)$$

Im Naßdampfgebiet des ND-Teiles ergibt sich unter Berücksichtigung der Dampfefeuchte folgende Beziehung:

$$s = \left( s' + \frac{i_{NDA} - i'}{i'' - i'} \right) (s'' - s') \cdot \left( 1 - \frac{i - i_{NDA}}{i_{NDE} - i_{NDA}} \right) + \frac{i - i_{NDA}}{i_{NDE} - i_{NDA}} \cdot s_{NDE} \dots \dots (4)$$

Die Werte  $s'$ ,  $i'$  und  $s''$  sind auf den Kondensatorzustand bei  $x = 0 \hat{=}'$  und  $x = 1 \hat{=}''$  zu beziehen.

Zur exakten Abgrenzung der Gültigkeitsbereiche beider Formeln muß der Schnittpunkt der Grenzkurve  $x = 1$  mit der Expansionslinie im ND-Teil ermittelt werden. Dabei wird vorausgesetzt, daß dieser Schnittpunkt immer im ND-Teil liegt.

Aufgrund dieser Annahme ist die Gleichung der Expansionslinie für das Heißdampfgebiet des ND-Teiles der erste geometrische Ort für den Schnittpunkt. Um nun in explizierter Form eine Schnittpunktgleichung anschreiben zu können, müßte die Gleichung der Sättigungslinie ebenfalls

in der Form  $s_G = f(i)$  bekannt sein.

Da eine solche Gleichung jedoch nicht existiert, muß ein geeignetes Iterationsverfahren zur Bestimmung des Schnittpunktes angewandt werden. Diesem Iterationsverfahren liegt folgendes Schema zugrunde:

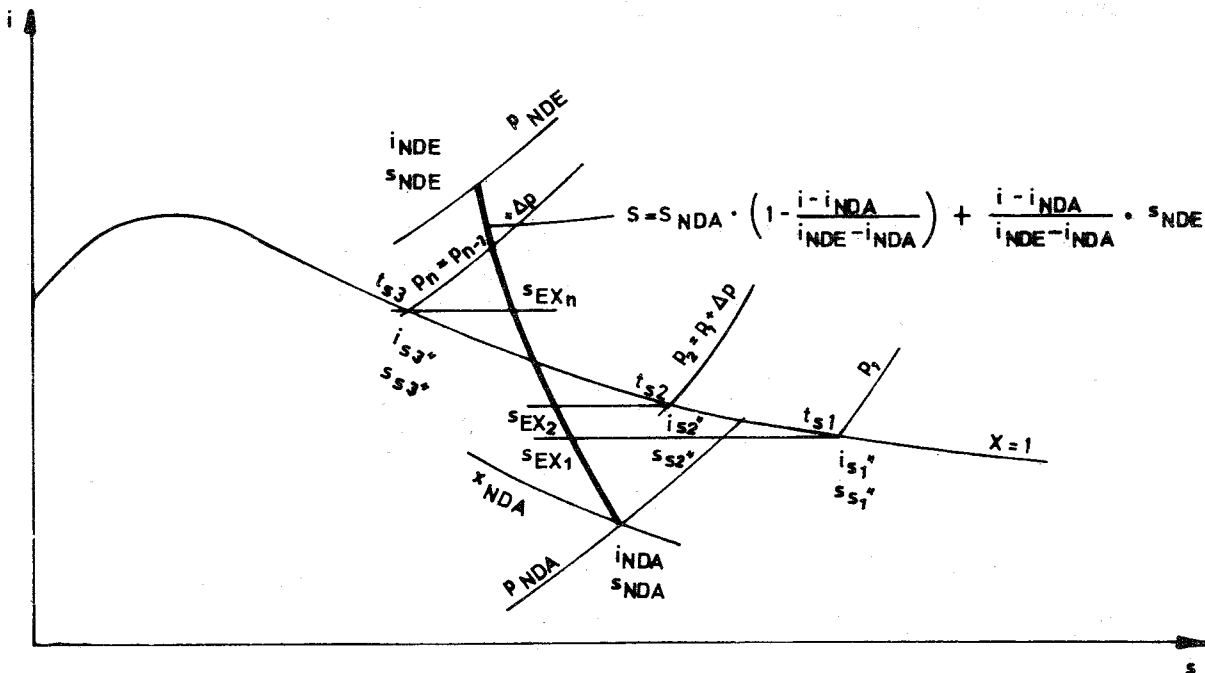


Abb. 8

Ausgehend von einem Druck  $p_1 < p_{NDA}$  kann mit Hilfe der Gleichung für die Sättigungslinie  $t_s = f(p_1)$ , die dem Punkt  $p_1$  zugehörige Sättigungstemperatur  $t_{s1}$  ermittelt werden.

Damit sind die zugehörigen Werte für Entropie und Enthalpie im Sättigungszustand ( $s_{s1}''$  und  $i_{s1}''$ , s. Abb. 8) über die Funktionen  $s = f(p, t)$  und  $i = f(p, t)$  bestimmbar. Wird nun  $i_{s_n}''$  für die Variable  $i$  in die Gleichung der

Expansionslinie (s. Abb. 8) substituiert, so ist ein  $s_{Ex1}$  bis  $s_{Exn}$  bei konstanter Schrittweite  $\Delta p$  zu bestimmen und mit dem  $s_{sn}''$  zu vergleichen.

Wird  $s_{sn}'' > s_{Exn}$  so ist von  $p_n$  ein  $\Delta p$  zu subtrahieren und mit verkleinerter Schrittweite für  $\Delta p$  von der Isobaren  $p = p_n - \Delta p_{alt}$  von neuem hoch zu rechnen.

Das Iterationsverfahren wird abgebrochen, wenn  $\Delta p \leq 10^{-4}$  geworden ist.

### 3.2 Berechnung der Anzapfstellen im Heißdampfgebiet für MD-u. ND-Teil

Ausgehend von der Enthalpie des Speisewassers am Austritt der n-ten Vorwärmstufe, wird unter Berücksichtigung einer vorgegebenen Temperaturdifferenz im n-ten Vorwärmer - diese ist abhängig von der Höhe der Speisewassertemperatur in der n-ten Vorwärmstufe - und eines entsprechenden Druckabfalles, der Anzapfdruck  $p_A$  bestimmt.

Zur Ermittlung der Zustandsgrößen für die Anzapfstelle muß aber zusätzlich noch die Temperatur  $t_A$  bekannt sein. Diese wird mit Hilfe des nachfolgend beschriebenen Iterationsverfahrens gefunden.

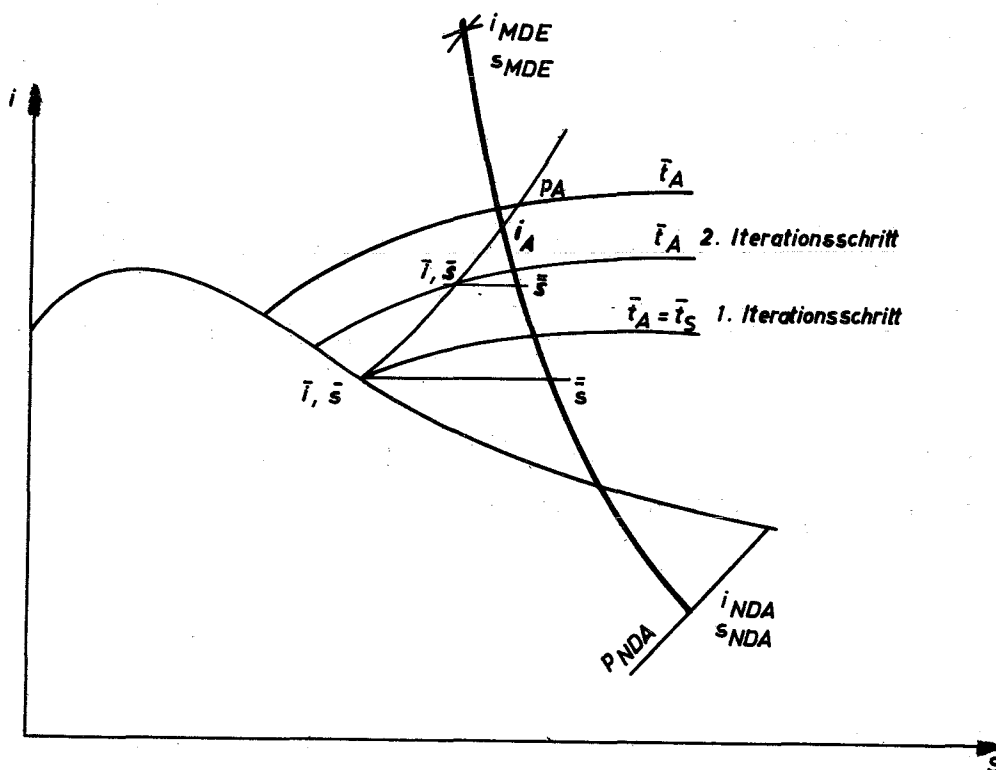


Abb. 9

Für den Anzapfdruck  $p_A$  wird im 1. Iterationsschritt die zugehörige Sättigungstemperatur  $\bar{t}_s = \bar{t}_A = f(p_A)$  bestimmt. Daraus folgt eine Enthalpie  $\bar{i}$  und eine Entropie  $\bar{s}$ . Wird nun  $\bar{i}$  in (3) substituiert, so läßt sich ein  $\bar{s}$  auf der Expansionslinie ermitteln, daß mit  $\bar{s}$  zu vergleichen ist. Wird eine unzulässig hohe Differenz zwischen  $\bar{s}$  und  $\bar{s}$  ermittelt, muß ein weiterer Iterationsschritt mit einer, um ein  $\Delta t$  erhöhten Temperatur  $\bar{t}_A$  eingeleitet werden. Das Verfahren wird abgebrochen, sobald die Differenz zwischen  $\bar{s}$  und  $\bar{s} \leq \epsilon$ , also  $\leq$  als der absolute Wert einer vorgegebenen maximalen Fehlertoleranz ist.

Zur Erläuterung dieses Iterationsverfahrens sei kurz gesagt, daß zunächst mit relativ großen Schritten für  $\Delta t$  die Lage des Schnittpunktes eingegrenzt wird. Im weiteren Verlauf der Iteration werden dann die Schrittweiten sukzessive verringert.

Dieses etwas aufwendige Verfahren braucht im Naßdampfgebiet nicht angewendet zu werden, da hier eine exakte Bestimmung der Anzapfstelle mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Gleichungen möglich ist.

Im Naßdampf gilt:

$$i_A = i' + x (i'' - i') \dots \dots \dots (5)$$

$$s_A = s' + x (s'' - s') \dots \dots \dots (6)$$

Die Werte  $s'$ ,  $i'$  und  $s''$ ,  $i''$  sind auf den Sättigungszustand im Anzapfpunkt zu beziehen.



Durch Substitution der nach x aufgelösten Gleichung (5) in (6) erhält man für  $s_A$

$$s_A = \frac{i_A - i'}{i'' - i'} \cdot (s'' - s') + s' \dots \dots \dots (7)$$

eine Gleichung in der Form  $s = f(i)$  für die Isobare der Anzapfstelle im Naßdampfgebiet.

Setzt man nun (7) gleich (4) und löst diese Gleichung nach  $i_A$  auf, so erhält man folgenden Ausdruck:

$$i_A = \frac{\left( s' + \frac{i_{NDA} - i'}{i'' - i'} (s'' - s') \right) \left( 1 + \frac{i_{NDA}}{i_{NDE} - i_{NDA}} \right)}{\frac{s'' - s'}{i'' - i'} + \frac{s' + \frac{i_{NDA} - i'}{i'' - i'} (s'' - s') - s_{NDE}}{i_{NDE} - i_{NDA}}}$$

$$= \frac{\frac{i_{NDA} \cdot s_{NDE}}{i_{NDE} - i_{NDA}} + i \cdot \frac{s'' - s'}{i'' - i'} - s'}{\dots \dots \dots} \quad (8)$$

$$\frac{s'' - s'}{i'' - i'} + \frac{s' + \frac{i_{NDA} - i'}{i'' - i'} (s'' - s') - s_{NDE}}{i_{NDE} - i_{NDA}}$$

### 3.3 Berechnung der Vorwärmstrecke

Zur optimalen Auslegung einer Vorwärmstrecke [4], [5] sind umfangreiche Untersuchungen über die günstigste Schaltung der einzelnen Elemente wie Vorwärmer, Ent - hitzer und Kondensatorkühler, sowie die Kenntnis der genauen Auslegungsdaten der Turbine und des gesamten Kühlkreises erforderlich. Es ist daher einzusehen, daß in diesem Programm nicht die letzten Feinheiten der regenerativen Speisewasservorwärmung berücksichtigt wurden, zumal eine nicht optimale Schaltung der Vorwärmanlage nur geringen Einfluß auf den Gesamtwirkungsgrad der Anlage hat; zum anderen dadurch auch keine Verfälschung der nachzuweisenden Tendenzen zu erwarten ist. Es wurde aufgrund dieser Überlegung die in Abb.10 gezeigte Schaltung gewählt.

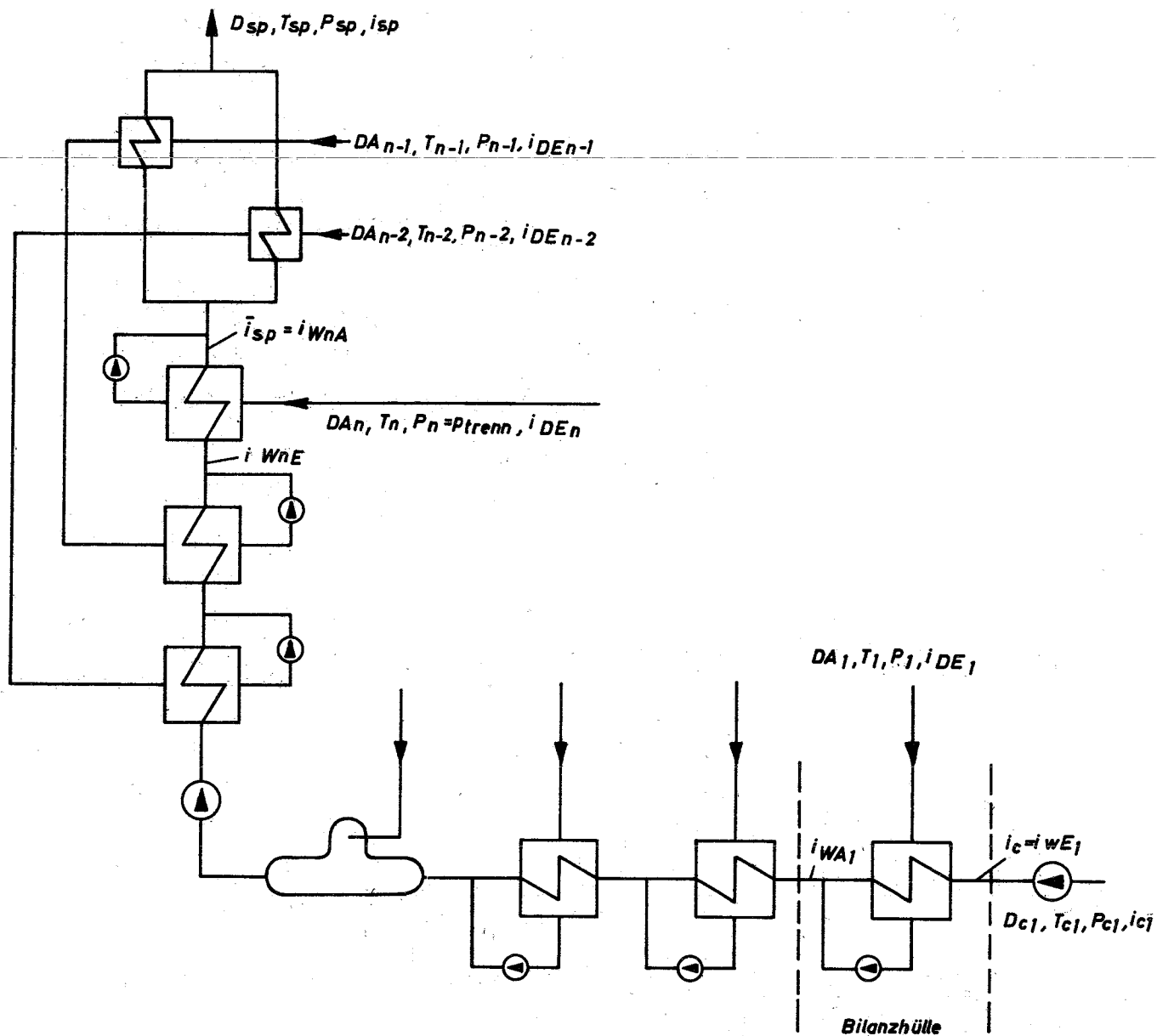


Abb. 10 Wärmeschaltplan der Vorwärmanlage

Stellt man nun für eine Bilanzhülle, in Abb. 10 gestrichelt eingezeichnet, die Wärmebilanz auf, so ergibt die nach  $DA_n$  aufgelöste Gleichung folgenden Ausdruck:

$$D_{A1} = D_{e1} \frac{i_{WA1} - i_{WE1}}{i_{DAE1} - i_{WA1}} = D_{e1} \frac{\Delta i_{W1}}{\Delta i_{DW1}}$$

$$D_{A2} = D_{e1} \left( 1 + \frac{\Delta i_{W1}}{\Delta i_{DW1}} \right) \cdot \frac{\Delta i_{W2}}{\Delta i_{DW2}} \dots \dots \dots (9)$$

$$D_{A3} = D_{e1} \left[ 1 + \frac{\Delta i_{W1}}{\Delta i_{DW1}} + \left( 1 + \frac{\Delta i_{W1}}{\Delta i_{DW1}} \right) \frac{\Delta i_{W2}}{\Delta i_{DW2}} \right] \cdot \frac{\Delta i_{W3}}{\Delta i_{DW3}}$$

Für den Durchsatz des n-ten Vorwärmers ergibt sich dann:

$$D_{An} = (D_{e1} + D_{A1} + D_{A2} + \dots \dots \dots + D_{An-1}) \frac{\Delta i_{Wn}}{\Delta i_{DWn}} \dots \dots (10)$$

Unter der Annahme, daß in jeder Vorwärmstufe die gleiche Enthalpiezunahme des Speisewassers erfolgt, gilt:

$$\Delta i_{W1} = \Delta i_{W2} = \Delta i_{Wn} = (\bar{i}_{sp} - i_e) \cdot \frac{1}{n} \dots \dots \dots (11)$$

### 3.4 Wärme- und Mengenbilanzen für den Kühlkreislauf

Zur Bestimmung des thermodynamischen Wirkungsgrades, der Durchsatzmengen und diskreter Zustandsgrößen für den gesamten Kühlkreis, müssen die entsprechenden Wärme- und Mengenbilanzen aufgestellt werden.

Für die in Abb. 1-4 dargestellten Wärmeschaltpläne verschiedener

Kühlkreisvarianten gilt folgendes Gleichungssystem:

#### Wärme- und Mengenbilanzen am Reaktor

Direkter Kreislauf, D1

$$Q_{RA} = D_R \cdot i_{RA} = Q_T + Q_{ZP1} + Q_{ZP2} + Q_L + Q_{HDP} \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$Q_{RE} = D_R \cdot i_{RE} = Q_{VA} + Q_{HGA} \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$D_R = D_T + D_{ZP1} + D_{ZP2} + D_{HDP} \quad \dots\dots\dots (14)$$

Direkter Kreislauf, Reaktor als Zwischenüberhitzer

$$Q_{RA} = D_R \cdot i_{RA} = Q_{TMD} + Q_{ZP1} + Q_{\phi D} + Q_{HDP} \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$Q_{RE} = D_R \cdot i_{RE} = Q_{VA} + Q_{HGA} + Q_{TAHD} \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$D_R = D_{TMD} + D_{ZP1} + D_{\phi DP} + D_{HDP} \quad \dots\dots\dots (17)$$

Direkter Kreislauf, mit zwischengeschaltetem Oberflächenüberhitzer und Einspritzdampferzeuger

Indirekter Kreislauf

$$Q_{RA} = D_R \cdot i_{RA} = Q_{\phi D} + Q_{ZP1} + Q_{ZP2} + Q_{HDP} \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$Q_{RE} = D_R \cdot i_{RE} = Q_{VA} + Q_{HGA} \quad \dots\dots\dots (19)$$

$$D_R = D_{\phi DP} + D_{ZP1} + D_{ZP2} + D_{HDP} \quad \dots\dots\dots (20)$$

Wärme- und Mengenbilanzen an der Hauptturbine

Mit und ohne Zwischenüberhitzung

$$Q_T = D_{SP} \cdot i_{TE} - D_{GTIP} (i_{GTE} - i_{GTA}) \cdot x_n + D_{ZS2} \cdot (i_{ZSA2} - i_{Misch}) + D_{ZS1} (i_{MDE} - i_{Misch}) - \left[ D_{e1} \cdot i_{TA1} + \sum_{n=1}^N D_{An} \cdot i_{An}(D_{e1}, x) \right] \dots \dots \dots (21)$$

Mit Zwischentrocknung

$$Q_T = D_{SP} \cdot i_{TE} - D_{GTIP} \cdot (i_{GTE} - i_{GTA}) \cdot (x_n + i_{ZSE1} \cdot x_3 + i_{MDA} \cdot x_2) + D_{ZS2} (i_{ZSA2} - i_{Misch}) + D_{ZS1} (i_{MDE} - i_{Misch}) + D_{VZT} \cdot x_{eEVZ} \cdot (i_{MDANZ} - i_{eEIVZ}) \cdot ZWT - D_{VZT} \cdot (1 - x_{eEVZ}) \cdot i_{eEIVZ} \cdot ZWT - \left[ D_{e1} \cdot i_{TA1} + \sum_{n=1}^N D_{An} \cdot i_{An}(D_{e1}, x) \right] \dots \dots \dots (22)$$

$$Q_T = \frac{(Q_{EL} + Q_{EIG})}{\eta_{MT} \cdot \eta_G \cdot \eta_u} \cdot K_1 + \frac{D_{e1} + D_{GTIP} + D_{VZT} (1 - x_{eEVZ}) \cdot ZWT + D_{e2}}{\eta_{MT} \cdot \eta_G \cdot \eta_u \cdot \eta_{PM\phi}} K_2 + \frac{D_{e1} + D_{GTIP} + D_{VZT} (1 - x_{eEVZ}) \cdot ZWT}{\eta_{MT} \cdot \eta_G \cdot \eta_u \cdot \eta_{INSP} \cdot \eta_{MNSP} \cdot \eta_{M\phi}} \cdot \Delta p_{ND} \cdot v_m \cdot K_3 + \frac{(D_{HDS} + D_{SPERRD}) \cdot \Delta p_{SHK} \cdot v_m \cdot K_3}{\eta_{MT} \cdot \eta_G \cdot \eta_u \cdot \eta_{INSP} \cdot \eta_{MNSP} \cdot \eta_{M\phi}} \dots \dots \dots (23)$$

$$D_{SP} = D_{e1} + \sum_{n=1}^N D_{An}(D_{SP}) + D_{GTIP} \cdot x_m + D_{VZT} \cdot (1 - x_{eEVZ}) \cdot ZWT \dots \dots \dots (24)$$

$$D_{TG} = D_{SP} - D_{GTIP} \cdot x_n \dots \dots \dots (25)$$

Wärme- und Mengenbilanzen an den Zwischenüberhitzern

$$Q_{ZP1} = D_{ZP1} (i_{ZPE1} - i_{ZPA1}) = D_{ZS1} (i_{ZSA1} - i_{ZSE1}) \dots \dots \dots (26)$$

$$D_{ZS1} = D_{e1} + (D_{e1} + D_{A1(Dsp)} + D_{A2(Dsp)} + \dots + D_{A_{n-2}})_{(Dsp)} \frac{\Delta i_{w_{n-1}}}{\Delta i_{DW_{n-1}}} + D_{GTIP} \cdot (x_2 - x_5) \dots \dots \dots (27)$$

$$Q_{ZP2} = D_{ZP2} (i_{ZPE2} - i_{ZPA2}) = D_{ZS2} (i_{ZSA2} - i_{ZSE2}) \dots \dots \dots (28)$$

$$D_{ZS2} = D_{e1} + (D_{e1} + D_{A1(Dsp)} + D_{A2(Dsp)} + \dots + D_{A_{n-3}})_{(Dsp)} \frac{\Delta i_{w_{n-2}}}{\Delta i_{DW-2}} - D_{GTIP} \cdot x_7 \dots \dots \dots (29)$$

Wärme- und Mengenbilanzen am Loeffler-Kessel

$$Q_L = D_L \cdot i_{LE} + D_{ZP1} \cdot i_{ZPA1} + D_{ZP2} \cdot i_{ZPA2} + D_{sp} \cdot i_{sp} \dots \dots \dots (30)$$

$$Q_L = (D_L + D_{ZP1} + D_{ZP2} + D_{sp}) \cdot i_{LA} \dots \dots \dots (31)$$

Wärme- und Mengenbilanzen am Sekundär-Dampferzeuger

$$Q_{HDP} = D_{HDP} \cdot (i_{HDE} - i_{HDA}) = (D_{HDS} + D_{sperr}) \cdot (i_{HDAS} - i_{HDES}) \dots \dots \dots (32)$$

$$D_{e2} = (D_{HDS} + D_{sperr}) - \sum_{n_H=1}^{N_H} D_{A_{nH}} \dots \dots \dots (33)$$

Wärme- und Mengenbilanzen am Oberflächendampferzeuger

$$Q_{\phi DP} = D_{\phi DP} (i_{DEP} - i_{DAP}) + D_{ZP1} (i_{ZPA1} - i_{DAP}) + D_{ZP2} (i_{ZPA2} - i_{DAP}) \dots \dots \dots (34)$$

$$Q_{\phi DS} = D_{SP} (i_{DAS} - i_{DES}) \dots \dots \dots (35)$$

Wärmebilanzen am Gebläse, der Gebläseantriebs- und der Hausturbine im sekundären Hilfskreis

$$Q_{GT} = (D_L + D_{ZP1} + D_{ZP2} + D_{SP}) \frac{\Delta p_V \cdot v_m \cdot K_3}{\eta_{MHAGT} \cdot \eta_{IHAG} \cdot \eta_{MHAG}} + \frac{D_{SP} \cdot (p_{SP} - \Delta p_{ND}) \cdot v_m \cdot K_3}{\eta_{MHAGT} \cdot \eta_{IHASP} \cdot \eta_{MHASP}} \dots \dots \dots (36)$$

$$Q_{HT} = \frac{(D_{e1} + D_{GTIP} \cdot x_n + (1 + \epsilon \phi_{NZWT})(1 - x_{eVZT}) \cdot ZWT) \Delta p_{ND} \cdot v_m \cdot K_3}{\eta_{MHAGT} \cdot \eta_{INSP} \cdot \eta_{MNSP} \cdot \eta_G \cdot \eta_u \cdot \eta_{M\phi}} + \frac{(D_{HDS} + D_{SPERR}) \Delta p_{SHK} \cdot v_m \cdot K_3}{\eta_{MHAGT} \cdot \eta_{IHASP} \cdot \eta_{MHASP} \cdot \eta_G \cdot \eta_u \cdot \eta_{M\phi}} + \frac{D_{e2} \cdot K_2}{\eta_{MHAGT} \cdot \eta_{INSP} \cdot \eta_{MNSP} \cdot \eta_G \cdot \eta_u \cdot \eta_{M\phi}} \dots \dots \dots (37)$$

$$Q_{GT} + Q_{HT} = D_{HDS} \cdot i_{HGTA} - \left( \sum_{nH=1}^{N_H} (D_{A_{nH}} \cdot i_{A_{nH}}) + D_{e2} \cdot i_{TA2} \right) \dots \dots \dots (38)$$

$$Q_{VA} = (D_L + D_{\phi DP} + D_{ZP1} + D_{ZP2} + D_{SP}) \cdot (i_{LA} + \frac{\Delta p_V \cdot v_m \cdot K_3}{\eta_{IHAG}}) \dots \dots \dots (39)$$



Wärmebilanzen am Gebläse und der Gebläseturbine im Nebenkühlkreis

$$Q_{HGT} = D_{HDS} (i_{DAS} - i_{HGTA}) \dots\dots\dots (40)$$

$$Q_{HGT} = D_{HDP} \frac{\Delta p_{PH} \cdot v_m \cdot K_3}{\eta_{IHKT} \cdot \eta_{MHKT} \cdot \eta_{IHKG} \cdot \eta_{MHKG}} \dots\dots\dots (41)$$

$$Q_{HGA} = D_{HDP} \left( i_{HDA} + \frac{\Delta p_{PH} \cdot v_m \cdot K_3}{\eta_{IHKG}} \right) \dots\dots\dots (42)$$

Wärme- und Mengenbilanzen am Gebläse und der Gebläseantriebsturbine im Primärkreis (für Reihen- und Parallelschaltung)

$$Q_{GT} = D_{GTIP} (i_{GTE} - i_{GTA}) \dots\dots\dots (43)$$

$$Q_{GT} = D_{GBIP} = \frac{\Delta p_v \cdot v_m \cdot K_3}{\eta_{MHAGT} \cdot \eta_{IHAGT} \cdot \eta_{MHAG} \cdot \eta_{IHAG}} \dots\dots\dots (44)$$

Gebläsedurchsatz bei direktem Kreislauf

$$D_{GBIP} = D_L + D_{ZP1} + D_{ZP2} + D_{sp} \dots\dots\dots (45)$$

Gebläsedurchsatz bei direktem Kreislauf mit zwischengeschaltetem Einspritzdampferzeuger und Oberflächenüberhitzer und bei indirektem Kreislauf

$$D_{GBIP} = D_{\phi DP} + D_{ZP1} + D_{ZP2} \dots\dots\dots (46)$$

Gebläsedurchsatz bei direktem Kreislauf, Reaktor als Zwischenüberhitzer geschaltet

$$D_{GBIP} = D_{\phi DP} + D_{ZP1} \dots\dots\dots (47)$$

### 3.5 Berücksichtigung der Wärmeverluste

Die im Kreislauf auftretenden Wärmeverluste durch Abstrahlung, Wärmeleitung usw., werden durch entsprechende Korrekturen der Durchsatzmengen bzw. der Temperaturen berücksichtigt; soweit dies aufgrund von vorliegenden Erfahrungswerten aus der Praxis möglich ist.

Zum Ausgleich der Wärmeverluste in der Vorwärmstrecke wird die errechnete Anzapfmenge um 1 % erhöht.

Die Wärmeverluste im Hauptkühlkreis werden durch entsprechende Verkleinerung der Eintrittstemperaturen des Primärdampfes in die Hauptkomponenten wie Turbine, Zwischenüberhitzer, Loeffler-Kessel und Hilfsdampferzeuger kompensiert.

Siehe Punkt 7.2, Seite 70 (C Programmteil zur Bestimmung der Zustandsgrößen)

### 3.6 Verwendete Bezeichnungen

$DA_n$	Durchsatz des n-ten Vorwärmers
$DC_1$	Durchsatz durch Kondensator Hauptturbine
$DC_2$	Durchsatz durch Kondensator Gebläseturbine
$D_R$	<del>Durchsatz durch Reaktor</del>
$D_T$	Durchsatz durch Hauptturbosatz
$D_{ZP1}$	Durchsatz durch Zwischenüberhitzer 1 primärseitig
$D_{ZP2}$	Durchsatz durch Zwischenüberhitzer 2 primärseitig
$D_{HDP}$	Durchsatz durch Hilfsdampferzeuger primärseitig
$D_{ZS1}$	Durchsatz durch Zwischenüberhitzer 1 sekundärseitig
$D_{ZS2}$	Durchsatz durch Zwischenüberhitzer 2 sekundärseitig
$D_L$	Durchsatz durch Löffler-Kessel
$D_{ODP}$	Durchsatz durch Oberflächendampferzeuger primärseitig
$D_{ODS}$	Durchsatz durch Oberflächendampferzeuger sekundärseitig
$D_{TMD}$	Durchsatz durch MD-Teil der Turbine
$D_{TG}$	Durchsatz durch HD-Teil der Turbine für $DGTIP > 1$ .
$D_{GTIP}$	Durchsatz durch Gebläseturbine bei $GTIPK > 1$ .
$D_{SP}$	Speisewasserstrom
$D_{HDS}$	Durchsatz durch Hilfsdampferzeuger sekundärseitig
$D_{SPER}$	Sperrdampfstrom
$D_{GBIP}$	Durchsatz durch das Gebläse bei $GTIPK > 1$ .
$N$ $\sum_{n=1}^N DA_n$	Summe der Anzapfdampfströme Hauptturbine
$N$ $\sum_{n=1}^N DA_{nH}$	Summe der Anzapfdampfströme Gebläseturbine
$i_n$	Enthalpien
$i_{HDA2}$	Enthalpie am Austritt des HD-Teils 2

$i_{HDA2}$	Enthalpie am Austritt des HD-Teils 2 (isentropische Expansion)
$i_{HDE2}$	Enthalpie am Eintritt des HD-Teils 2
$i_{MDE}$	Enthalpie am Eintritt des MD-Teils
$i_{MDA}$	Enthalpie am Austritt des MD-Teils
$i_{MDA}$	Enthalpie am Austritt des MD-Teils (isentropische Expansion)
<hr/>	
$i_{NDE}$	Enthalpie am Eintritt des ND-Teils
$i_{NDA}$	Enthalpie am Austritt des ND-Teils
$i_{NDA}$	Enthalpie am Austritt des ND-Teils (isentropische Expansion)
$i'$	Enthalpie im Sättigungszustand für $x = 0$
$i''$	Enthalpie im Sättigungszustand für $x = 1$
$i_{WA}$	Enthalpie des Speisewassers am Austritt des n-ten Vorwärmers
$i_{WE}$	Enthalpie des Speisewassers am Eintritt des n-ten Vorwärmers
$i_{DAE}$	Enthalpie des Anzapfdampfes für den n-ten Vorwärmer
$i_{SP}$	Enthalpie des Speisewassers
$i_C$	Enthalpie des Kondensats
$i_{RA}$	Enthalpie am Austritt Reaktor
$i_{RE}$	Enthalpie am Eintritt Reaktor
$i_{TE}$	Enthalpie am Eintritt der Hauptturbine
$i_{ZSE2}$	Enthalpie am Sekundär-Eintritt des Zwischenüberhitzers 2
$i_{ZSE1}$	Enthalpie am Sekundär-Eintritt des Zwischenüberhitzers 1
$i_{ZSA2}$	Enthalpie am Sekundär-Austritt des Zwischenüberhitzers 2
$i_{ZSA1}$	Enthalpie am Sekundär-Austritt des Zwischenüberhitzers 1
$i_{MDE}$	(= MD-Teil Eintritt)
$i_{TA1}$	Enthalpie am Austritt der Hauptturbine
$i_{TA2}$	Enthalpie am Austritt der Gebläseturbine
$i_{An}$	Enthalpie der Anzapfdampfströme an der Hauptturbine
$i_{AnH}$	Enthalpie der Anzapfdampfströme an der Gebläseturbine

$i_{CELVZ}$	Enthalpie des Dampfes vor der Zwischentrocknung
$i_{MDANZ}$	Enthalpie des Dampfes nach der Zwischentrocknung
$i_{ZPE1}$	Enthalpie am Primär-Eintritt Zwischenüberhitzer 1
$i_{ZPE2}$	Enthalpie am Primär-Eintritt Zwischenüberhitzer 2
$i_{ZPA1}$	Enthalpie am Primär-Austritt Zwischenüberhitzer 1
$i_{ZPA2}$	Enthalpie am Primär-Austritt Zwischenüberhitzer 2
$i_{LE}$	Enthalpie am Eintritt des Löffler-Kessels
$i_{LA}$	Enthalpie am Austritt des Löffler-Kessels
$i_{HDE}$	Enthalpie am Primär-Eintritt des Hilfsdampferzeugers im sekundären Hilfskreis
$i_{HDA}$	Enthalpie am Primär-Austritt des Hilfsdampferzeugers im sekundären Hilfskreis
$i_{HDES}$	Enthalpie am Sekundär-Eintritt des Hilfsdampferzeugers im sekundären Hilfskreis
$i_{HDAS}$	Enthalpie am Sekundär-Austritt des Hilfsdampferzeugers im sekundären Hilfskreis
$i_{DEP}$	Enthalpie am Primär-Eintritt des Oberflächendampferzeugers
$i_{DAP}$	Enthalpie am Primär-Austritt des Oberflächendampferzeugers
$i_{DES}$	Enthalpie am Sekundär-Eintritt des Oberflächendampferzeugers
$i_{DAS}$	Enthalpie am Sekundär-Austritt des Oberflächendampferzeugers
$i_{HGTA}$	Enthalpie am Austritt der Hilfsturbine im sekundären Hilfskreis
$i_{GTE}$	Enthalpie am Eintritt der Gebläseturbine
$i_{GTA}$	Enthalpie am Austritt der Gebläseturbine
$K_1, K_2, K_3$	Konstanten
$P_n$	Drücke
$P_{HDA2}$	Druck am Austritt des HD-Teils 2
$P_{MDA}$	Druck am Austritt des MD-Teils
$P_{NDA}$	Druck am Austritt des ND-Teils
$P_{SP}$	Druck des Speisewassers

$\Delta p_{ND}$	Förderhöhe der Speisepumpe im ND-Teil
$\Delta p_{SHK}$	Förderhöhe der Speisepumpe im sekundären Hilfskreis
$\Delta p_V$	Förderhöhe des Hauptgebläses
$\Delta p_{PH}$	Förderhöhe des Gebläse im sekundären Hilfskreis
$Q_{RA}$	Aus dem Reaktor austretende Wärmemenge
$Q_T$	Verarbeitete Wärmemenge im Hauptturbosatz
$Q_{ZP1}$	Übertragene Wärmemenge im Zwischenüberhitzer 1
$Q_{ZP2}$	Übertragene Wärmemenge im Zwischenüberhitzer 2
$Q_L$	Durchgesetzte Wärmemenge im Löffler-Kessel
$Q_{HDP}$	Übertragene Wärmemenge im Hilfsdampferzeuger
$Q_{GT}$	Zu verarbeitende Wärmemenge in der Gebläseturbine
$Q_{HT}$	Zu verarbeitende Wärmemenge in der Hausturbine
$Q_{HGT}$	Zu verarbeitende Wärmemenge in der Hilfsgebläseturbine
$Q_{VA}$	Aus dem Verdichter austretende Wärmemenge
$Q_{RE}$	In den Reaktor eintretende Wärmemenge
$Q_{HGA}$	Aus dem Hilfsgebläse austretende Wärmemenge
$Q_{TMD}$	In den MD-Teil der Turbine eintretende Wärmemenge
$Q_{TA HD}$	Aus dem HD-Teil der Turbine austretende Wärmemenge
$Q_{OD}$	Im Oberflächendampferzeuger übertragene Wärmemenge
$Q_{EIGB}$	Erforderliche Wärmemenge für den Eigenbedarf des Kraftwerkes
$Q_{EL}$	Elektrische Nettoleistung
$S_n$	Entropien
$S_{HDE2}$	Entropie am Eintritt des HD-Teils 2
$S_{MDE}$	Entropie am Eintritt des MD-Teils
$S_{MDA}$	Entropie am Austritt des MD-Teils
$S_{NDE}$	Entropie am Eintritt des ND-Teils
$S_{NDA}$	Entropie am Austritt des ND-Teils
$S'$	Entropie im Sättigungszustand für $x = 0$
$S''$	Entropie im Sättigungszustand für $x = 1$

$t_n$	Temperaturen
$T_{HDA2}$	Temperatur am Austritt des HD-Teils 2 (isentropische Expansion)
$V_m$	Mittl. spez. Volumen des zu verdichtenden Mediums
$X_n$	Dampfphasen
$X_{NDA}$	Dampfphase am ND-Teil Austritt
$X_{NDA i}$	Dampfphase am ND-Teil Austritt (isentropische Expansion)
$X_{CEVZ}$	Dampfphase vor der Zwischentrocknung
$X_0, X_1$ bis $X_8$	Konstanten für die verschiedenen Schaltungen bei $GTIPK > 1$
$\eta_{i HD2}$	Innerer Wirkungsgrad des HD-Teils 2
$\eta_{MT}$	Mechanischer Wirkungsgrad des Hauptturbosatzes
$\eta_G$	Wirkungsgrad des Generators
$\eta_U$	Umspannwirkungsgrad
$\eta_{PMO}$	Gesamtwirkungsgrad für Pumpe und Motor
$\eta_{INSP}$	Innerer Wirkungsgrad der Niederdruck-Speisepumpe
$\eta_{MNSP}$	Mechanischer Wirkungsgrad der Niederdruck-Speisepumpe
$\eta_{MO}$	Motor- und Getriebewirkungsgrad
$\eta_{IHAG}$	Innerer Wirkungsgrad des Hauptgebläses
$\eta_{MHAG}$	Mechanischer Wirkungsgrad des Hauptgebläses
$\eta_{IHAGT}$	Innerer Wirkungsgrad der Gebläse- und Hausturbine
$\eta_{MHAGT}$	Mechanischer Wirkungsgrad der Gebläse- und Hausturbine
$\eta_{IHKG}$	Innerer Wirkungsgrad des Hilfskühlkreisgebläses
$\eta_{MHKG}$	Mechanischer Wirkungsgrad des Hilfskühlkreisgebläses
$\eta_{IHKT}$	Innerer Wirkungsgrad der Hilfskühlkreisturbine
$\eta_{MHKT}$	Mechanischer Wirkungsgrad der Hilfskühlkreisturbine

#### 4. Organisatorischer Aufbau des Programmes

##### 4.1 Allgemeines

Das Gesamtprogramm, d.h. Hauptprogramm und erforderliche Unterprogramme, mußte aus Gründen der geringen Speicherkapazität der zur Verfügung stehenden Rechenanlage (IBM 7074 mit einer Speicherkapazität von  $10^4$ ) nach einem Segmentierungsverfahren aufgeteilt werden.

Die Skizze auf Seite (35) zeigt im Prinzip die Segmentierungsstruktur des Gesamtprogrammes und die z.Zt. gewählte Segmentanordnung, die in dieser Kombination ein Minimum an Ladezeit für die Zweigsegmente erfordert.

Um die Programmierung und den Programmtest übersehbar zu gestalten, wurden gewisse Rechenoperationen, die sich prinzipiell mehrere Male während des gesamten Rechenablaufes wiederholen und eine in sich geschlossene Rechenoperation darstellen, als Unterprogramme erstellt.

Diese Unterprogramme konnten in Form von FORTRAN-SUBROUTINEN unabhängig vom Hauptprogramm programmiert, getestet und später als vollfunktionsfähige Programmkomponenten in das Hauptprogramm nach dem Baukastenprinzip eingefügt werden. Das gleiche gilt sinngemäß für alle Programme, die die thermodynamischen Zustandsgrößen des Wassers und des Wasserdampfes [6] ermitteln.

##### 4.2 Kurzbeschreibung des Programmaufbaues

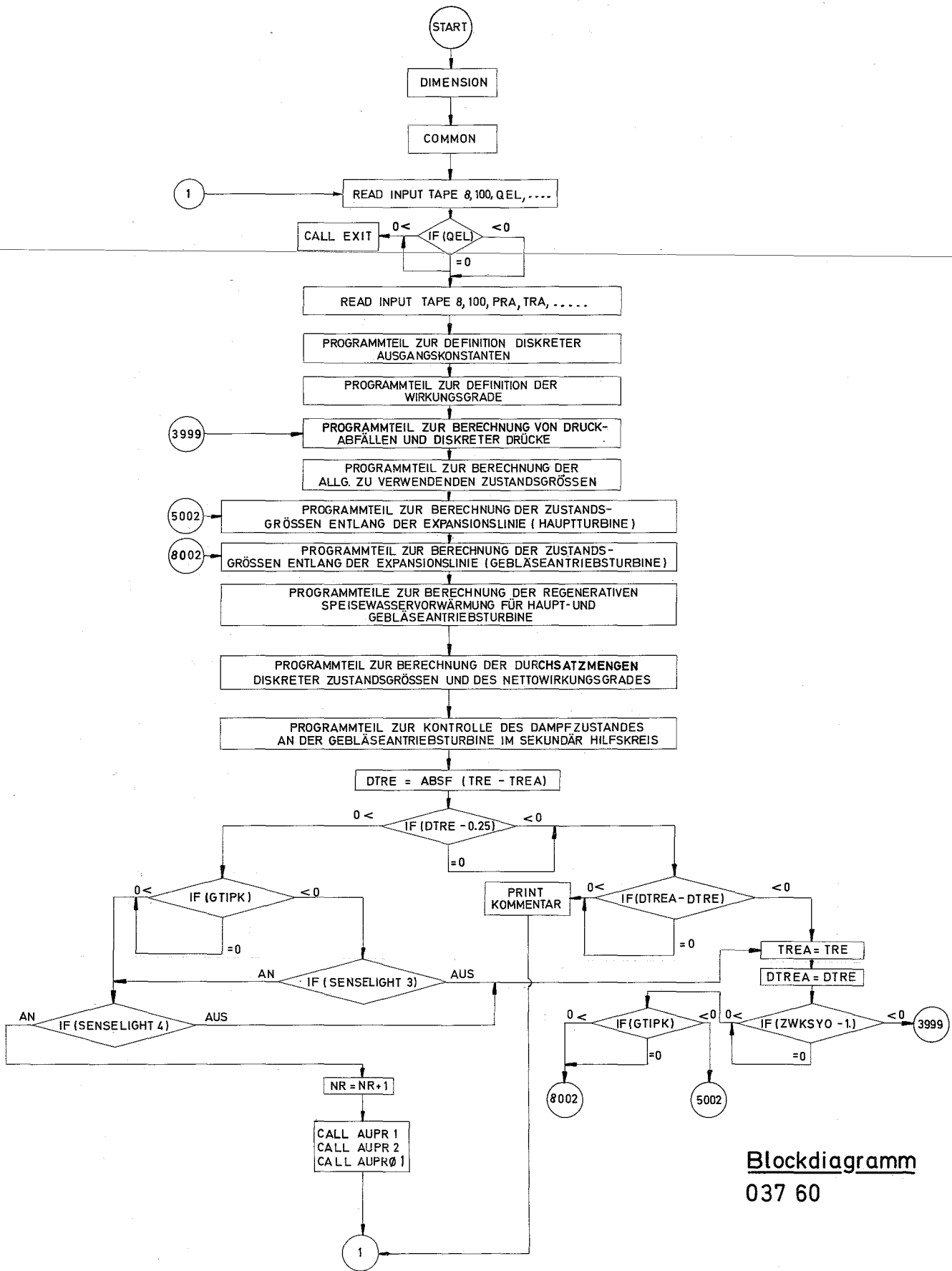
Den detaillierten organisatorischen Aufbau des Hauptprogrammes zeigt das Blockdiagramm auf den Seiten (38) bis (41). Ein Abstrakt dieses Blockdiagramms ist auf Seite (36) dargestellt und wird im folgenden erläutert.

Nach Programmstart wird durch das 1. READ der Datenblock mit den allgemeinen Eingabeinformationen, wie z.B. elektrische Nettoleistung, Turbinen und Gebläsewirkungsgrade, Druckabfälle, Steuergrößen usw. auf das Eingabeband gelesen.

In der nachfolgend programmierten Abfrage nach  $Q_{e1} \leq 0$  wird der Programmauslauf über EXIT gesteuert. Für einen Eingabewert  $Q_{e1} \leq 0$  erfolgt ein Sprung auf CALL EXIT.



max. Speicherplatz	Zweigsegmente	<p>*ØVL HDS    Funktion zur Berechnung der Heißdampfentropie</p> <p>*ØVL WS    Funktion zur Berechnung der Wasserentropie</p> <p>*ØVL HDV    Funktion zur Berechnung des Heißdampfvolumens</p> <p>*ØVL WV    Funktion zur Berechnung des Wasservolumens</p> <p>*ØVL HEZU    Subroutine zur Berechnung der thermodynamischen Zustandsgrößen von Helium</p> <p>*ØVL DIAURØ    Funktion zur Berechnung der Druckabfälle in den Rohrleitungen und Armaturen</p> <p>*ØVLAUPR1    Subroutinen zum Ausdrucken der Ergebnisse</p> <p>*ØVLAUPR2</p> <p>*ØVLAUPRØ1</p>
	RØUT SEGMENT + CØMMØN SPEICHER	<p>*ØVL RØUTSEGMNT (Hauptprogramm + Unterprogramme)</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>CØMMØN SPEICHER</p>



Blockdiagramm  
037 60

Bei  $Q_{el} > 0$  wird der nächste Datenblock mit den thermodynamischen Zustandsgrößen für den gesamten Kühlkreis eingelesen und der eigentliche Rechenprozeß eingeleitet.

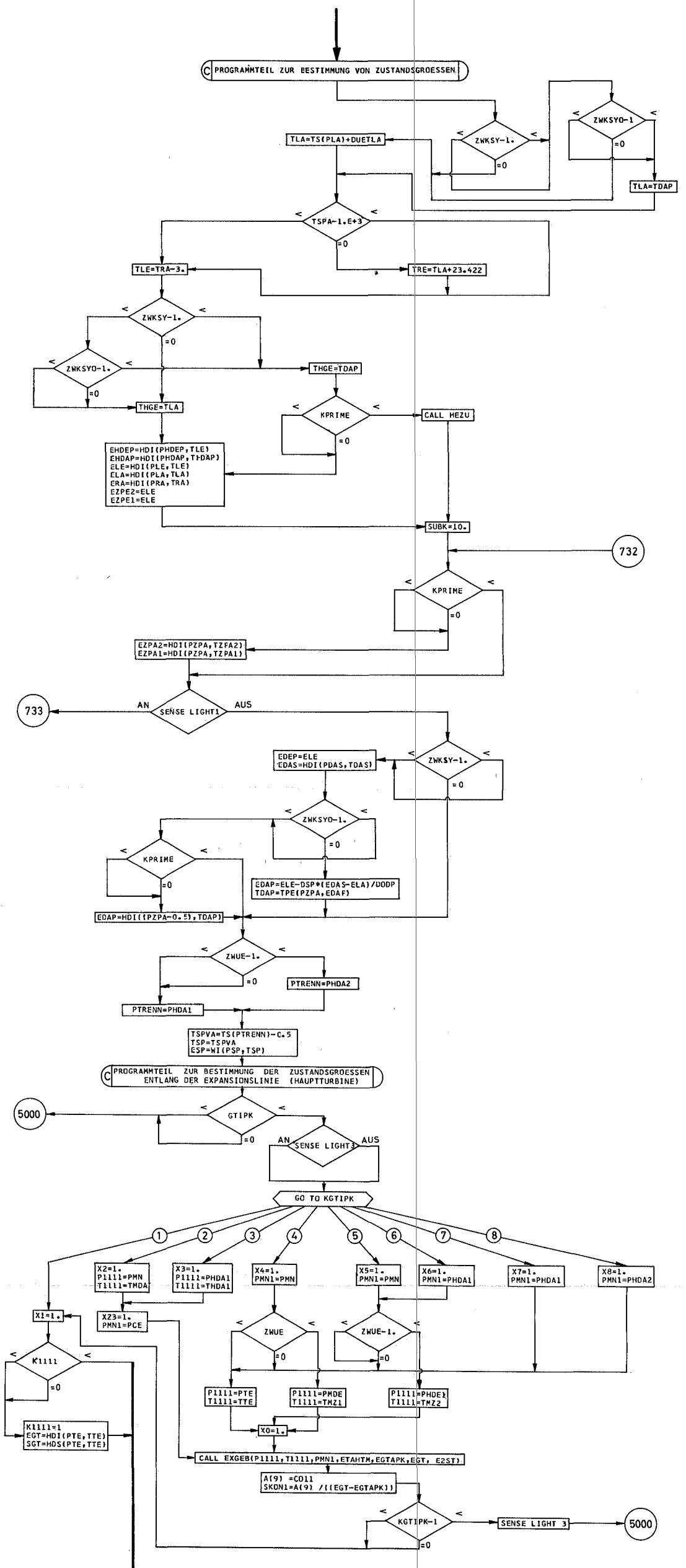
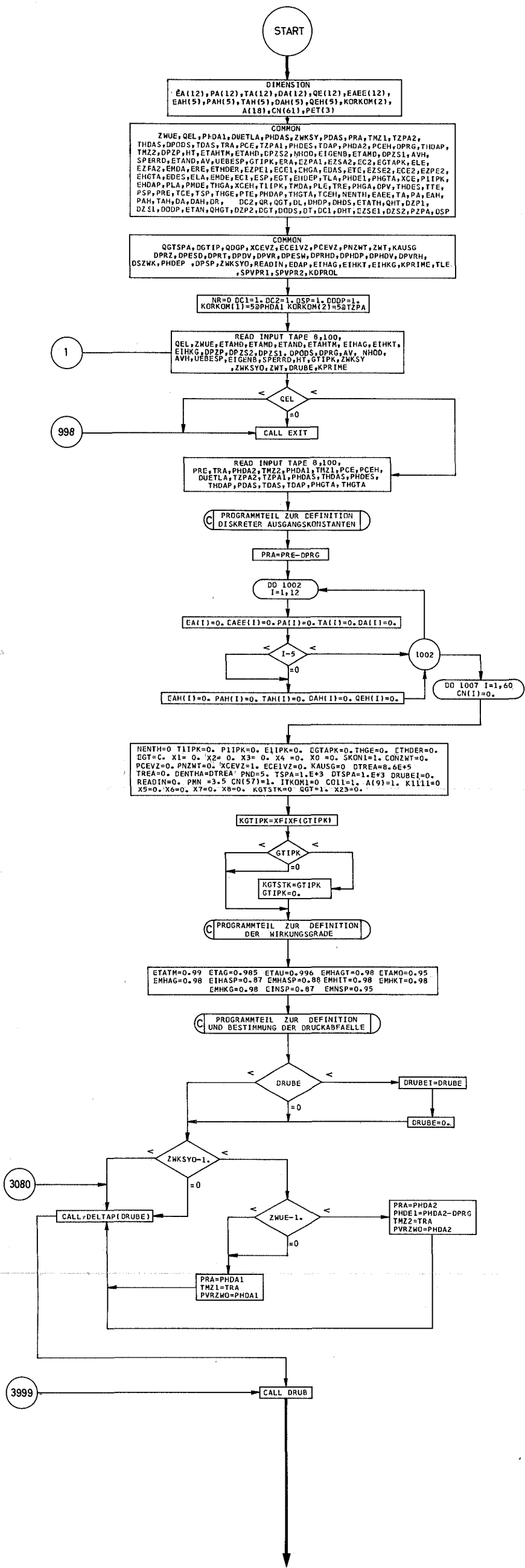
Im anschließenden Programmteil werden dann zunächst diskrete Ausgangskonstanten für den gesamten Rechenablauf definiert. Daran anschließend erfolgt die Definition der Wirkungsgrade für Turbinen, Gebläse und Pumpen, sofern diese nicht als Eingabewerte vorliegen. Der nachfolgende Programmteil dient zur Definition bzw. Berechnung der Druckabfälle in den Rohrleitungen und verschiedener Drücke im Kühlkreis.

Im Anschluß daran werden nacheinander die Programmteile zur Berechnung der allgemein zu verwendenden Zustandsgrößen, der Zustandsgrößen entlang der Expansionslinien der Haupt- und Gebläseantriebsturbine, der regenerativen Speisewasservorwärmung für Haupt- und Gebläseantriebsturbine, der Durchsatzmengen, diskreter Zustandsgrößen und des Nettowirkungsgrades durchgerechnet.

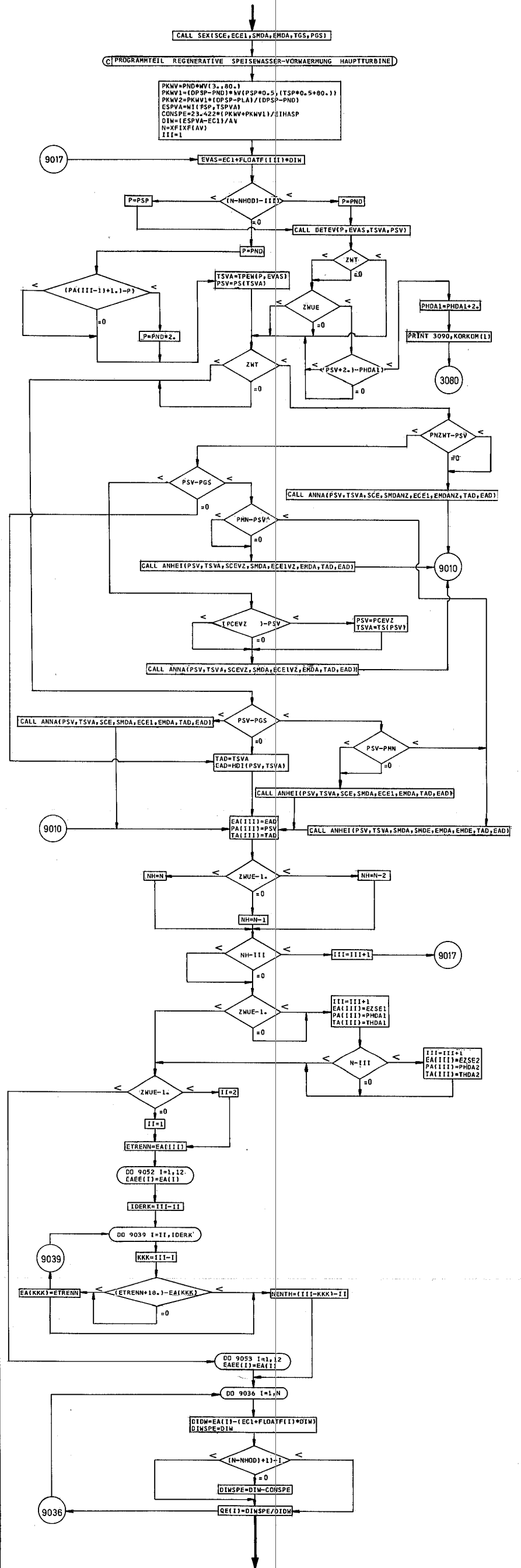
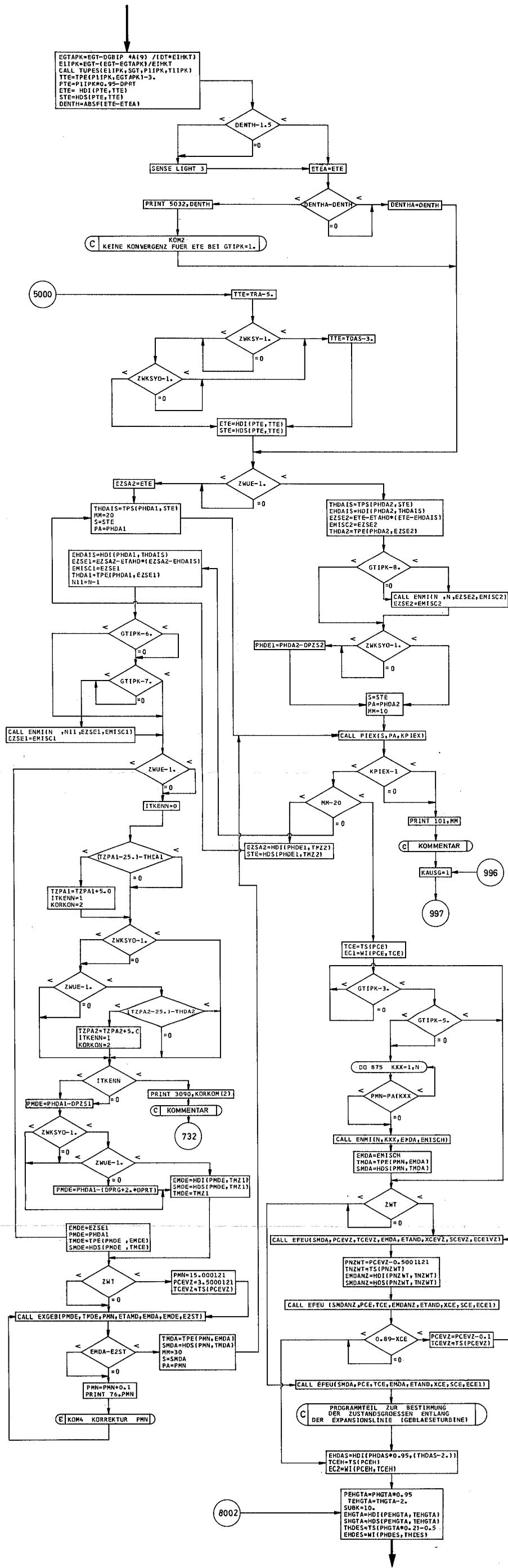
Um im Rahmen einer größeren Parameterstudie stets einen vernünftigen Prozeßverlauf in der Gebläseantriebsturbine im sek. Hilfskreis zu gewährleisten, wird im nachfolgenden Programmteil der Expansionsendpunkt dieser Turbine bestimmt und durch geeignete Abfragen auf vernünftige Lage im i-s-Diagramm überprüft.

Nach vollständiger Durchrechnung dieser Programmteile wird abgefragt, ob der absolute Betrag der Differenz zweier Folgewerte von TRE  $|\text{TRE}_1 - \text{TRE}_0| \leq 0,15 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Bei einer Abweichung größer  $0,15 \text{ } ^\circ\text{C}$  wird ein weiterer Iterationsschritt über den gesamten Kreislauf eingeleitet. Sind jedoch die Bedingungen erfüllt, wird weiterhin abgefragt, ob auch die Konvergenzbedingungen am Eintritt der Hauptturbine bei vorgeschalteter Gebläseturbine bzw. die am Austritt der Vorwärmstrecke erfüllt sind. Bei nicht erfüllten Bedingungen wird ebenfalls ein weiterer Iterationsschritt eingeleitet.

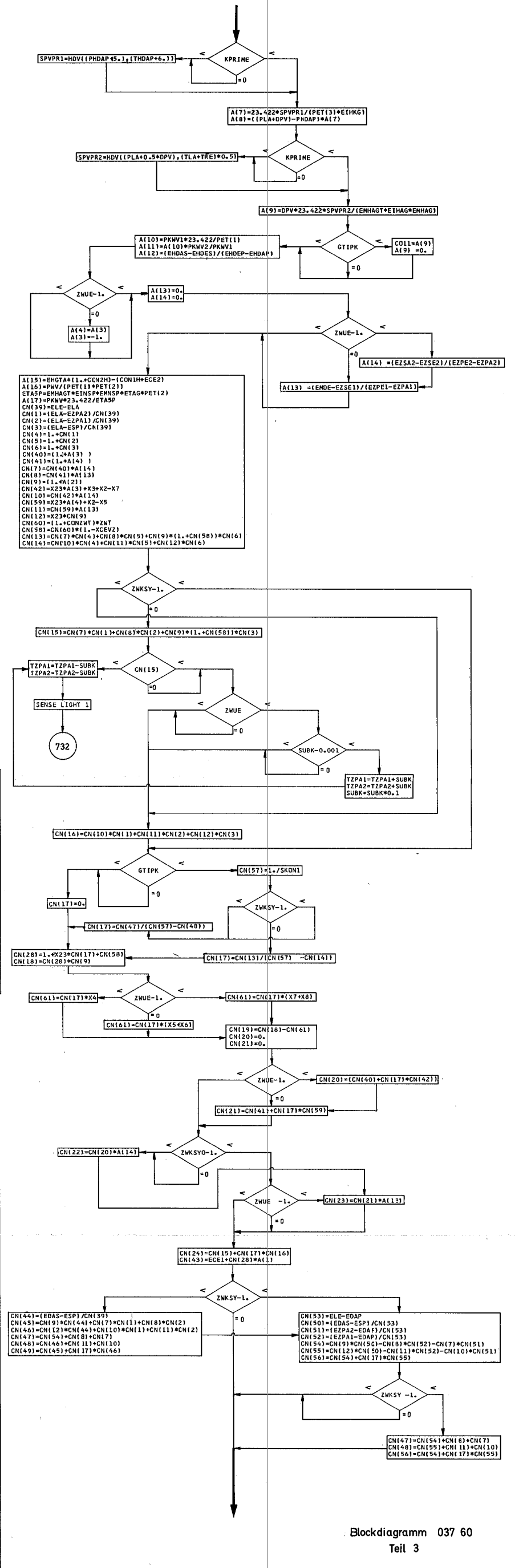
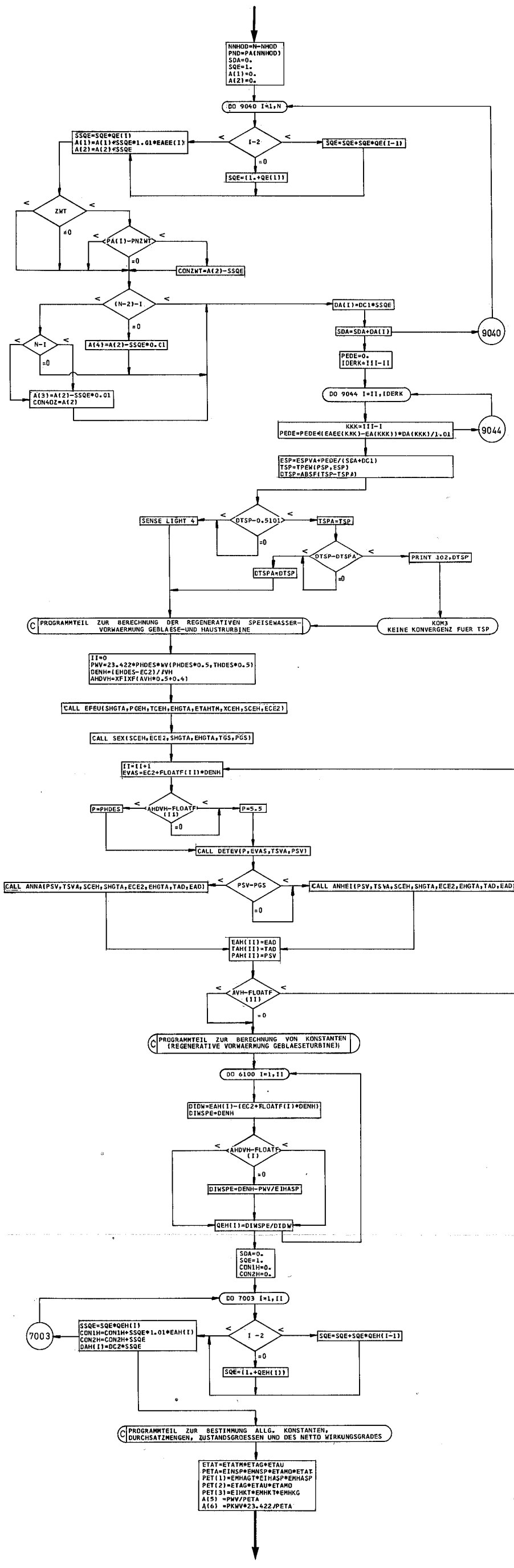
Nach Erfüllung aller Konvergenzbedingungen werden durch Aufruf der Ausgabe-Segmente AUPR1, AUPR2 und AUPRO1 die Ergebnisse auf dem Ausgabeband gespeichert.



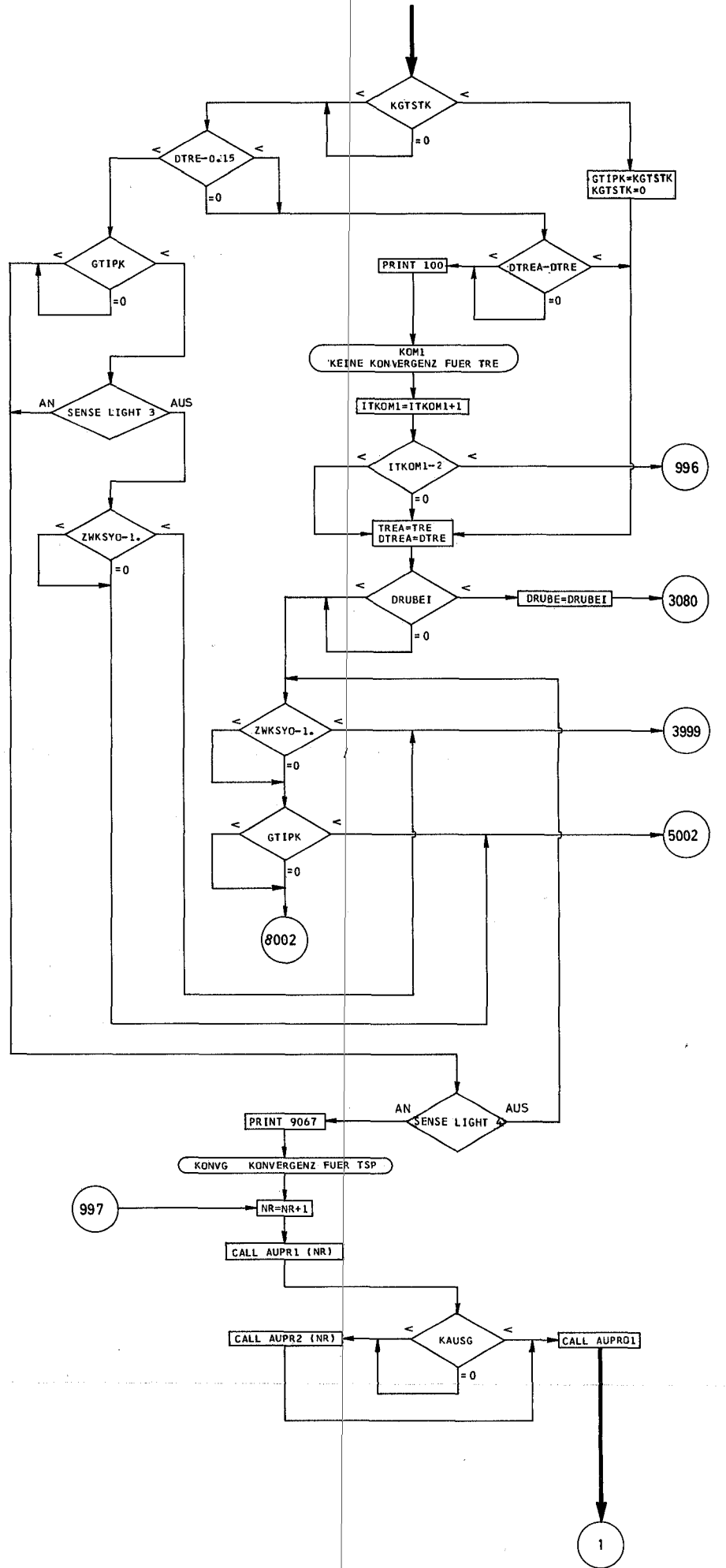
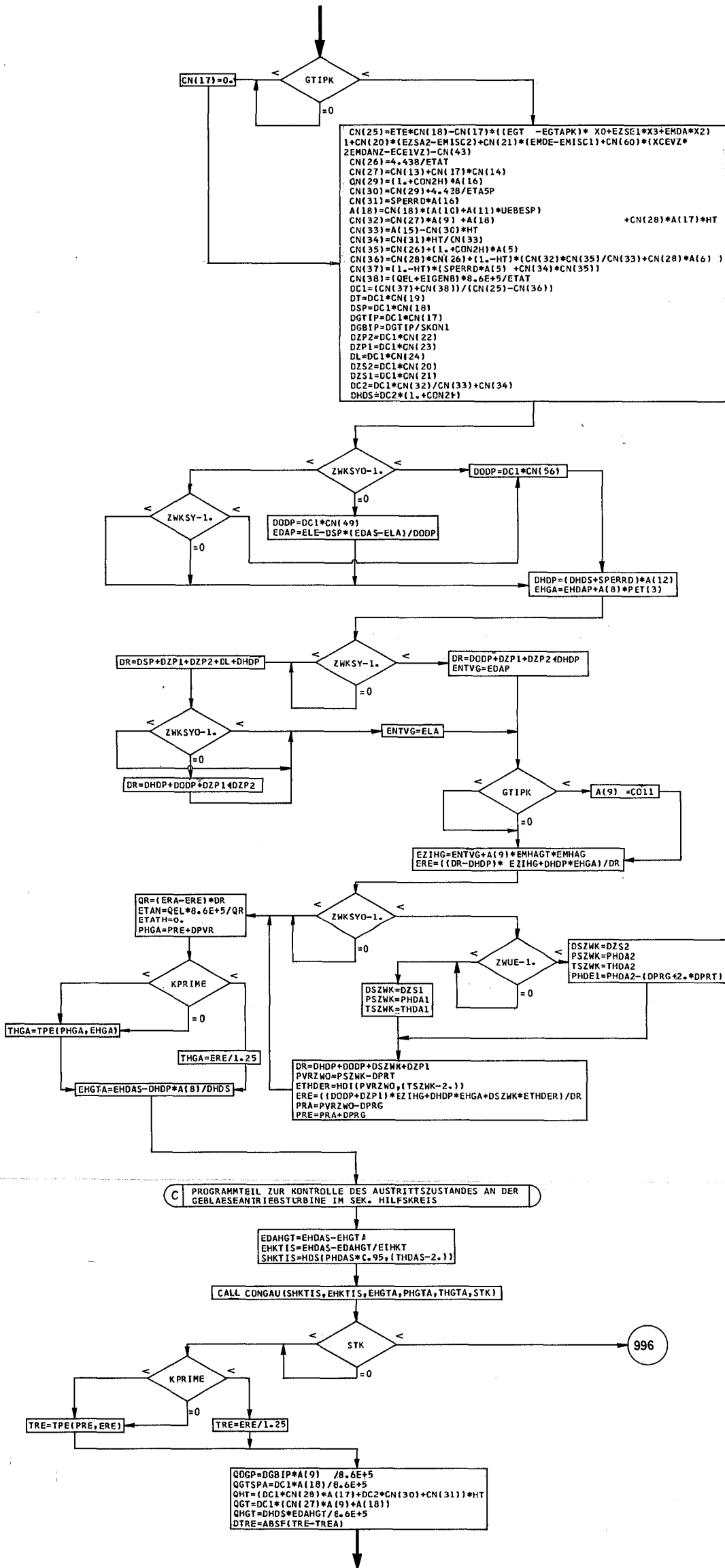
Blockdiagramm 037 60  
Teil 1



Blockdiagramm 037 60  
 Teil 2



Blockdiagramm 037 60  
Teil 3



Blockdiagramm 037 60  
Teil 4

Der anschließende Sprungbefehl auf das 1. READ leitet dann bei vorhandenen Eingabedaten für eine neue Parameterkombination eine weitere Rechnung ein.

Für den Fall, daß keine Konvergenzbedingungen für eine vorgegebene Parameterkombination erzielt wird, erscheinen spezifizierte Fehlermeldungen auf dem Ausgabeband.

Alle möglichen Fehlermeldungen die während eines Rechenablaufes vom Programm auf das Ausgabeband gegeben werden können, sind mit Punkt 5.3 näher erläutert.

## 5. Hinweise für die Benutzung des Programmes

### 5.1 Allgemeine Hinweise zur Verwendbarkeit des Programmes

Das Programm berechnet in der vorliegenden Fassung Kühlkreisläufe, bei denen die Schaltungen der Abb. 1 bis 4 zugrunde liegen.

Für die einzelnen Abbildungen sind folgende Schaltungsvarianten möglich:

#### Zu Abb. 1:

Abb. 1 zeigt eine Schaltungsversion für einen Direktkreislauf. Die für diese Schaltung spezifischen Eingabewerte sind unter 5.2 (Eingabe) näher erläutert.

1. Der Kühlkreis kann mit Löffler-Kesseln zur Sattedampferzeugung, mit Einspritzdampferzeugern zur Sattedampferzeugung durch überschüssig eingespritztes Speisewasser oder mit Einspritzdampferzeugern zur Heißdampferzeugung ausgestattet werden.

Die zusätzlich für das überschüssig eingespritzte Speisewasser aufzubringende Pumparbeit wird in der Wärmebilanz durch die Eingabegröße UEBESP (s. 5.2 Eingabe) berücksichtigt.

Im Falle der Heißdampferzeugung kann die Überhitzung durch die Eingabegröße DUETLA (s. 5.2 Eingabe) in °C eingegeben werden.



2. Die Hausturbine (10) ist durch Nullsetzen der Steuergröße HT eliminierbar.

Für diesen Fall wird die zu erzeugende Leistung für die Eigenverbraucher von der Hauptturbine (2) mit erzeugt.

3. Die Gebläseantriebsturbine (12) kann zusätzlich zu der gezeichneten parallelen Schaltung im sekundären nichtaktiven Dampfkreis auch im primären aktiven Kreis durch die Steuergröße GTIPK (s. 5.2 Eingabe) parallel und in Reihe zur Hauptturbine (2) geschaltet werden.

Bei der gestrichelt eingezeichneten Anordnung der Gebläseantriebsturbine (12) sind folgende Schaltungen möglich:

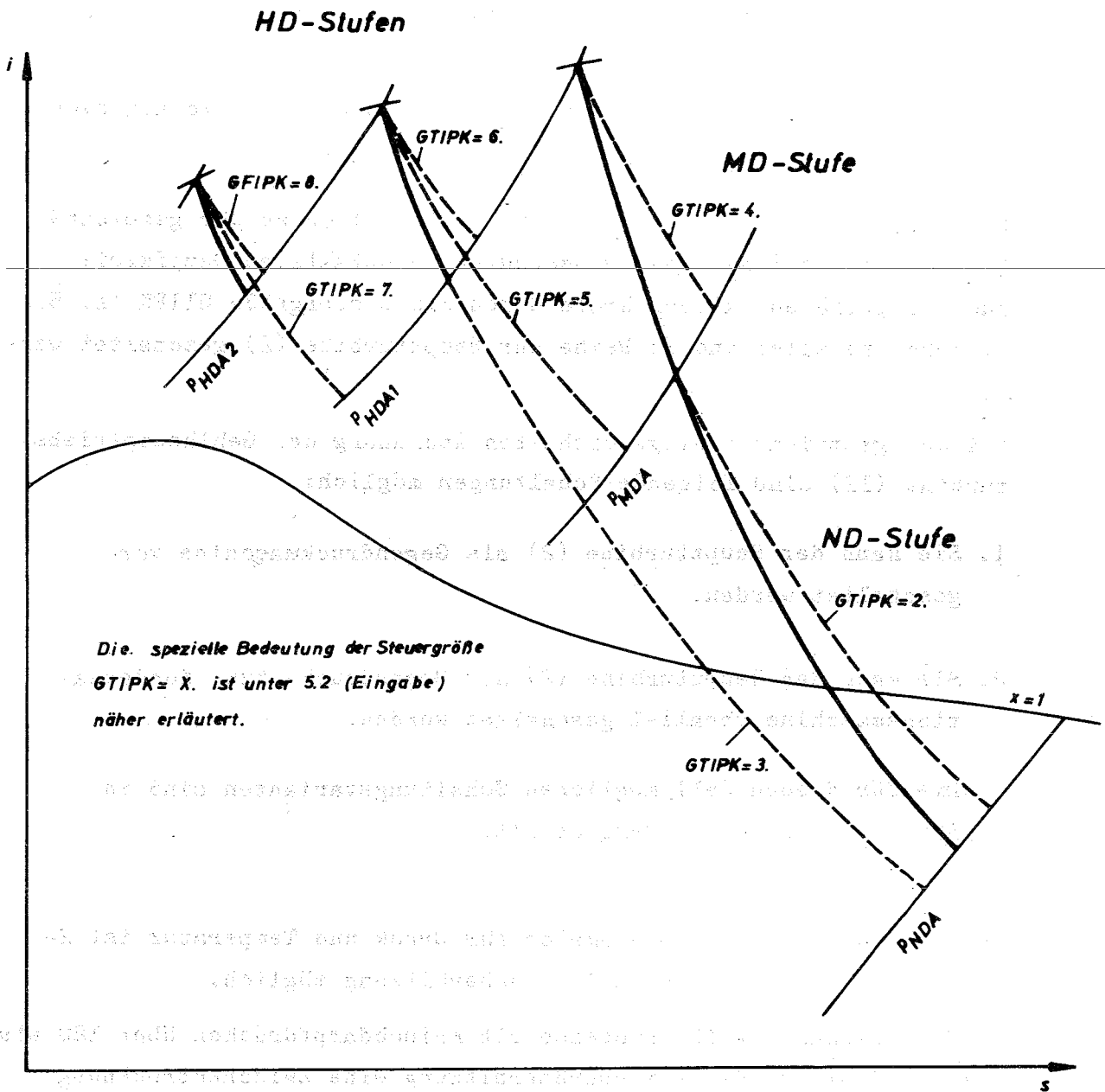
1. Sie kann der Hauptturbine (2) als Gegendruckmaschine vorgeschaltet werden.
2. Sie kann der Hauptturbine (2) als Gegendruck- bzw. Kondensationsmaschine parallel geschaltet werden.

Die für diesen Fall möglichen Schaltungsvarianten sind in Abb. 11 schematisch dargestellt.

4. Je nach Wahl der Prozeßparameter für Druck und Temperatur ist 2-fache, 1-fache und keine Zwischenüberhitzung möglich.

Darüber hinaus ist für Prozesse mit Frischdampfdrücken über 120 ata bei Verzicht auf die Zwischenüberhitzung eine Zwischentrocknung durch Definition der Steuergröße ZWT = 1. anwendbar.

5. Die regenerative Speisewasservorwärmung ist für den Hauptkühlkreislauf max. 12-stufig, für den Nebenkühlkreis max. 5-stufig auszulegen.
6. Die Anzahl der möglichen Enthitzer, die der letzten Vorwärmstufe vorzuschalten sind, berechnet das Programm selbsttätig an Hand der Zwischenüberhitzungstemperatur und der Anzahl der Vorwärmstufen.



**Abb. 11** Schematische Expansionsverläufe in der Gebläseantriebsturbine für die möglichen Schaltungsvarianten bei  $GTIPK > 1$ .  
im  $i$ - $s$ -Diagramm

7. Die Berücksichtigung der Druckabfälle im gesamten Kreislauf geschieht normalerweise durch eingebaute Druckabfall-Schätzwerte für die einzelnen Komponenten und Rohrleitungen.

Zur genaueren Durchrechnung eines Kühlkreises für den die geometrische Anordnung und die Anzahl Regel- und Absperrorgane bekannt ist, kann die Ermittlung der Druckabfälle im gesamten Kühlkreis in Abhängigkeit von der vorgegebenen Geometrie, der Absperr- und Regelorgane, der Strömungsgeschwindigkeit in den einzelnen Rohrsträngen und den temperatur- und druckabhängigen Stoffwerten vorgenommen werden.

Zu Abb. 2:

Die in Abb. 2 dargestellte Schaltungsversion ist ein Direktkreislauf ähnlich der unter Abb. 1 beschriebenen Version, jedoch mit zwischengeschalteten Oberflächenüberhitzer zur teilweisen Separierung der mitgeführten Radioaktivität in der Wasserphase (offenes Zweikreis-System).

Für diese Schaltungsversion sind alle bereits zur Abb. 1 beschriebenen Varianten möglich, mit Ausnahme des unter 4. beschriebenen Expansionsprozesses mit Zwischentrocknung.

Die für diese Schaltung spezifischen Eingabewerte sind unter 5.2 (Eingabe) näher erläutert.

Zu Abb. 3:

Die in Abb. 3 dargestellte Schaltungsversion ist ein Direktkreislauf, bei dem der Reaktor als Zwischenüberhitzer geschaltet ist.

Für diese Schaltungsversion sind alle bereits zur Abb. 1 beschriebenen Varianten möglich, mit Ausnahme des unter 4. beschriebenen Expansionsprozesses mit Zwischentrocknung.

Die für diese Schaltung spezifischen Eingabewerte sind unter 5.2 (Eingabe) näher erläutert.

Zu Abb. 4:

Die in Abb. 4 dargestellte Schaltungsversion ist ein Indirektkreislauf. Er bietet die Möglichkeit im primären und sekundären Kühlkreis verschiedene Medien als Wärmeträger mit verschiedenen Drücken zu verwenden.

~~Für diese Schaltungsversion sind alle bereits zur Abb. 1 beschriebenen Varianten möglich, mit Ausnahme des unter 4. beschriebenen Expansionsprozesses mit Zwischentrocknung.~~

Die für diese Schaltung spezifischen Eingabewerte sind unter 5.2 (Eingabe) näher erläutert.

5.2 Eingabe

Die in das Programm einzugebenden Größen wurden aus programminternen Gründen, aber auch zur Vereinfachung der Eingabe in drei Eingabeblocke mit getrenntem READ aufgeteilt.

5.2.1 Erstes READ

Das erste READ fordert die Eingabedaten in nachstehend aufgeführter Reihenfolge auf einer oder mehreren Datenkarten.

QEL	in MW	Elektrische Nettoleistung
		Durch Eingabe von $QEL \leq 0$ erfolgt Programmstop über CALL EXIT
ZWUE		Zwischenüberhitzung
		ZWUE = 2. 2-fach
		ZWUE = 1. 1-fach
		ZWUE = 0. ohne
ETAHD		innerer Wirkungsgrad HD-Teil
ETAMD		innerer Wirkungsgrad MD-Teil
ETAND		innerer Wirkungsgrad ND-Teil
ETAHTM		mittl. innerer Wirkungsgrad der Gebläseturbine
EIHAG		mittl. innerer Wirkungsgrad des Gebläses
EIHKT		mittl. innerer Wirkungsgrad der Hilfs-Kühlkreis-Gebläseturbine
EIHKG		mittl. innerer Wirkungsgrad des Hilfs-Kühlkreis-Gebläses

DPZP	in AT	Druckabfall im ZWUE primärseitig
DPZS2	in AT	Druckabfall im ZWUE2 primärseitig
DPZS1	in AT	Druckabfall im ZWUE1 sekundärseitig
DPODS	in AT	Druckabfall im Oberflächendampferzeuger sekundärseitig
DPRG	in AT	Gesamtdruckabfall im Reaktor
AV	in AT	Anzahl der Vorwärmer im Hauptkühlkreis
NHOD		Anzahl der Hochdruckvorwärmer
AVH		Anzahl der Vorwärmer im Nebenkühlkreis
UEBESP		Prozentualer Überschuß an DSP
EIGENB	in MW	Eigenbedarf des Kraftwerkes
SPERRD	in kg/H	Sperrdampfmenge
HT		HT = 1. mit Hausturbine HT = 0. ohne Hausturbine
GTIPK		Steuergröße
		GTIPK = 0. Ohne Gebläse-Turbine im Primärkreis
		GTIPK = 1. Mit Gebläse-Turbine im Primärkreis in Reihe geschaltet
		GTIPK = 2. Mit G.T. im Primärkreis parallel Expansionsbeginn bei PMDA möglich bei ZWUE = 0., 1., 2. und ZWT = 1.
		GTIPK = 3. Mit G.T. im Primärkreis parallel Expansionsbeginn bei PHDA1 möglich bei ZWUE = 1., 2.
		GTIPK = 4. Mit G.T. im Primärkreis parallel Expansionsbeginn bei PTE wenn ZWUE = 0. bei PMDE wenn ZWUE = 1., 2. möglich bei ZWUE = 0., 1., 2. und ZWT = 1.
		GTIPK = 5. Mit G.T. im Primärkreis parallel Expansionsbeginn bei PTE bzw. PHDEI möglich bei ZWUE = 1., 2.
		GTIPK = 6. Mit G.T. im Primärkreis parallel Expansionsbeginn bei PTE wenn ZWUE = 1. bei PHDEI wenn ZWUE = 2. möglich bei ZWUE = 1., 2.
		GTIPK = 7. Mit G.T. im Primärkreis parallel Expansionsbeginn bei PTE möglich bei ZWUE = 2.
		GTIPK = 8. Mit G.T. im Primärkreis parallel Expansionsbeginn bei PTE möglich bei ZWUE = 2.

ZWKSJ                    Steuergröße  
ZWKSJ = 1.    Direktkreislauf mit Löfflerkessel  
                     bzw. Einspritzdampferzeuger  
ZWKSJ = 2.    Zweikreissystem mit Oberflächen-  
                     dampferzeuger  
ZWKSJ = 0.    Bei allen anderen Schaltungsver-  
                     sionen

ZWKSYO                  Steuergröße

---

ZWKSYO = 1.    Offenes Zweikreissystem mit Löffler-  
                     kessel und Oberflächenüberhitzer  
ZWKSYO = 2.    Offenes Zweikreissystem Reaktor  
                     als Zwischenüberhitzer geschaltet  
ZWKSYO = 0.    Bei allen anderen Schaltungs-  
                     versionen

ZWT                      Steuergröße  
ZWT = 0.    Ohne Zwischentrocknung  
ZWT = 1.    Mit Zwischentrocknung

DRUBE                    Steuergröße  
DRUBE = 0.    Ohne Druckabfallberechnung,  
                     einprogrammierte Schätzwerte  
                     werden verwendet  
DRUBE = 1.    Mit Druckabfallberechnung  
                     in den wichtigsten Rohrleitungs-  
                     segmenten

Bei DRUBE = 1. ist für das 3. READ Eingabe in der unter 5.2.3 ange-  
gebenen Reihenfolge bereitzustellen.

KPRIME                  Steuergröße  
KPRIME = 0    Primär-Medium    H2O  
KPRIME = 1    Primär-Medium    HE

### 5.2.2 Zweites READ

Das zweite READ fordert die Eingabedaten in nachstehend aufgeführter Reihenfolge auf einer oder mehreren Datenkarten.

PRE	in ATA	Druck am Reaktoreintritt Bei ZWKSYO = 2. PRE für 1. Iteration schätzen
TRA	in °C	Temperatur am Reaktoraustritt
PHDA2	in ATA	Druck am Austritt HD-Teil 2 Bei ZWKSYO = 2. PHDA2 für 1. Iteration schätzen
TMZ2	in °C	Temperatur am ZWUE2 Austritt Bei ZWKYO = 2. und ZWUE = 2. TMZ2 = TRA
PHDA1	in ATA	Druck am Austritt HD-Teil 1 Bei ZWKSYO = 2. PHDA1 für 1. Iteration schätzen
TMZ1	in °C	Temperatur am ZWUE1 Austritt Bei ZWKSYO = 2. und ZWUE = 2 TMZ1 = TRA - DELTA T im ZWUE 1 Bei ZWSYO = 2. und ZWUE = 1. TMZ1 = TRA
PCE	in ATA	Druck im Kondensator Hauptkühlkreis
PCEH	in ATA	Druck im Kondensator Nebenkühlkreis
DUETLA	in °C	Überhitzung von TLA DUETLA = 0. Sättigungszustand DUETLA 0. Überhitzung bzw. TLA bei PLA größer 225 ATA
TZPA2	in °C	Temperatur am ZWUE2 Austritt primär Bei ZWKSYSY = 1. TZPA2 = TRA - 10. Bei ZWKSYSY = 2. und ZWKSYSYO = 1 bzw. 2 TZPA2 unter Berücksichtigung des wirklichen DELTA T im ZWUE eingegeben
TZPA1	in °C	Temperatur am ZWUE1 Austritt primär Bei ZWKSYSY = 1. TZPA1 = TRA - 10. Bei ZWKSYSY = 2. und ZWKSYSYO = 1 bzw. 2 TZPA1 unter Berücksichtigung des wirklichen DELTA T im ZWUE eingegeben
PHDAS	in ATA	Druck am Hilfsdampferzeuger-Austritt sekundär
THDAS	in °C	Temperatur am Hilfsdampferzeuger-Austritt sekundär
PHDES	in ATA	Druck am Hilfsdampferzeuger-Eintritt sekundär
THDAP	in °C	Temperatur am Hilfsdampferzeuger-Austritt primär
PDAS	in ATA	Druck am Oberflächendampferzeuger-Austritt sekundär

TDAS	in °C	Temperatur am Oberflächendampferzeuger-Austritt sekundär
TDAP	in °C	Temperatur am Oberflächendampferzeuger-Austritt primär
PHGTA	in ATA	Geschätzter Druck am Austritt der Hilfs-Gebläse-Turbine für die 1. Iteration
THGTA	in °C	Geschätzte Temperatur am Austritt der Hilfs-Gebläse-Turbine für die 1. Iteration

### 5.2.3 Drittes READ (Nur bei DRUBE = 1.)

Das dritte READ fordert die Eingabedaten zur Berechnung der Druckabfälle in einem Rohrleitungssegment in der nachstehend aufgeführten Reihenfolge auf einer Datenkarte.

ROHRL	in M	Gestreckte Rohrlänge des zu berechnenden Rohrleitungssegmentes
ANZB		Anzahl der eingebauten 90 ° Bögen im Rohrleitungssegment
ANZSCH		Anzahl der eingebauten Schieber im Rohrleitungssegment
ANZVEN		Anzahl der eingebauten Ventile im Rohrleitungssegment
WMIT	in M/S	Mittl. Strömungsgeschwindigkeit im Rohrleitungssegment
ANZPAR		Anzahl der parallelen Rohrstränge

Das Rohrleitungssystem wurde in 7 Segmente aufgeteilt. Daher müssen also 7 Datenkarten mit Eingabewerten in der o.a. Reihenfolge und Bedeutung zur Verfügung stehen.

Die Bedeutung der einzelnen Segmente wird im folgenden erläutert:

#### 1. Rohrleitungssegment

Rohrleitung vom Reaktor zu den Zwischenüberhitzern und den Löfflerkesseln.

#### 2. Rohrleitungssegment

Rohrleitung vom Reaktor zur Turbine.



3. Rohrleitungssegment

Rohrleitung vom Löfflerkessel bzw. Oberflächendampferzeuger zum Gebläse.

4. Rohrleitungssegment

Rohrleitung vom Gebläse zum Reaktor.

5. Rohrleitungssegment

Rohrleitung vom Reaktor zum Oberflächendampferzeuger im sekundären Hilfskreis.

6. Rohrleitungssegment

Rohrleitung vom Oberflächendampferzeuger (sekundärer Hilfskreis) zum Hilfskühlkreisgebläse.

7. Rohrleitungssegment

Rohrleitung vom Hilfskühlkreisgebläse zum Reaktor.

Für den Fall, daß ein Teilsegment nicht existiert, wird durch Nullsetzen der ersten vier Eingabewerte erreicht, daß das  $\Delta p$  in diesem Teilsegment Null wird.

Die beiden letzten Eingabewerte müssen jedoch ungleich Null sein!

Mehrere hintereinander ablaufende Kühlkreisberechnungen, z.B. im Rahmen einer Parameterstudie, fordern entsprechend dem o.a. Modus fortlaufend Eingabedaten.

### 5.3 Ausgabe

Die Ausgabe der Ergebnisse erfolgt nach dem gleichen Schema wie auf dem Demonstrationsbogen im Anhang Seite ( 63).

Darin bedeuten die Kurzbezeichnungen:

ERA	kcal/kg	Enthalpie am Reaktoraustritt	
ELE	"	"	" Löffler-Kessel-Eintritt
EZPE1	"	"	" ZWUE1 primär Eintritt
ETE	"	"	" Turbinen-Eintritt
ELA	"	"	" Löffler-Kessel-Austritt
EZPA1	"	"	" ZWUE1 primär Austritt
EZPA2	"	"	" ZWUE2 primär Austritt
EZSE1	"	"	" ZWUE1 sekundär Eintritt
EZSE2	"	"	" ZWUE2 sekundär Eintritt
EMDE =			
EZSA1	"	"	" ZWUE1 sekundär Austritt
EZSA2	"	"	" ZWUE2 sekundär Austritt
EMDA	"	"	" MD-Teil Austritt
ECE1	"	"	" Hauptturbinenkondensator Eintritt
ECE2	"	"	" Gebläseturbinenkondensator Eintritt
EC1	"	"	" Hauptturbinenkondensator Austritt
EC2	"	"	" Gebläseturbinenkondensator Austritt
ERE	"	"	" Reaktoreintritt
EHGA	"	"	" Hilfsgebläse Austritt
EHGTA	"	"	" Austritt der Hilfsgebläseturbine
ESP	"	"	des Speisewassers
EODA	"	"	am Oberflächendampferzeuger-Austritt primär
EGTAPK	"	"	" Gebläseturbinen-Austritt (bei GTIPK $\cong$ 1.)
ETHDER	"	"	des Dampfstromes aus dem HD-Teil am Reaktoreintritt bei ZWKSIO = 2.
EDAS	"	"	am Oberflächendampferzeuger-Austritt sekundärseitig
EDES	"	"	" Oberflächendampferzeuger-Eintritt sekundärseitig

EGTEIP	kcal/kg	Enthalpie am Gebläseturbinen-Eintritt (bei GTIPK > 0.)
EHDEP	"	" " " Hilfsdampferzeuger Eintritt primär
EHDAP	"	" " " Hilfsdampferzeuger Austritt primär
TMDA	°C	Temperatur am MD-Teil Austritt
TTE	°C	Temperatur am Turbinen-Eintritt
PTE	ATA	Druck am Turbinen-Eintritt
TLA	°C	Temperatur am Löffler-Kessel Austritt bzw. am Oberflächendampferzeuger Austritt primärseitig
PLA	ATA	Druck am Löffler-Kessel Austritt bzw. am Oberflächendampferzeuger Austritt primärseitig
PLE	ATA	Druck am Löffler-Kessel Eintritt bzw. am Oberflächendampferzeuger Austritt primärseitig
PSP	ATA	Druck des Speisewassers
PHDAP	ATA	Druck am Hilfsdampferzeuger Austritt primär
PHDEL	ATA	Druck am HD-Teil 1 Eintritt
PMDE	ATA	Druck am MD-Teil Eintritt
TRE	°C	Temperatur am Reaktor Eintritt
PRE	ATA	Druck am Reaktor Eintritt
THGTA	°C	Temperatur am Austritt der Hilfsgebläseturbine
PHGTA	ATA	Druck am Austritt der Hilfsgebläseturbine
THGA	°C	Temperatur am Hilfsgebläse Austritt
PHGA	ATA	Druck am Hilfsgebläse Austritt
TCE	°C	Temperatur am Hauptturbinenkondensator Eintritt
TCEH	°C	Temperatur am Gebläseturbinenkondensator Eintritt
XCE		Dampfeuchte am Hauptturbinenkondensator Eintritt
XCEH		Dampfeuchte am Gebläseturbinenkondensator Eintritt
DPV	AT	Druckerhöhung im Gebläse
TSP	°C	Speisewassertemperatur
ANEN		Anzahl der Enthitzer
PLIPK	ATA	Druck am Endpunkt der isentropen Expansion in der Gebläseturbine (bei GTIPK = 1.)
TLIPK	°C	Temperatur am Endpunkt der isentropen Expansion in der Gebläseturbine (bei GTIPK = 1.)
THDES	°C	Temperatur am Hilfsdampferzeuger Eintritt
THGE	°C	Temperatur am Hauptgebläse-Eintritt
PZPA	ATA	Druck am Zwischenüberhitzer-Austritt primärseitig
PCEVZ	ATA	Druck vor der Zwischentrocknung
PNZWT	ATA	Druck nach der Zwischentrocknung

ECEVZ	kcal/kg	Enthalpie vor der Zwischentrocknung
XCEVZ		Dampfeuchte vor der Zwischentrocknung
EA(1-12)	kcal/kg	Enthalpie des Anzapfdampfes Hauptturbine
TA(1-12)	°C	Temperatur des Anzapfdampfes Hauptturbine
PA(1-12)	ATA	Druck des Anzapfdampfes Hauptturbine
DA(1-12)	kg/h	Anzapfmenge Hauptturbine
EAH(1-5)	kcal/kg	Enthalpie des Anzapfdampfes Gebläseturbine
PAH(1-5)	ATA	Druck " " "
TAH(1-5)	°C	Temperatur " " "
DAH(1-5)	kg/h	Anzapfmenge Gebläseturbine
DR	"	Durchsatz Reaktor
DL	"	" Löffler-Kessel
DZP1	"	" ZWUE1 primär
DZP2	"	" ZWUE2 primär
DT	"	" Turbine
DSP	"	" Speisewasser
DHDP	"	" Hilfsdampferzeuger primär
DZS1	"	" ZWUE1 sekundär
DZS2	"	" ZWUE2 sekundär
DC1	"	" Kondensator Hauptturbine
DC2	"	" Kondensator Gebläseturbine
DHDS	"	" Hilfsdampferzeuger sekundär
DODP	"	" Oberflächendampferzeuger primär
DGT	"	" Gebläseantriebsturbine
DHT	"	" Hausturbine
QR	kcal/kg	erzeugte Wärmemenge im Reaktor
ETAN		Nettowirkungsgrad
DODS	kg/h	Durchsatz Oberflächendampferzeuger sekundär
DGTP	"	Durchsatz Gebläseantriebsturbine bei GTIPK > 0
QGT	MW	Leistung der Gebläseantriebsturbine
QHT	MW	Leistung der Hausturbine
QHGT	MW	Leistung der Gebläseturbine im sekundären Hilfskreis
QSPA	MW	Leistungsbedarf der Speisepumpe
QDGP	MA	Leistungsbedarf des Hauptgebläses bei GTIPK > 0

Wird eine Druckabfallberechnung für das Rohrleitungssystem (bei DRUBE = 1.) durchgeführt, dann erscheinen zusätzlich auf einem weiteren Aus-

gabebogen die folgenden Informationen (s. auch Demonstrationsbogen in Anhang Seite (64) ).

DPRZ	AT	Druckabfall Reaktor-Zwischenüberhitzer
DPESD	AT	Druckabfall im Einspritzdampferzeuger
DRRT	AT	Druckabfall Reaktor-Turbine
DPDV	AT	Druckabfall Dampferzeuger-Gebläse
DPVR	AT	Druckabfall Gebläse-Reaktor
DPESW	AT	Druckabfall bei der Speisewassereinspritzung
DPRHD	AT	Druckabfall Reaktor-Dampferzeuger im sekundären Hilfskreis
DPHDP	AT	Druckabfall im Dampferzeuger des sekundären Hilfskreises
DPHDV	AT	Druckabfall Dampferzeuger (sek. Hilfskreis)-Gebläse (sek. Hilfskreis)
DPVRH	AT	Druckabfall Gebläse (sek. Hilfskreis)-Reaktor
D3RZ	MM	Innendurchmesser (Wandstärke) der Rohrleitung
(WD3RZ)	MM	Reaktor - Zwischenüberhitzer
D3RT	MM	Innendurchmesser (Wandstärke) der Rohrleitung
(WD3RT)	MM	Reaktor - Turbine
D3DV	MM	Innendurchmesser (Wandstärke) der Rohrleitung
(WD3DV)	MM	Dampferzeuger - Gebläse
D3VR	MM	Innendurchmesser (Wandstärke) der Rohrleitung
(WD3VR)	MM	Gebläse - Reaktor
D3RHD	MM	Innendurchmesser (Wandstärke) der Rohrleitung
(WD3RHD)	MM	Reaktor - Dampferzeuger (sek. Hilfskreis)
D3HDV	MM	Innendurchmesser (Wandstärke) der Rohrleitung
(WD3HDV)	MM	Dampferzeuger - Gebläse (sek. Hilfskreis)
D3VRH	MM	Innendurchmesser (Wandstärke) der Rohrleitung
(WD3VRH)	MM	Gebläse - Reaktor (sek. Hilfskreis)

#### 5.4 Erläuterung der möglichen Fehlermeldungen

Zur Kontrolle des iterativen Rechnungsablaufes wurden im MAINPROG, aber auch in den zugehörigen Unterprogrammen zahlreiche logische Abfragen eingebaut, die im Falle eines fehlerhaften oder nicht sinnvollen Programmablaufes, z.B. als Folge einer fehlerhaften Eingabegröße, spezifizierte Fehlermeldungen an den Benutzer übermitteln.

5.4.1 Mögliche Fehlermeldungen aus dem MAINPROG

1. KOM 1

Das Iterationsverfahren zur Ermittlung der Temperatur am Reaktor-Eintritt (TRE) konvergiert nicht.

Die Rechnung wird nach erfolgtem Befehl zum Ausdrucken der Eingabewerte abgebrochen.

2. KOM 2 DENTH = nnn.nn

Das Iterationsverfahren zur Ermittlung der Enthalpie am Eintritt der Hauptturbine bei GTIPK = 1. konvergiert nicht.

DENTH = nnn.nn gibt die gerade vorliegende Enthalpiedifferenz zwischen zwei Folgewerten von ETE an.

Die Rechnung wird nicht abgebrochen!

3. KOM 3 REGEV DTSP = nnn.nn

Das Iterationsverfahren zur Ermittlung der Speisewassertemperatur konvergiert nicht.

DTSP = nnn.nn gibt die gerade vorliegende Temperaturdifferenz zwischen zwei Folgewerten von TSP an.

Die Rechnung wird nicht abgebrochen!

4. KOM 4 PMN = nnn.nn

Der fest in das Programm eingebaute Trenndruck von 3,5 ata zwischen MD- und ND-Teil wurde für den vorliegenden Rechnungsablauf korrigiert, um eine sinnvolle Lösung zu ermöglichen.

PMN = nnn.nn gibt den korrigierten Trenndruck an.

5. KOM = MM

Überschreitung der Sättigungslinie in das Naßdampfgebiet bei einer isentropen Teilexpansion.

Die Festkomma, Variable hat im speziellen folgende Bedeutung:

MM = 10 Überschreitung der Sättigungslinie im HD-Teil 2

MM = 20 " " " " HD-Teil 1

MM = 30 " " " " MD-Teil

6. Korrektur von PHDA1

Zu kleiner Eingabewert für PHDA1.

Das Programm korrigiert PHDA1 schrittweise bis eine sinnvolle Lösung möglich ist.

7. Korrektur von TZPA

Zu kleiner Eingabewert für TZPA1 oder TZPA2.

Das Programm korrigiert diese Temperaturen schrittweise bis

$TZPA_i - 25 > THDA_i$  erreicht ist.

$THDA_i$  .... Temperatur am HD-Teil Austritt.

5.4.2 Fehlermeldung aus den Unterprogrammen

1. KOM 1 03779

Kommentar aus SUBROUTINE CONGAU Expansionsendpunkt in der Gebläseturbine im sek. Hilfskreis fällt in das Naßdampfgebiet.

Durch Definition einer Steuergröße wird im MAINPROG nach erfolgtem Befehl zum Ausdrucken der Eingabewerte die Rechnung abgebrochen!

2. Bei der Verwendung der in [6] angegebenen Rechenprogramme zur Bestimmung der thermodynamischen Zustandsgrößen können bei der Ausgabe weitere spezifizierte Fehlermeldungen erscheinen.

Die Bedeutung dieser Kommentare ist in [6] ausführlich erläutert.

5.5 Zugehörige Unterprogramme

5.5.1 Unterprogramme für das ROUTSEGMENT

Das ROUTSEGMENT besteht aus dem MAINPROG und den nachfolgend aufgeführten Unterprogrammen.

Die FORTRAN-Listen dieser Programme sind im Anhang (7.2) aufgeführt.

1. Zur Berechnung der Endfeuchte im ND-Teil der Turbine die SUBROUTINE EFEU (S1, PC, TC, EL, ETATW, XC, SC, EC)

2. Zur Berechnung des Schnittpunktes der Sättigungslinie mit der Expansionslinie die SUBROUTINE SEX (SC, EC, S1, EL, TGS, PGS)

3. Zur Berechnung der Anzapfpunkte im Naßdampfgebiet die  
SUBROUTINE ANNA (PSV, TSVA, SC, S1, EC, E1, TAD, EAD)
4. Zur Berechnung der Anzapfpunkte im Heißdampfgebiet die  
SUBROUTINE ANHEI (PSV, TSVA, SC, S1, EC, E1, TAD, EAD)
5. Zur Berechnung der Temperaturdifferenzen in den Vorwärm-  
stufen die  
SUBROUTINE DETEV (P, EAUS, TSVA, PSV)
6. Zur Prüfung des isentropen Expansionsverlaufes die  
SUBROUTINE PIEX (S, PA, KPIEX)
7. Zur Kontrolle der Zustandsgrößen am Austritt aus der Gebläse-  
antriebsturbine im sek. Hilfskreis die  
SUBROUTINE CONGAU (SHKTIS, EHKTIS, EHGTA, PHGTA, THGTA, STK)
8. Zur Berechnung diskreter Drücke im Kühlkreislauf die  
SUBROUTINE DRUB
9. Zur Berechnung der Druckabfälle für den gesamten Kühlkreis die  
SUBROUTINE DELTAP (DRUBE)
10. Zur Berechnung des Expansionsendpunktes in der Gebläseantriebs-  
turbine die  
SUBROUTINE EXGEB (P, T, PE, ETAHTM, EGTAPK, EGT, E2ST)
11. Zur Berechnung der Mischungsenthalpie nach Zuspeisung des Ge-  
bläseturbinenabdampfes die  
SUBROUTINE ENMI (N, KXX, ENTH, EMISCH)

Zusätzlich werden zur Berechnung der thermodynamischen Zustands-  
größen die folgenden FUNCTIONEN und SUBROUTINEN benötigt:

WV	(P,T)	TS	(P)
WI	(P,T)	PS	(T)
WS	(P,T)	TPEW	(P,I)
HDV	(P,T)	TPE	(P,I)
HDI	(P,T)	TPS	(P,S)
HDS	(P,T)	TUPES	(I,S,P,T)

Diese sind im Externen Bericht Nr. 8/66-1 [6] detailliert be-  
schrieben.



### 5.5.2 Unterprogramme für das OVL (Zweigsegment) DIAURO

Das OVL DIAURO benötigt neben der Stammfunktion DIAURO (DURCHS, PM, TM)

in der der Druckabfall in einem Rohrsegment gerechnet wird, die folgenden zusätzlichen Unterprogramme.

1. Zur Ermittlung von Norm-Rohrabmessungen die SUBROUTINE SUCH (D1, S1, D2, S2, D3)
2. Zur Berechnung der dynamischen Viskosität von H<sub>2</sub>O die FUNCTION ETA (P, T, Z) [6]
3. Zur Berechnung der dynamischen Viskosität von HE die FUNCTION ETA HE (P, T) [8]
4. Zur Berechnung des spezifischen Volumens von H<sub>2</sub>O die FUNCTION HDV (P, T)
5. Zur Berechnung des spezifischen Volumens von HE die FUNCTION HEV (P, T)
6. Zur Berechnung der Widerstandsbeiwerte für Strömung im Rohr die FUNCTION CKSI (ARK, DI, RE)  
(Dieser FUNCTION sind die Beziehungen von Prandtl - von Kármán bzw. Colebrook und White zugrunde gelegt [7]).

### 5.5.3 Unterprogramme für das OVL (Zweigsegment) HEZU

Das OVL HEZU benötigt neben der Stammfunktion HEZU in der die thermodynamischen Zustandsgrößen für HE berechnet werden, die folgenden zusätzlichen Unterprogramme.

1. Zur Berechnung des spezifischen Volumens von HE die FUNCTION HEV (P, T)
2. Zur Berechnung der spezifischen Enthalpie von HE die FUNCTION HEI (P, T)

## 5.6 Speicherplatzbedarf und Rechenzeit

Der max. Speicherplatzbedarf beträgt für das ROUTSEGMENT + größtes OVL + COMMONSPEICHER ~ 9900 Speicherplätze. Es muß jedoch an dieser Stelle vermerkt werden, daß sich bei der Verwendung anderer FUNCTIONEN zur Berechnung der thermodynamischen Zustandsgrößen durchaus ein kleinerer oder sogar größerer Speicherplatzbedarf ergibt.

---

Die Rechenzeit für einen Kreisprozeß beträgt 1,5 bis 3 min. Diese relativ ungenaue Angabe der tatsächlichen Rechenzeit ist durch die starke Abhängigkeit von der gewählten Schaltungsversion aber auch durch die zu schätzenden Eingabewerte für die erste Iteration bedingt.

6. Literatur

- [1] Schröder, K.:  
Große Dampfkraftwerke. Band 1 und 2
- [2] Musil, L., Knizia, K.:  
Die Thermodynamik des Dampfkraftprozesses. Band 1
- 
- [3] Zens, R.:  
Ein Programmsystem für die elektronische Berechnung  
von Kreisprozessen bei Dampfturbinenanlagen.  
Siemens-Zeitschrift, Heft 7, Juli 1963
- [4] Nekolny, J.:  
Die Theorie der mehrstufigen regenerativen Speise-  
wasservorwärmung.  
Energietechnik 7. Jg., Heft 10, Oktober 1957
- [5] Novak, H.:  
Enthitzer in Vorwärmanlagen von Dampfkraftwerken.  
BWK 13 (1961) Nr. 7, 5. Juli
- [6] Schnauder, H., Spilker, H.:  
Rechenprogramme zur Bestimmung der Stoffwerte und  
der thermodynamischen Zustandsgrößen von Wasser  
und Wasserdampf.  
Kernforschungszentrum Karlsruhe,  
Externer Bericht 8/66-1
- [7] VDI-Wärmeatlas, VDI-Verlag GmbH., Düsseldorf
- [8] THERMODYNAMIC UND TRANSPORT PROPERTIES OF HELIUM  
GA 1355

7. Anhang

7.1 Demonstrationsbogen für die Ausgabe

---

DIREKTKREISLAUF

THERMODYNAMISCHER KREISPROZESS MIT ZWISCHENUEBERHITZUNG

PROZESS NR 1

EINGABE

QEL =1000.00 MW PHDA1= 32.60 ATA DUETLA= 0.00 C PHDAS= 190.00 ATA ZWKSYS= 1.00 PDAS= 170.00 ATA  
 PRA = 170.00 ATA TMZ1 = 510.00 C TZPA2 = 476.10 C THDAS= 520.00 C ZWSYO= 0.00 TDAS= 520.00 C  
 TRA = 540.00 C PCE = 0.040 ATA TZPA1 = 476.10 C PHDES= 205.00 ATA DPODS= 2.50 AT TDAP= 370.00 C  
 PHDA2= 80.00 ATA PCEH = 0.040 ATA DPRG = 11.30 AT THDAP= 355.00 C  
 TMZ2 = 510.00 C

ZWUE = 1.000 DPZP = 0.50 AT HT = 1.00 ETAHTM= 0.750 ZWT = 0.000 PCEVZ= 0.000 ATA  
 ETAHD= 0.840 CPZS2= 1.50 AT NHOD = 3 EIHAG = 0.750 EIGENB= 5.000 MW PNZWT= 0.000 ATA  
 ETAMD= 0.890 DPZS1= 1.50 AT AVH = 4.00 EIHKT = 0.700 SPERRD= 0.000 KG/H ECEVZ= 0.000 KCAL/KG  
 ETAND= 0.840 AV = 7.00 UEBESP= 0.00 EIHKG = 0.800 GTIPK = 0.000 XCEVZ= 1.000

AUSGABE

ERA = 812.90 KCAL/KG EZPA1= 769.11 KCAL/KG EZSA2= 812.22 KCAL/KG EC2 = 28.65 KCAL/KG EGTAPK= 0.00 KCAL/KG  
 ELE = 811.57 KCAL/KG EZPA2= 769.11 KCAL/KG EMDA = 701.06 KCAL/KG ERE = 623.26 KCAL/KG ETHDER= 0.00 KCAL/KG  
 EZPE1= 811.57 KCAL/KG EZSE1= 722.77 KCAL/KG ECE1 = 558.60 KCAL/KG EHGA = 640.93 KCAL/KG EDAS = 0.00 KCAL/KG  
 ETE = 812.22 KCAL/KG EZSE2= 0.00 KCAL/KG ECE2 = 537.08 KCAL/KG EHGTA= 768.48 KCAL/KG EDES = 0.00 KCAL/KG  
 ELA = 616.05 KCAL/KG EMDE = 830.86 KCAL/KG ECI = 28.65 KCAL/KG ESP = 250.23 KCAL/KG EGTEIP= 0.00 KCAL/KG

EHDEP= 811.57 KCAL/KG TLA = 348.23 C PHDE1= 0.00 ATA PHGTA= 106.02 ATA XCE = 0.911 PIIPK= 0.00 ATA  
 EHDAP= 635.48 KCAL/KG PLA = 165.00 ATA PMDE = 31.10 ATA THGA = 369.41 C XCEH= 0.874 TIIPK= 0.00 C  
 TMDA = 234.51 C PLE = 167.50 ATA TRE = 361.43 C PHGA = 182.80 ATA DPV = 18.300 AT THDES= 213.86 C  
 TTE = 535.00 C PSP = 170.00 ATA PRE = 181.30 ATA TCE = 28.64 C TSP =241.700 C THGE = 348.23 C  
 PTE = 160.08 ATA PHDAP= 165.00 ATA THGTA= 442.61 C TCEH = 28.64 C ANEN= 2 PZPA = 167.00 ATA

EA1 = 606.76 KCAL/KG EA7 = 722.77 KCAL/KG TA1 = 62.96 C TA7 = 314.22 C PA1 = 0.23 ATA PA7 = 32.60 ATA  
 EA2 = 646.16 KCAL/KG EA8 = 0.00 KCAL/KG TA2 = 93.80 C TA8 = 0.00 C PA2 = 0.82 ATA PA8 = 0.00 ATA  
 EA3 = 680.91 KCAL/KG EA9 = 0.00 KCAL/KG TA3 = 123.42 C TA9 = 0.00 C PA3 = 2.25 ATA PA9 = 0.00 ATA  
 EA4 = 719.12 KCAL/KG EA10= 0.00 KCAL/KG TA4 = 273.52 C TA10 = 0.00 C PA4 = 5.00 ATA PA10 = 0.00 ATA  
 EA5 = 759.34 KCAL/KG EA11= 0.00 KCAL/KG TA5 = 359.57 C TA11 = 0.00 C PA5 = 10.30 ATA PA11 = 0.00 ATA  
 EA6 = 797.35 KCAL/KG EA12= 0.00 KCAL/KG TA6 = 439.93 C TA12 = 0.00 C PA6 = 18.98 ATA PA12 = 0.00 ATA

EAH1= 596.29 KCAL/KG PAH1= 0.48 ATA TAH1= 79.96 C DA1= 1.13593E 05 KG/H DA7 = 1.79285E 05 KG/H DAH1= 2.63917E 04 KG/H  
 EAH2= 641.48 KCAL/KG PAH2= 2.48 ATA TAH2= 126.49 C DA2= 1.18162E 05 KG/H DA8 = 0. KG/H DAH2= 2.52394E 04 KG/H  
 EAH3= 677.58 KCAL/KG PAH3= 7.98 ATA TAH3= 198.62 C DA3= 1.23866E 05 KG/H DA9 = 0. KG/H DAH3= 3.17532E 04 KG/H  
 EAH4= 710.98 KCAL/KG PAH4= 21.21 ATA TAH4= 280.56 C DA4= 1.29011E 05 KG/H DA10= 0. KG/H DAH4= 3.57895E 04 KG/H  
 EAH5= 0.00 KCAL/KG PAH5= 0.00 ATA TAH5= 0.00 C DA5= 1.18600E 05 KG/H DA11= 0. KG/H DAH5= 0. KG/H  
 DA6= 1.58770E 05 KG/H DA12= 0. KG/H

DR = 1.12616E 07 KG/H DSP = 2.95282E 06 KG/H DC2 = 2.70740E 05 KG/H QR = 2.13570E 09 KCAL/H QGT = 80.851 MW  
 DL = 8.73207E 01 KG/H DHDP= 1.25136E 06 KG/H DHDS= 3.83388E 05 KG/H QHT = 5.420 MW  
 DZP1= 7.05734E 06 KG/H DZS1= 2.77203E 06 KG/H DODP= 1.00000E 00 KG/H ETAN = 4.02679E-01 QHGT = 11.796 MW  
 DZP2= 0. KG/H DZS2= 0. KG/H DGT = 3.59301E 05 KG/H DODS = 0. KG/H QSPA = 20.355 MW  
 DT = 2.95282E 06 KG/H DC1 = 2.01200E 06 KG/H DHT = 2.40870E 04 KG/H DGTP = 0. KG/H QDGP = 0.000 MW

Ausgabeliste der berechneten Druckabfälle und der Rohrabmessungen

EINGABE

ROHRL= 60.00 M	ANZB= 6.00	ANZSCH= 2.00	ANZVEN= 1.00	WMIT= 30.00 M/S	ANZPAR= 6.00
ROHRL= 80.00 M	ANZB= 8.00	ANZSCH= 2.00	ANZVEN= 1.00	WMIT= 30.00 M/S	ANZPAR= 2.00
ROHRL= 10.00 M	ANZB= 2.00	ANZSCH= 0.00	ANZVEN= 0.00	WMIT= 30.00 M/S	ANZPAR= 6.00
ROHRL= 60.00 M	ANZB= 4.00	ANZSCH= 2.00	ANZVEN= 1.00	WMIT= 30.00 M/S	ANZPAR= 6.00
ROHRL= 30.00 M	ANZB= 3.00	ANZSCH= 1.00	ANZVEN= 1.00	WMIT= 30.00 M/S	ANZPAR= 2.00
ROHRL= 0.00 M	ANZB= 0.00	ANZSCH= 0.00	ANZVEN= 0.00	WMIT= 30.00 M/S	ANZPAR= 2.00
ROHRL= 40.00 M	ANZB= 4.00	ANZSCH= 1.00	ANZVEN= 1.00	WMIT= 30.00 M/S	ANZPAR= 2.00

AUSGABE

DPRZ = 0.837 AT	DPRHD = 0.592 AT	D3RZ=524.730 MM	D3RHD=385.000 MM	WD3RZ= 42.616 MM	WD3RHD= 29.915 MM
DPESD = 2.000 AT	DPHDP = 2.500 AT				
DPRT = 0.956 AT		D3RT=589.751 MM		WD3RZ= 47.897 MM	
DPDV = 0.317 AT	DPHCV = 0.000 AT	D3DV=438.000 MM	D3HDV=272.000 MM	WD3DV= 14.606 MM	WD3HDV= 9.105 MM
DPVR = 2.054 AT	DPVRH = 2.246 AT	D3VR=413.000 MM	D3VRH=247.000 MM	WD3VR= 15.805 MM	WD3VRH= 9.307 MM
DPESW = 5.000 AT					

7.2 FORTTRAN-Listen des MAINPROG und der zugehörigen Unterprogramme

---

```
*ID C3760,,,
*USER IRE,SPILKER
C KREDAR PRIMAER-MEDIUM H2O UND HE
C PROGRAMM ZUR THERMODYNAMISCHEN BERECHNUNG VON REAKTOR-KUEHLKREIS-
C LAEUFEN MIT UND OHNE ZWISCHENUUEBERHITZUNG FUER H 2 O UND HE
C ALS KUEHLMEDIUM IM PRIMAERKREIS
  DIMENSION EA(12),PA(12),TA(12),DA(12),QE(12),EAEE(12),
  1EAH(5),PAH(5),TAH(5),DAH(5),QEH(5),KORKOM(2),A(18),CN(60),PET(3)
  COMMON ZWUE,QEL,PHDA1,DUETLA,PHDAS,ZWKSYP,PDAS,PRA,TMZ1,TZPA2,
  1THDAS,DPODS,TDAS,TRA,PCE,TZPA1,PHDES,TDAP,PHDA2,PCEH,DPRG,THDAP,
  2TMZ2,DPZP,HT,ETAHTM,ETAHD,DPZS2,NHOD,EIGENB,ETAMD,DPZS1,AVH,
  3SPERRD,ETAND,AV,UEBESP,GTIPK,ERA,EZPA1,EZSA2,EC2,EGTAPK,ELE,
  4EZPA2,EMDA,ERE,ETHDER,EZPE1,ECE1,EHGA,EDAS,ETE,EZSE2,ECE2,EZPE2,
  5EHGTA,EDES,ELA,EMDE,EC1,ESP,EGT,EHDEP,TLA,PHDE1,PHGTA,XCE,P1IPK,
  6EHDAP,PLA,PMDE,THGA,XCEH,T1IPK,TMDA,PLE,TRE,PHGA,DPV,THDES,TTE,
  7PSP,PRE,TCE,TSP,THGE,PTE,PHDAP,THGTA,TCEH,NENTH,EAEE,TA,PA,EAH,
  8PAH,TAH,DA,DAH,DR, DC2,QR,QGT,DL,DHDP,DHDS,ETATH,QHT,DZP1,
  9DZS1,DODP,ETAN,QHGT,DZP2,DGT,DODS,DT,DC1,DHT,EZSE1,DZS2,PZPA,DSP
  COMMON QGTSPA,DGTIP,QDGP,XCEVZ,ECE1VZ,PCEVZ,PNZWT,ZWT,KAUSG
  COMMON DPRZ,DPESD,DPRT,DPDV,DPVR,DPESW,DPRHD,DPHDP,DPHDV,DPVRH,
  1DSZWK,PHDEP,DPSP,ZWKSYP,READIN,EDAP,EIHAG,EIHKT,EIHKG,KPRIME,TLE
  2,SPVPR1,SPVPR2,KDPROL
  NR=0
  DC1=1.
  DC2=1.
  DSP=1.
  DODP=1.
  KORKOM(1)=5@PHDA1
  KORKOM(2)=5@TZPA
1 READ INPUT TAPE 8,100,QEL,ZWUE,ETAHD,ETAMD,ETAND,ETAHTM,
  1EIHAG,EIHKT,EIHKG,DPZP,DPZS2,DPZS1,
  2DPODS,DPRG,AV, NHOD,AVH,UEBESP ,EIGENB,SPERRD,HT,GTIPK,ZWKSYP
  3,ZWKSYP,ZWT,DRUBE,KPRIME
C QEL IN MW ELEKTRISCHE NETTOLEISTUNG
C ZWUE ZWISCHENUUEBERHITZUNG
C ZWUE=2. 2-FACH
C ZWUE=1. 1-FACH
C ZWUE=0. OHNE
C ETAHD INNERER WIRKUNGSGRAD HD-TEIL
C ETAMD INNERER WIRKUNGSGRAD MD-TEIL
C ETAND INNERER WIRKUNGSGRAD ND-TEIL
C ETAHTM MITTL. INNER WIRKUNGSGRAD DER GEBLAESETURBINE
C EIHAG MITTL. INNER WIRKUNGSGRAD DES GEBLAESES
C EIHKT MITTL. INNER WIRKUNGSGRAD DER HILFS.-KUEHLK.-
C GEBLAESE-TURBINE
C EIHKG MITTL. INNER WIRKUNGSGRAD DES HILFS.-KUEHLK.-
C GEBLAESES
C DPZP IN AT DRUCKABFALL IN DEN ZWUE PRIMAERSEITIG
C DPZS2 IN AT DRUCKABFALL IM ZWUE2 SEKUNDAERSEITIG
C DPZS1 IN AT DRUCKABFALL IM ZWUE1 SEKUNDAERSEITIG
C DPODS IN AT DRUCKABFALL IM OBERFLAECHE-DAMPFERZEUGER SEK.
C DPRG IN AT GESAMTDRUCKABFALL IM REAKTOR
C AV ANZAHL VORWAERMER HAUPTKUEHLKREIS
C NHOD ANZAHL HOCHDRUCKVORWAERMER + AV/2.
C AVH ANZAHL VORWAERMER NEBENKUEHLKREIS
C UEBESP PROZENTUALER ANTEIL UEBERSCHUSS DSP
C EIGENB IN MW EIGENBEDARF DES KRAFTWERKES
C SPERRD IN KG/H SPERRDAMPFMENGE
C HT STEUERGROESSE
C HT=1. MIT HAUSTURBINE
C HT=0. OHNE HAUSTURBINE
```



C GTIPK STEUERGROESSE  
C GTIPK=0. OHNE G.T. IM PRIMAERKREIS  
C GTIPK=1. MIT G.T. IM PRIMAERKREIS IN REIHE  
C GTIPK=2. MIT G.T. IM PRIMAERKREIS PARALLEL  
C EXPANSIONSBEGINN BEI PMDA  
C MOEGLICH BEI ZWUE=0.,1.,2. UND ZWT=1.  
C GTIPK=3. MIT G.T. IM PRIMAERKREIS PARALLEL  
C EXPANSIONSBEGINN BEI PHDA1  
C MOEGLICH BEI ZWUE=1.,2.  
C GTIPK=4. MIT G.T. IM PRIMAERKREIS PARALLEL  
C EXPANSIONSBEGINN BEI PTE WENN ZWUE=0.  
C BEI PMDE WENN ZWUE=1.,2.  
C MOEGLICH BEI ZWUE=0.,1.,2. UND ZWT=1.  
C GTIPK=5. MIT G.T. IM PRIMAERKREIS PARALLEL  
C EXPANSIONSBEGINN BEI PHDA1  
C MOEGLICH BEI ZWUE=1.,2.  
C GTIPK=6. MIT G.T. IM PRIMAERKREIS PARALLEL  
C EXPANSIONSBEGINN BEI PTE WENN ZWUE1.  
C BEI PHDE1 WENN ZWUE2.  
C MOEGLICH BEI ZWUE=1.,2.  
C GTIPK=7. MIT G.T. IM PRIMAERKREIS PARALLEL  
C EXPANSIONSBEGINN BEI PHDA2  
C MOEGLICH BEI ZWUE=2.  
C GTIPK=8. MIT G.T. IM PRIMAERKREIS PARALLEL  
C EXPANSIONSBEGINN BEI PTE  
C MOEGLICH BEI ZWUE=2.  
C ZWKSX STEUERGROESSE  
C ZWKSX =1. DIREKTKREISLAUF MIT LOEFFLERKESSEL B.Z.W. EINSPRITZD.  
C ZWKSX =2. ZWEIKREISSYSTEM MIT OBERFLAECHENDAMPFERZEUGER  
C ZWKSX =0. BEI ALLEN ANDEREN SCHALTUNGEN  
C ZWKSXO STEUERGROESSE  
C ZWKSXO=1. OFFENES ZWEIKREISSYSTEM MIT LOEFFLERKESSEL U. OBF. D.  
C ZWKSXO=2. OFFENES ZWEIKREISSYSTEM, REAKTOR ALS UEBERHITZER  
C ZWKSXO=0. BEI ALLEN ANDEREN SCHALTUNGEN  
C ZWT STEUERGROESSE  
C ZWT=0. OHNE ZWISCHENTROCKNUNG  
C ZWT=1. MIT ZWISCHENTROCKNUNG  
C DRUBE STEUERGROESSE  
C DRUBE=0. OHNE DRUCKABFALLBERECHNUNG,  
C EINPROGRAMMIERTE SCHAETZWERTE WERDEN VERWENDET  
C DRUBE=1. MIT DRUCKABFALLBERECHNUNG IN DEN WICHTIGEN  
C ROHRLEITUNGSSEGMENTEN  
C KPRIME STEUERGROESSE  
C KPRIME =0 PRIMAER-MEDIUM H2O  
C KPRIME =1 PRIMAER-MEDIUM HE

IF(QEL)998,998,8005

998 CALL EXIT

8005 READ INPUT TAPE 8,100,PRE,TRA,PHDA2,TMZZ,PHDA1,TMZ1,PCE,PCEH,  
1DUETLA,TZPA2,TZPA1,PHDAS,THDAS,PHDES,THDAP,PDAS,TDAS,TDAP,PHGTA,  
2THGTA

C PRE IN ATA DRUCK AM REAKTOR EINTRITT  
C BEI ZWKSXO=2. PRE FUER 1. ITERATION SCHAETZEN  
C TRA IN C TEMPERATUR AM REAKTOR AUSTRITT  
C PHDA2 IN ATA DRUCK AM AUSTRITT HD-TEIL 2  
C BEI ZWKSXO=2. PHDA2 FUER 1. ITERATION SCHAETZEN  
C TMZZ IN C TEMPERATUR AM ZWUE2 AUSTRITT  
C BEI ZWKSXO=2. U. ZWUE=2. TMZZ=TRA  
C PHDA1 IN ATA DRUCK AM AUSTRITT HD-TEIL 1  
C BEI ZWKSXO=2. PHDA1 FUER 1. ITERATION SCHAETZEN  
C TMZ1 IN C TEMPERATUR AM ZWUE1 AUSTRITT  
C BEI ZWKSXO=2. U. ZWUE=2. TMZ1=TRA-DELTA T IM ZWUE1

```
C          BEI ZWKSYO=2. U. ZWUE=1. TMZ1=TRA
C   PCE      IN  ATA   DRUCK IM KONDENSATOR HAUPTKUEHLKREIS
C   PCEH     IN  ATA   DRUCK IM KONDENSATOR NEBENKUEHLKREIS
C   DUETLA   IN  C     DELTA T UEBERHITZUNG VON TLA
C          DUETLA=0. SAETTIGUNGSZUSTAND
C          DUETLA+0. UEBERHITZUNG B.Z.W. TLA BEI PLA
C          GROESSER 225. ATA
C   TZPA2    IN  C     TEMPERATUR AM ZWUE2 AUSTRITT PRIMAER
C          WENN ZWKSY=1. TZPA2=TRA-10.
C          WENN ZWKSY=2. U. ZWKSYO=1+2 TZPA2 UNTER BERUECKSICHTIGUNG
C          DES WIRKLICHEN DELTA T IM ZWUE EINGEBEN
C   TZPA1    IN  C     TEMPERATUR AM ZWUE1 AUSTRITT PRIMAER
C          WENN ZWKSY=1. TZPA1=TRA-10.
C          WENN ZWKSY=2. U. ZWKSYO=1+2 TZPA1 UNTER BERUECKSICHTIGUNG
C          DES WIRKLICHEN DELTA T IM ZWUE EINGEBEN
C   PHDAS    IN  ATA   DRUCK AM HILFSDAMPFERZEUGER AUSTRITT SEK.
C   THDAS    IN  C     TEMPERATUR HILFSDAMPFERZEUGER AUSTRITT SEK.
C   PHDES    IN  ATA   DRUCK AM HILFSDAMPFERZEUGER EINTRITT SEK.
C   THDAP    IN  C     TEMPERATUR HILFSDAMPFERZEUGER AUSTRITT PRIM.
C   PDAS     IN  ATA   DRUCK AM OBERFLAECHENDAMPFERZ.-AUSTRITT SEK.
C   TDAS     IN  C     TEMP. AM OBERFLAECHENDAMPFERZ.-AUSTRITT SEK.
C   TDAP     IN  C     TEMP. AM OBERFLAECHENDAMPFERZ.-AUSTRITT PRI.
C          WIRD BEI ZWKSYO=1. ERRECHNET, FUER 1. ITER. SCH.
C          BEI ZWKSYO=2. UNTER BERUE. DES RICHT. DELTA T
C          IM OBERFL.-DAMPFERZ. EINGEB.
C   PHGTA    IN  ATA   GESCHAETZTER DRUCK AM AUSTRITT DER HILFS-
C          GEL.-TURB. FUER DIE 1. ITERATION
C   THGTA    IN  C     GESCHAETZTE TEMP. AM AUSTRITT DER HILFS-
C          GEL.-TURB. FUER DIE 1. ITERATION
C   PROGRAMMTEIL ZUR DEFINITION DISKRETER AUSGANGSKONSTANTEN
C   PRA=PRE-DPRG
C   DO 1002 I=1,12
C   EA(I)=0.
C   EAEE(I)=0.
C   PA(I)=0.
C   TA(I)=0.
C   DA(I)=0.
C   IF(I-5)1003,1003,1002
1003  EAH(I)=0.
C   PAH(I)=0.
C   TAH(I)=0.
C   DAH(I)=0.
C   GEH(I)=0.
1002  CONTINUE
C   DO 1007 I=1,60
1007  CN(I)=0.
C   NENTH=0
C   T1IPK=0.
C   P1IPK=0.
C   E1IPK=0.
C   EGTAPK=0.
C   THGE=0.
C   ETHDER=0.
C   EGT=0.
C   X0 =0.
C   X1= 0.
C   X2= 0.
C   X3= 0.
C   X4 =0.
C   X5=0.
C   X6=0.
```

X7=0.  
X8=0.  
X23=0.  
SKON1=1.  
CONZWT=0.  
PCEVZ=0.  
PNZWT=0.  
XCEVZ=1.  
ECE1VZ=0.  
KAUSG=0  
DTREA=8.6E+5  
TREA=0.  
DENTHA=DTREA

PND=5.  
TSPA=1.E+3  
DTSPA=1.E+3  
DRUBEI=0.  
READIN=0.  
PMN =3.5000121  
CN(57)=1.  
ITKOM1=0  
CO11=1.  
A(9)=1.  
K1111=0  
KGTSTK=0  
QGT=1.  
KGTIPK=XFIXF(GTIPK)  
IF(GTIPK)70,70,71

71 KGTSTK=GTIPK  
GTIPK=0.

C	PROGRAMMTEIL	ZUR DEFINITION DER WIRKUNGSGRAD E
C	ETATM	MECH. WIRKUNGSGRAD DER HAUPTTURBINE
70	ETATM=0.99	
C	ETAG	GENERATORWIRKUNGSGRAD
	ETAG=0.985	
C	ETAU	UMSPANNWIRKUNGSGRAD
	ETAU=0.996	
C	EIHAGT	INNERER WIRKUNGSGRAD DER HAUPTGEBLAESETURBINE
C		EINGABE=ETAHTM
C	EMHAGT	MECH. WIRKUNGSGRAD DER HAUPTGEBLAESE-TURBINE
	EMHAGT=0.98	
C	EIHAG	INNERER WIRKUNGSGRAD DES HAUPTGEBLAESES
C		EINGABE
C	EMHAG	MECH. WIRKUNGSGRAD DES HAUPTGEBLAESES
	EMHAG=0.98	
C	EIHASP	INNERER WIRKUNGSGRAD DER HAUPTSPEISEPUMPE
	EIHASP=0.87	
C	EMHASP	MECH. WIRKUNGSGRAD DER HAUPTSPEISEPUMPE
	EMHASP=0.88	
C	EIHIT	EINGABE=ETAHTM
C	EMHIT	MECH. WIRKUNGSGRAD DER HAUSTURBINE
	EMHIT=0.98	
C	EIHKT	INNERER WIRKUNGSGRAD DER HILFSKUEHLKREIS-TURBINE
C		B.Z.W. INNERER WIRKUNGSGRAD DER HAUPTGEBLAESE-TURB.
C		(EIHAGT=ETAHTM) BEI GTIPK= GROESSER 1
C		EINGABE
C	EMHKT	MECH. WIRKUNGSGRAD DER HILFSKUEHLKREIS-TURBINE
	EMHKT=0.98	
C	EIHKG	INNERER WIRKUNGSGRAD DES HILFSKUEHLKREIS-GEBL.
C		EINGABE
C	EMHKG	MECH. WIRKUNGSGRAD DES HILFSKUEHLKREIS-GEBL.

```
C      EMHKG=0.98
      EINSF      INNERER WIRKUNGSGRAD DER NIEDERDRUCK-SPEISEP.
      EINSF=0.87
C      EMNSF      MECH. WIRKUNGSGRAD DER NIEDERDRUCK-SPEISEP.
      EMNSF=0.95
C      ETAMO      MOTOR-UND GETRIEBE WIRKUNGSGRAD
      ETAMO=0.95
C      PROGRAMMTEIL ZUR DEFINITION UND BESTIMMUNG DER DRUCKABFAELLE
      IF(DRUBE)6050,6050,50
      50 DRUBEI=DRUBE
      DRUBE=0.
6050 IF(ZWKSFO-1.)3080,3080,790
790 IF(ZWUE-1.)810,810,811
811 PRA=PHDA2
      PHDE1=PHDA2-DPRG
      TMZ2=TRA
      PVRZWO=PHDA2
      GO TO 3080
810 PRA=PHDA1
      TMZ1=TRA
      PVRZWC=PHDA1
3080 CALL DELTAP(DRUBE)
3999 CALL DRUB
C      PROGRAMMTEIL ZUR BESTIMMUNG VON ZUSTANDSGROESSEN
      IF(ZWKSFO-1.)511,510,511
      511 IF(ZWKSFO-1.)513,510,513
      513 TLA=TDAP
      GO TO 512
      510 TLA=TS(PLA)+DUETLA
      512 IF(TSPA-1.E+3)6010,6011,6010
      6011 TRE=TLA+23.422
      6010 TLE=TRA-3.
      IF(ZWKSFO-1.)6012,6013,6014
      6012 IF(ZWKSFO-1.)6013,6013,6014
      6013 THGE=TLA
      GO TO 6015
      6014 THGE=TDAP
      IF(KPRIME)6015,6015,8600
      8600 CALL HEZU
      GO TO 8601
      6015 EHDEP=HDI(PHDEP,TLE)
      EHDAP=HDI(PHDAP,T+DAP)
      ELE=HDI(PLA,TLE)
      ELA=HDI(PLA,TLA)
      ERA=HDI(PRA,TRA)
      EZPE2=ELE
      EZPE1=ELE
      8601 SUBK=10.
      732 IF(KPRIME)8602,8602,8604
      8602 EZPA2=HDI(PZPA,TZFA2)
      EZPA1=HDI(PZPA,TZPA1)
      8604 IF(SENSE LIGHT1)733,734
      734 IF(ZWKSFO-1.)6018,6023,6018
      6018 EDEP=ELE
      EDAS=HDI(PDAS,TDAS)
      IF(ZWKSFO-1.)6020,6021,6020
      6020 IF(KPRIME)8606,8606,6023
      8606 EDAP=HDI((PZPA-0.5),TDAP)
      GO TO 6023
      6021 EDAP=ELE-DSP*(EDAS-ELA)/DODP
      TDAP=TPE(PZPA,EDAP)
```

6023 IF(ZWUE-1.)9001,9001,9002

9001 PTRENN=PHDA1

GO TO 9003

9002 PTRENN=PHDA2

9003 TSPVA=TS(PTRENN)-C.5

TSP=TSPVA

ESP=WI(PSP,TSP)

C PROGRAMMTEIL ZUR BESTIMMUNG DER ZUSTANDSGROESSEN ENTLANG  
C DER EXPANSIONSLINIE (HAUPTTURBINE)

IF(GTIPK)5000,5000,5002

5002 IF(SENSE LIGHT 3)5008,5008

5008 GO TO (860,867,868,869,870,871,872,873 ),KGTIPK

867 X2=1.

P1111=PMN

T1111=TMDA

837 X23=1.

PMN1=PCE

838 CALL EXGEB(P1111,T1111,PMN1,ETAHTM,EGTAPK,EGT, E2ST)

GO TO 890

868 X3=1.

P1111=PHDA1

T1111=THDA1

GO TO 837

869 X4=1.

PMN1=PMN

IF(ZWUE)832,832,831

832 P1111=PTE

T1111=TTE

GO TO 833

831 P1111=PMDE

T1111=TMZ1

833 X0=1.

GO TO 838

870 X5=1.

PMN1=PMN

835 IF(ZWUE-1.)832,832,834

834 P1111=PHDE1

T1111=TMZ2

GO TO 833

871 X6=1.

PMN1=PHDA1

GO TO 835

872 PMN1=PHDA1

X7=1.

GO TO 832

873 X8=1.

PMN1=PHDA2

GO TO 832

890 A(9) =CO11

SKON1=A(9) /((EGT-EGTAPK))

IF(KGTIPK-1)860,860,891

891 SENSE LIGHT 3

GO TO 5000

860 X1=1.

IF(K1111)80,80,81

80 K1111=1

EGT=HDI(PTE,TTE)

SGT=HDS(PTE,TTE)

81 EGTAPK=EGT-DGBIP \*A(9) /((DT\*EIHKT)

E1IPK=EGT-(EGT-EGTAPK)/EIHKT

CALL TUPES(E1IPK,SGT,P1IPK,T1IPK)

```
TTE=TPE(P1IPK,EGTAPK)-3.
PTE=P1IPK*0.95-DPRT
ETE= HDI(PTE,TTE)
STE=HDS(PTE,TTE)
DENTH=ABSF(ETE-ETEA)
IF(DENTH-1.5)5010,5010,5011
5010 SENSE LIGHT 3
5011 ETEA=ETE
      IF(DENTHA-DENTH)5030,5031,5031
5031 DENTHA=DENTH
      GO TO 5005
5030 PRINT 5032,DENTH
-----
5032 FORMAT(1HK,12HKOM2 DENTH=F7.2)
C      KOM2      KEINE KONVERGENZ FUER ETE BEI GTIPK=1.
      GO TO 5005
5000 TTE=TRA-5.
      IF(ZWKSX-1.)711,711,712
  712 TTE=TDAS-3.
      GO TO 3019
  711 IF(ZWKSXO-1.)3019,712,712
3019 ETE=HDI(PTE,TTE)
      STE=HDS(PTE,TTE)
5005 IF(ZWUE-1.)300,300,400
  400 THDAIS=TPS(PHDA2,STE)
      EHDAIS=HDI(PHDA2,THDAIS)
      EZSE2=ETE-ETAHD*(ETE-EHDAIS)
      EMISC2=EZSE2
      THDA2=TPE(PHDA2,EZSE2)
      IF(GTIPK-8.)883,884,884
  884 CALL ENMI(N ,N ,EZSE2,EMISC2)
      EZSE2=EMISC2
  883 IF(ZWKSXO-1.)829,829,815
  829 PHDE1=PHDA2-DPZS2
  815 S=STE
      PA=PHDA2
      MM=10
  475 CALL PIEX(S,PA,KPIEX)
      IF(KPIEX-1)470,471,471
  470 IF(MM-20)472,473,474
  471 PRINT 101,MM
  101 FORMAT(1HK,4HKOM=13)
  996 KAUSG=1
      GO TO 997
  472 EZSA2=HDI(PHDE1,TMZ2)
      STE=HDS(PHDE1,TMZ2)
      GO TO 301
  300 EZSA2=ETE
  301 THDAIS=TPS(PHDA1,STE)
      MM=20
      S=STE
      PA=PHDA1
      GO TO 475
  473 EHDAIS=HDI(PHDA1,THDAIS)
      EZSE1=EZSA2-ETAHD*(EZSA2-EHDAIS)
      EMISC1=EZSE1
      THDA1=TPE(PHDA1,EZSE1)
      N11=N-1
      IF(GTIPK-6.)885,886,886
  886 IF(GTIPK-7.)887,887,885
  887 CALL ENMI(N ,N11,EZSE1,EMISC1)
      EZSE1=EMISC1
```

```
885 IF(ZWUE-1.)200,302,302
302 ITKENN=0
   IF((TZPA1-25.)-THCA1)3082,7110,7110
3082 TZPA1=TZPA1+5.0
   ITKENN=1
   KORKON=2
7110 IF(ZWKSyo-1.)3083,3083,3084
3083 IF(ZWUE-1.)3084,3084,3085
3085 IF((TZPA2-25.)-THCA2)3088,3084,3084
3088 TZPA2=TZPA2+5.0
   ITKENN=1
   KORKON=2
-----
3084 IF(ITKENN)3086,3086,3087
3087 PRINT 3090,KORKOM(2)
   GO TO 732
3086 PMDE=PHDA1-DPZS1
   IF(ZWKSyo-1.)3020,3020,3021
3021 IF(ZWUE-1.)3020,7100,3020
7100 PMDE=PHDA1-(DPRG+2.*DPRT)
3020 EMDE=HDI(PMDE, TMZ1)
   SMDE=HDS(PMDE, TMZ1)
   TMDE=TMZ1
   GO TO 500
200 EMDE=EZSE1
   PMDE=PHDA1
   TMDE=TPE(PMDE , EMDE)
   SMDE=HDS(PMDE , TMZ1)
500 IF(ZWT)902,902,901
901 PMN=15.000121
   PCEVZ=3.5000121
   TCEVZ=TS(PCEVZ)
902 CALL EXGEB(PMDE, TMDE, PMN, ETAMD, EMDA, EMDE, E2ST)
   IF(EMDA-E2ST)73, 73, 74
73 PMN=PMN+0.1
   PRINT 76, PMN
76 FORMAT(1H , 10HKOM4 PMN=F7.3)
C KOM4 KORREKTUR PMN
   GO TO 902
74 TMDA=TPE(PMN, EMDA)
   SMDA=HDS(PMN, TMDA)
   MM=30
   S=SMDA
   PA=PMN
   GO TO 475
474 TCE=TS(PCE)
   EC1=WI(PCE, TCE)
   IF(GTIPK-3.)880, 880, 881
881 IF(GTIPK-5.)882, 882, 880
882 DO 875 KXX=1, N
   IF(PMN-PA(KXX))876, 876, 875
875 CONTINUE
876 CALL ENMI(N, KXX, EMDA, EMISCH)
   EMDA=EMISCH
   TMDA=TPE(PMN, EMDA)
   SMDA=HDS(PMN, TMDA)
880 IF(ZWT)903, 903, 904
904 CALL EFEU(SMDA, PCEVZ, TCEVZ, EMDA, ETAND, XCEVZ, SCEVZ, ECE1VZ)
   PNZWT=PCEVZ-0.5001121
   TNZWT=TS(PNZWT)
   EMDANZ=HDI(PNZWT, TNZWT)
   SMDANZ=HDS(PNZWT, TNZWT)
```

```
CALL EFEU (SMDANZ,PCE,TCE,EMDANZ,ETAND,XCE,SCE,ECE1)
IF(0.89-XCE)905,9(5,906
906 PCEVZ=PCEVZ-0.1
TCEVZ=TS(PCEVZ)
GO TO 904
903 CALL EFEU(SMDA,PCE,TCE,EMDA,ETAND,XCE,SCE,ECE1)
PROGRAMMTEIL ZUR BESTIMMUNG DER ZUSTANDSGROESSEN ENTLANG
C DER EXPANSIONSLINIE (GEBLAESETURBINE)
905 EHDAS=HDI(PHDAS*0.95,(THDAS-2.))
TCEH=TS(PCEH)
EC2=WI(PCEH,TCEH)
8002 PEHGTA=PHGTA*0.95
TEHGTA=THGTA-2.
SUBK=10.
EHGTA=HDI(PEHGTA,TEHGTA)
SHGTA=HDS(PEHGTA,TEHGTA)
THDES=TS(PHGTA*0.2)-0.5
EHDES=WI(PHDES,THDES)
CALL SEX(SCE,ECE1,SMDA,EMDA,TGS,PGS)
PROGRAMMTEIL REGENERATIVE SPEISEWASSER-VORWAERMUNG HAUPTTURBINE
C PKWV=PND*WV(3.,80.)
PKWV1=(DPSP-PND)*WV(PSP*0.5,(TSP*0.5+80.))
PKWV2=PKWV1*(DPSP-PLA)/(DPSP-PND)
ESPVA=WI(PSP,TSPVA)
CONSPE=23.422*(PKWV+PKWV1)/EIHASP
DIW=(ESPVA-EC1)/AV
N=XFIXF(AV)
III=1
9017 EVAS=EC1+FLOATF(III)*DIW
IF((N-NHOD)-III)9(04,9021,9005
9005 P=PND
GO TO 9006
9004 P=PSP
GO TO 9006
9021 P=PND
IF((PA(III-1)+1.)-P)3093,3093,3094
3094 P=PND*2.
3093 TSVA=TPEW(P,EVAS)
PSV=PS(TSVA)
GO TO 9035
9006 CALL DETEV(P,EVAS,TSVA,PSV)
IF(ZWT)3089,3089,9035
3089 IF(ZWUE)9035,9035,3096
3096 IF((PSV+2.)-PHDA1)9035,9035,3081
3081 PHDA1=PHDA1+2.
PRINT 3090,KORKOM(1)
3090 FORMAT(1H,16HKORREKTUR VON ,A5)
GO TO 3080
9035 IF(ZWT)907,907,908
908 IF(PNZWT-PSV)909,910,910
910 CALL ANNA(PSV,TSVA,SCE,SMDANZ,ECE1,EMDANZ,TAD,EAD)
GO TO 9010
909 IF(PSV-PGS)913,9008,914
913 IF((PCEVZ )-PSV)912,912,911
911 PSV=PCEVZ
TSVA=TS(PSV)
912 CALL ANNA(PSV,TSVA,SCEVZ,SMDA,ECE1VZ,EMDA,TAD,EAD)
GO TO 9010
914 IF(PMN-PSV)916,916,9019
916 CALL ANHEI(PSV,TSVA,SCEVZ,SMDA,ECE1VZ,EMDA,TAD,EAD)
GO TO 9010
```



```
907 IF(PSV-PGS)9007,9008,9009
9007 CALL ANNA(PSV,TSVA,SCE,SMDA,ECE1,EMDA,TAD,EAD)
      GO TO 9010
9008 TAD=TSVA
      EAD=HDI(PSV,TSVA)
      GO TO 9010
9009 IF(PSV-PMN)9011,9011,9019
9011 CALL ANHEI(PSV,TSVA,SCE,SMDA,ECE1,EMDA,TAD,EAD)
      GO TO 9010
9019 CALL ANHEI(PSV,TSVA,SMDE,EMDA,EMDE,TAD,EAD)
9010 EA(III)=EAD
      PA(III)=PSV
      TA(III)=TAD
      IF(ZWUE-1.)9012,9013,9014
9012 NH=N
9018 IF(NH-III)9015,9015,9016
9016 III=III+1
      GO TO 9017
9013 NH=N-1
      GO TO 9018
9014 NH=N-2
      GO TO 9018
9015 IF(ZWUE-1.)9022,9020,9020
9020 III=III+1
      EA(III)=EZSE1
      PA(III)=PHDA1
      TA(III)=THDA1
      IF(N-III)9022,9022,9024
9024 III=III+1
      EA(III)=EZSE2
      PA(III)=PHDA2
      TA(III)=THDA2
9022 IF(ZWUE-1.)9030,9031,9032
9032 II=2
      GO TO 9038
9031 II=1
9038 ETRENN=EA(III)
      DO 9052 I=1,12
9052 EAEE(I)=EA(I)
      IDERK=III-II
      DO 9039 I=II,IDERK
      KKK=III-I
      IF((ETRENN+18.)-EA(KKK))9039,9039,9034
9039 EA(KKK)=ETRENN
9034 NENTH=(III-KKK)-II
      GO TO 9054
9030 DO 9053 I=1,12
9053 EAEE(I)=EA(I)
9054 DO 9036 I=1,N
      DIDW=EA(I)-(EC1+FLOATF(I)*DIW)
      DIWSPE=DIW
      IF(((N-NHOD)+1)-I)9036,9037,9036
9037 DIWSPE=DIW-CONSPE
9036 QE(I)=DIWSPE/DIDW
      NNHOD=N-NHOD
      PND=PA(NNHOD)
      SDA=0.
      SQE=1.
      A(1)=0.
      A(2)=0.
      DO 9040 I=1,N
```

```
IF(I-2)9041,9042,9043
9042 SQE=(1.+QE(1))
GO TO 9041
9043 SQE=SQE+SQE*QE(I-1)
9041 SSQE=SQE*QE(I)
A(1)=A(1)+SSQE*1.01*EAEE(I)
A(2)=A(2)+SSQE
IF(ZWT)920,920,925
925 IF(PA(I)-PNZWT) 920,920,921
921 CONZWT=A(2)-SSQE
920 IF((N-2)-I)5056,5057,5059.
5056 IF(N-I)5062,5059,5062
5062 A(3)=A(2)-SSQE*0.01
CON4CZ=A(2)
GO TO 5059
5057 A(4)=A(2)-SSQE*0.01
5059 DA(I)=DC1*SSQE
SDA=SDA+DA(I)
9040 CONTINUE
PEDE=0.
IDERK=III-II
DO 9044 I=II,IDERK
KKK=III-I
9044 PEDE=PEDE*(EAEE(KKK)-EA(KKK))*DA(KKK)/1.01
ESP=ESPVA*PEDE/(S(A+DC1))
TSP=TPEW(PSP,ESP)
DTSP=ABSF(TSP-TSPA)
IF(DTSP-0.5101)9047,9047,9048
9048 TSPA=TSP
IF(DTSP-DTSPA)9049,9049,9050
9049 DTSPA=DTSP
GO TO 4111
9050 PRINT 102,DTSP
102 FORMAT(1HK,20H KCM3 REGEV DTSP=F7.2)
C K0M3 KEINE KONVERGENZ FUER TSP
GO TO 4111
9047 SENSE LIGHT 4
C PROGRAMMTEIL ZUR BERECHNUNG DER REGENERATIVEN SPEISEWASSER-
C VORWAERMUNG GEBLAESE-UND HAUSTRURBINE
4111 II=0
PWV=23.422*PHDES*WV(PHDES*0.5,THDES*0.5)
DENH=(EHDES-EC2)/AVH
AHDVH=XFIXF(AVH*0.5+0.4)
CALL EFEU(SHGTA,PCEH,TCEH,EHGTA,ETAHTM,XCEH,SCEH,ECE2)
CALL SEX(SCEH,ECE2,SHGTA,EHGTA,TGS,PGS)
4007 II=II+1
EVAS=EC2+FLOATF(II)*DENH
IF(AHDVH-FLOATF(II))4001,4000,4000
4001 P=PHDES
GO TO 4002
4000 P=5.5
4002 CALL DETEV(P,EVAS,TSVA,PSV)
IF(PSV-PGS)4003,4004,4004
4004 CALL ANHEI(PSV,TSVA,SCEH,SHGTA,ECE2,EHGTA,TAD,EAD)
GO TO 4005
4003 CALL ANNA(PSV,TSVA,SCEH,SHGTA,ECE2,EHGTA,TAD,EAD)
4005 EAH(II)=EAD
TAH(II)=TAD
PAH(II)=PSV
IF(AVH-FLOATF(II))4006,4006,4007
C PROGRAMMTEIL ZUR BERECHNUNG VON KONSTANTEN
```

```
C          (REGENERATIVE VORWAERMUNG GEBLAESETURBINE)
4006 DO 6100 I=1,II
      DIDW=EAH(I)-(EC2+FLOATF(I)*DENH)
      DIWSPE=DENH
      IF(AHDVH-FLOATF(I))6100,6201,6100
6201 DIWSPE=DENH-PWV/EIHASP
6100 QEH(I)=DIWSPE/DIDW
      SDA=0.
      SQE=1.
      CON1H=0.
      CON2H=0.
      DO 7003 I=1,II
        IF(I-2)7004,7005,7006
7005 SQE=(1.+QEH(I))
      GO TO 7004
7006 SQE=SQE+SQE*QEH(I-1)
7004 SSQE=SQE*QEH(I)
      CON1H=CON1H+SSQE*1.01*EAH(I)
      CON2H=CON2H+SSQE
7003 DAH(I)=DC2*SSQE
C PROGRAMMTEIL ZUR BESTIMMUNG ALLG. KONSTANTEN,
C DURCHSATZMENGEN, ZUSTANDSGROESSEN UND DES NETTO WIRKUNGSGRADES
      ETAT=ETATM*ETAG*ETAU
      PETA=EINSP*EMNSP*ETAMO*ETAT
      PET(1)=EMHAGT*EIHASP*EMHASP
      PET(2)=ETAG*ETAU*ETAMO
      PET(3)=EIHKT*EMHKT*EMHKG
      A(5) =PWV/PETA
      A(6) =PKWV*23.422/PETA
      IF(KPRIME)8607,8607,8609
8607 SPVPR1=HDV((PHDAP+5.),(THDAP+6.))
8609 A(7)=23.422*SPVPR1/(PET(3)*EIHKG)
      A(8)=((PLA+DPV)-PHDAP)*A(7)
      IF(KPRIME)8610,8610,8612
8610 SPVPR2=HDV((PLA+0.5*DPV),(TLA+TRE)*0.5)
8612 A(9)=DPV*23.422*SPVPR2/(EMHAGT*EIHAG*EMHAG)
      IF(GTIPK)5020,5020,5021
5021 CO11=A(9)
      A(9) =0.
5020 A(10)=PKWV1*23.422/PET(1)
      A(11)=A(10)*PKWV2/PKWV1
      A(12)=(EHDAS-EHDES)/(EHDEP-EHDAP)
      IF(ZWUE-1.)733,6061,733
6061 A(4)=A(3)
      A(3)=-1.
      733 A(13)=0.
      A(14)=0.
      IF(ZWUE-1.)6062,6063,6064
6064 A(14) =(EZSA2-EZSE2)/(EZPE2-EZPA2)
6063 A(13) =(EMDE-EZSE1)/(EZPE1-EZPA1)
6062 A(15)=EHGTA*(1.+CCN2H)-(CON1H+ECE2)
      A(16)=PWV/(PET(1)*PET(2))
      ETA5P=EMHAGT*EINSP*EMNSP*ETAG*PET(2)
      A(17)=PKWV*23.422/ETA5P
      CN(39)=ELE-ELA
      CN(1)=(ELA-EZPA2)/CN(39)
      CN(2)=(ELA-EZPA1)/CN(39)
      CN(3)=(ELA-ESP)/CN(39)
      CN(4)=1.+CN(1)
      CN(5)=1.+CN(2)
      CN(6)=1.+CN(3)
```

```
CN(40)=(1.+A(3) )
CN(41)=(1.+A(4) )
CN(7)=CN(40)*A(14)
CN(8)=CN(41)*A(13)
CN(9)=(1.+A(2))
CN(42)=X23*A(3)+X3+X2-X7
CN(10)=CN(42)*A(14)
CN(59)=X23*A(4)+X2-X5
CN(11)=CN(59)*A(13)
CN(12)=X23*CN(9)
CN(60)=(1.+CONZWT)*ZWT
CN(58)=CN(60)*(1.-XCEVZ)
CN(13)=CN(7)*CN(4)+CN(8)*CN(5)+CN(9)*(1.+CN(58))*CN(6)
CN(14)=CN(10)*CN(4)+CN(11)*CN(5)+CN(12)*CN(6)
IF(ZWKSYS-1.)6030,6031,6032
6031 CN(15)=CN(7)*CN(1)+CN(8)*CN(2)+CN(9)*(1.+CN(58))*CN(3)
      IF(CN(15))730,735,735
735 IF(ZWUE)6030,6030,736
736 IF(SUBK-0.001)6030,6030,737
737 TZPA1=TZPA1+SUBK
      TZPA2=TZPA2+SUBK
      SUBK=SUBK*0.1
730 TZPA1=TZPA1-SUBK
      TZPA2=TZPA2-SUBK
      SENSE LIGHT 1
      GO TO 732
6030 CN(16)=CN(10)*CN(1)+CN(11)*CN(2)+CN(12)*CN(3)
6032 IF(GTIPK)6046,6046,6047
6046 CN(17)=0.
      GO TO 6048
6047 CN(57)=1./SKON1
      IF(ZWKSYS-1.)8556,8555,8556
8555 CN(17)=CN(13)/(CN(57)-CN(14))
      GO TO 6048
8556 CN(17)=CN(47)/(CN(57)-CN(48))
6048 CN(28)=1.+X23*CN(17)+CN(58)
      CN(18)=CN(28)*CN(9)
      IF(ZWUE-1.)30,31,32
30 CN(61)=CN(17)*X4
      GO TO 33
31 CN(61)=CN(17)*(X5+X6)
      GO TO 33
32 CN(61)=CN(17)*(X7+X8)
33 CN(19)=CN(18)-CN(61)
      CN(20)=0.
      CN(21)=0.
      IF(ZWUE-1.)6053,613,6051
6051 CN(20)=(CN(40)+CN(17)*CN(42))
613 CN(21)=CN(41)+CN(17)*CN(59)
6053 IF(ZWKSYS-1.)7101,7101,7102
7102 IF(ZWUE-1.)7104,7104,7105
7101 CN(22)=CN(20)*A(14)
7105 CN(23)=CN(21)*A(13)
7104 CN(24)=CN(15)+CN(17)*CN(16)
      CN(43)=ECE1+CN(28)*A(1)
      IF(ZWKSYS-1.)6039,6038,6045
C
6039 CN(44)=(EDAS-ESP)/CN(39)
      CN(45)=CN(9)*CN(44)+CN(7)*CN(1)+CN(8)*CN(2)
      CN(46)=CN(12)*CN(44)+CN(10)*CN(1)+CN(11)*CN(2)
      CN(47)=CN(54)+CN(8)+CN(7)
```

CN(48)=CN(46)+CN(11)+CN(10)  
CN(49)=CN(45)+CN(17)\*CN(46)  
ZWKSY=2.  
6045 CN(53)=ELE-EDAP  
CN(50)=(EDAS-ESP)/CN(53)  
CN(51)=(EZPA2-EDAF)/CN(53)  
CN(52)=(EZPA1-EDAP)/CN(53)  
CN(54)=CN(9)\*CN(50)-CN(8)\*CN(52)-CN(7)\*CN(51)  
CN(55)=CN(12)\*CN(50)-CN(11)\*CN(52)-CN(10)\*CN(51)  
CN(56)=CN(54)+CN(17)\*CN(55)  
IF(ZWKSYS-1.)6038,6038,6044  
6044 CN(47)=CN(54)+CN(8)+CN(7)  
CN(48)=CN(55)+CN(11)+CN(10)  
CN(56)=CN(54)+CN(17)\*CN(55)  
6038 IF(GTIPK)6071,6071,6073  
6071 CN(17)=0.  
6073 CN(25)=ETE\*CN(18)-CN(17)\*((EGT -EGTAPK)\* X0+EZSE1\*X3+EMDA\*X2)  
1+CN(20)\*(EZSA2-EMISC2)+CN(21)\*(EMDE-EMISC1)+CN(60)\*(XCEVZ\*  
2EMDANZ-ECE1VZ)-CN(43)  
CN(26)=4.438/ETAT  
CN(27)=CN(13)+CN(17)\*CN(14)  
CN(29)=(1.+CON2H)\*A(16)  
CN(30)=CN(29)+4.428/ETA5P  
CN(31)=SPERRD\*A(16)  
A(18)=CN(18)\*(A(10)+A(11)\*UEBESP)  
CN(32)=CN(27)\*A(9) +A(18) +CN(28)\*A(17)\*HT  
CN(33)=A(15)-CN(30)\*HT  
CN(34)=CN(31)\*HT/CN(33)  
CN(35)=CN(26)+(1.+CON2H)\*A(5)  
CN(36)=CN(28)\*CN(26)+(1.-HT)\*(CN(32)\*CN(35)/CN(33)+CN(28)\*A(6) )  
CN(37)=(1.-HT)\*(SPERRD\*A(5) +CN(34)\*CN(35))  
CN(38)=(QEL+EIGENB)\*8.6E+5/ETAT  
DC1=(CN(37)+CN(38))/(CN(25)-CN(36))  
DT=DC1\*CN(19)  
DSP=DC1\*CN(18)  
DGTIP=DC1\*CN(17)  
DGBIP=DGTIP/SKON1  
DZP2=DC1\*CN(22)  
DZP1=DC1\*CN(23)  
DL=DC1\*CN(24)  
DZS2=DC1\*CN(20)  
DZS1=DC1\*CN(21)  
DC2=DC1\*CN(32)/CN(33)+CN(34)  
DHDS=DC2\*(1.+CON2H)  
IF(ZWKSYSO-1.)6040,6041,6043  
6040 IF(ZWKSYS-1.)6042,6042,6043  
6041 DODP=DC1\*CN(49)  
EDAP=ELE-DSP\*(EDAS-ELA)/DODP  
GO TO 6042  
6043 DODP=DC1\*CN(56)  
6042 DHDP=(DHDS+SPERRD)\*A(12)  
EHGA=EHDAP+A(8)\*PET(3)  
IF(ZWKSYS-1.)720,720,721  
721 DR=DODP+DZP1+DZP2+DHDP  
ENTVG=EDAP  
GO TO 722  
720 DR=DSP+DZP1+DZP2+DL+DHDP  
IF(ZWKSYSO-1.)3037,3035,3037  
3035 DR=DHDP+DODP+DZP1+DZP2  
3037 ENTVG=ELA  
722 IF(GTIPK)5040,5040,5041

```
5041 A(9) =CO11
5040 EZIHG=ENTVG+A(9)*EMHAGT*EMHAG
ERE=((DR-DHDP)* EZIHG+DHDP*EHGA)/DR
IF(ZWKSZO-1.)3038,3038,3070
3070 IF(ZWUE-1.)825,825,826
825 DSZWK=DZS1
PSZWK=PHDA1
TSZWK=THDA1
GO TO 827
826 DSZWK=DZS2
PSZWK=PHDA2
TSZWK=THDA2
PHDE1=PHDA2-(DPRG+2.*DPRT)
827 DR=DHDP+DODP+DSZWK+DZP1
PVRZWO=PSZWK-DPRT
ETHDER=HDI(PVRZWO,(TSZWK-2.))
ERE=((DODP+DZP1)*EZIHG+DHDP*EHGA+DSZWK*ETHDER)/DR
PRA=PVRZWO-DPRG
PRE=PRA+DPRG
3038 QR=(ERA-ERE)*DR
ETAN=QEL*8.6E+5/QR
ETATH=0.
PHGA=PRE+DPVR
IF(KPRIME)8613,8613,8614
8614 THGA=ERE/1.25
GO TO 8615
8613 THGA=TPE(PHGA,EHGA)
8615 EHGTA=EHDAS-DHDP*A(8)/DHDS
C PROGRAMMTEIL ZUR KONTROLLE DES AUSTRITTSZUSTANDES AN DER
C GEBLAESEANTRIEBSTURBINE IM SEK. HILFSKREIS
EDAHGT=EHDAS-EHGTA
EHKTIS=EHDAS-EDAHGT/EIHKT
SHKTIS=HDS(PHDAS*C.95,(THDAS-2.))
CALL CONGAU(SHKTIS,EHKTIS,EHGTA,PHGTA,THGTA,STK)
IF(STK)830,830,996
830 IF(KPRIME)8616,8616,8617
8617 TRE=ERE/1.25
GO TO 8618
8616 TRE=TPE(PRE,ERE)
8618 QDGP=DGBIP*A(9) /8.6E+5
QGTSPA=DC1*A(18)/8.6E+5
QHT=(DC1*CN(28)*A(17)+DC2*CN(30)+CN(31))*HT
GGT=DC1*(CN(27)*A(9)+A(18))
QHGT=DHDS*EDAHGT/8.6E+5
DTRE=ABSF(TRE-TREA)
IF(KGTSTK)72,72,874
72 IF(DTRE-0.15)8000,8001,8001
8000 IF(GTIPK)999,999,8111
8001 IF(DTREA-DTRE )8003,8003,8004
8003 PRINT 100
100 FORMAT(1HK,4HKOM1)
C KOM1 KEINE KONVERGENZ FUER TRE
ITKOM1=ITKOM1+1
IF(ITKOM1-2)8004,8004,996
874 GTIPK=KGTSTK
KGTSTK=0
8004 TREA=TRE
DTREA=DTRE
IF(DRUBEI)9066,9066,69
69 DRUBE=DRUBEI
GO TO 3080
```

```
9066 IF(ZWKSZO-1.)3039,3039,3999
3039 IF(GTIPK)8002,8002,5002
8111 IF(SENSE LIGHT 3)999,3998
3998 IF(ZWKSZO-1.)5002,5002,3999
999 IF(SENSE LIGHT 4)9065,9066
9065 PRINT 9067
9067 FORMAT(1HK,11HKONVG. TSP)
C KONVG KONVERGENZ FUER TSP
997 NR=NR+1
CALL AUPR1 (NR)
IF(KAUSG)6059,6059,6060
6059 CALL AUPR2 (NR)
6060 CALL AUPR1
GO TO 1
*END
```

```
*ID 03769,,,
*USER IRE,SPIKER
*COMP FORTRAN
C   SUBROUTINE ZUR BERECHNUNG DER ENDFEUCHTE
C   SUBROUTINE EFEU(S1,PC,TC,E1,ETATW,XC,SC,EC)
C   S1   ENTROPIE   AM MD-TEIL AUSTRITT
C   PC   DRUCK     IM KONDENSATOR
C   TC   TEMPERATUR IM KONDENSATOR
C   E1   ENTHALPIE AM MD-TEIL AUSTRITT
C   ETATW MITTL. INNERER WIRKUNGSGRAD IM ND-TEIL
C   XC   ENDFEUCHTE
C   SC   ENTROPIE   DES ABDAMPFES
C   EC   ENTHALPIE  DES ABDAMPFES
C
C   SC1ST=WS(PC,TC)
C   SC2ST=HDS(PC,TC)
C   EC1ST=WI(PC,TC)
C   EC2ST=HDI(PC,TC)
C   XIS=(S1-SC1ST)/(SC2ST-SC1ST)
C   ENDAIS=EC1ST+XIS*(EC2ST-EC1ST)
C   EC=E1-ETATW*(E1-ENDAIS)
C   XC=(EC-EC1ST)/(EC2ST-EC1ST)
C   SC=SC1ST+XC*(SC2ST-SC1ST)
C   RETURN
*END
```



```
*ID 03770,,,
*USER IRE,SPILKER
*COMP FORTRAN
C   SUBROUTINE ZUR BERECHNUNG DES SCHNITTPUNKTES DER SAETTIGUNGS
C   LINIE MIT DER EXPANSIONSLINIE
C   SUBROUTINE SEX(SC,EC,S1,E1,TGS,PGS)
C   SC   ENTROPIE   DES ABDAMPFES
C   EC   ENTHALPIE DES ABDAMPFES
C   S1   ENTROPIE   AM MD-TEIL AUSTRITT
C   E1   ENTHALPIE AM MD-TEIL AUSTRITT
C   TGS  TEMPERATUR IM SCHNITTPUNKT
C   PGS  DRUCK      IM SCHNITTPUNKT
-----
B = 10.
P = 0.01
DO 1 I = 1,6
2 PGS=PGS+B
  TGS = TS(PGS)
  SER = HDS(PGS,TGS)
  SG = SC-(HDI(PGS,TGS)-EC)*(SC-S1)/(E1-EC)
  IF(SER-SG) 4,3,2
4 PGS=PGS-B
1 B=B*0.1
3 RETURN
*END
```

```
*ID 03771,,,
*USER IRE,SPILKER
*COMP FORTRAN
C SUBROUTINE ZUR BERECHNUNG DER ANZAPFPUNKTE IM NASSDAMPFGEB.
  SUBROUTINE ANNA(P SV,TSVA,SC,S1,EC,E1,TAD,EAD)
C PSV SAETTIGUNGSDRUCK DES ANZAPFDAMPFES BEI DER N-TEN ANZ.
C TSVA SAETTIGUNGSTEMPERATUR DES ANZAPFDAMPFES BEI DER N-TEN ANZ.
C SC ENTROPIE AM ENDE EINER TEILEXPANSION
C S1 ENTROPIE AM ANFANG EINER TEILEXPANSION
C EC ENTHALPIE AM ENDE EINER TEILEXPANSION
C E1 ENTHALPIE AM ANFANG EINER TEILEXPANSION
C TAD TEMPERATUR DES ANZAPFDAMPFES
C EAD ENTHALPIE DES ANZAPFDAMPFES
  TAD=TSVA
  E1ST=WI(P SV,TSVA)
  E2ST=HDI(P SV,TSVA)
  S1ST=WS(P SV,TSVA)
  S2ST=HDS(P SV,TSVA)
  CONIS2=(E2ST-E1ST)/(S2ST-S1ST)
  CONIS=(SC-S1)/(E1-EC)
  CONIS1=1.+CONIS2*CONIS
  SG=(SC+CONIS*(CONIS2*S1ST-E1ST+EC))/CONIS1
  X=(SG-S1ST)/(S2ST-S1ST)
  EAD=E1ST+X*(E2ST-E1ST)
  RETURN
*END
```

```
*ID 03772,,,
*USER IRE,SPILKER
*COMP FORTRAN
C SUBROUTINE ZUR BERECHNUNG DER ANZAPFPUNKTE IM HEISSDAMPFGEB.
C SUBROUTINE ANHEI(P SV,TSVA,SC,S1,EC,E1,TAD,EAD)
C PSV SAETTIGUNGSDRUCK DES ANZAPFDAMPFES BEI DER N-TEN ANZ.
C TSVA SAETTIGUNGSTEMPERATUR DES ANZAPFDAMPFES BEI DER N-TEN ANZ.
C SC ENTROPIE AM ENDE EINER TEILEXPANSION
C S1 ENTROPIE AM ANFANG EINER TEILEXPANSION
C EC ENTHALPIE AM ENDE EINER TEILEXPANSION
C E1 ENTHALPIE AM ANFANG EINER TEILEXPANSION
C TAD TEMPERATUR DES ANZAPFDAMPFES
C EAD ENTHALPIE DES ANZAPFDAMPFES
A=50.
NN=0
DT=0.
24 DT=DT+A
TAD=TSVA+DT
EAD=HDI(P SV,TAD)
SAD=HDS(P SV,TAD)
SADEXP=SC-(EAD-EC)*(SC-S1)/(E1-EC)
IF(SAD-SADEXP) 24,23,22
22 NN=NN+1
IF(NN-4) 25,25,23
25 DT=DT-A
A=A*0.1
GO TO 24
23 RETURN
*END
```

```
*ID 03773,,,
*USER IRE,SPILKER
*COMP FORTRAN
C   SUBROUTINE ZUR BERECHNUNG DER TEMPERATURDIFFERENZEN IN DEN
C   VORWAERMSTUFEN
C   SUBROUTINE DETEV(P,EAUS,TSVA,PSV)
C   P       DRUCK DES SPEISEWASSERS IN DER N-TEN VORWAERMSTUFE
C   EAUS    ENTHALPIE DES SPEISEWASSERS AM AUSTRITT DER N-TEN VORWST.
C   TSVA    SAETTIGUNGSTEMPERATUR DES ANZAPFDAMPFES BEI DER N-TEN ANZ.
C   PSV     SAETTIGUNGSDRUCK      DES ANZAPFDAMPFES BEI DER N-TEN ANZ.
C   TVA=TPEW(P,EAUS)
C   IF(TVA-100.)1,1,2
1  DTVA=3.5001512
   GO TO 7
2  IF(TVA-150.)3,3,4
3  DTVA=2.5001512
   GO TO 7
4  IF(TVA-200.)5,5,6
5  DTVA=1.5001512
   GO TO 7
6  DTVA=0.5001512
7  TSVA=TVA+DTVA
   PSV=PS(TSVA)
   RETURN
*END
```

```
*ID 03774,,,
*USER IRE,SPILKER
C SUBROUTINE ZUR PRUEFUNG DES ISENTROPEN EXPANSIONSVERLAUFES
  SUBROUTINE PIEX(S,PA,KPIEX)
C S ENTROPIE ZU BEGINN DER TEILEXPANSION
C PA DRUCK AM ENDE DER TEILEXPANSION
C KPIEX STEUERGROESSE
C KPIEX=0 KEINE UNTERSCHREITUNG DER SAETT. - LINIE
C KPIEX=1 UNTERSCHREITUNG DER SAETTIGUNGSLINIE
  KPIEX=0
  TSAET=TS(PA)
  SS=HDS(PA,TSAET)
  IF(S-SS)1,2,2
1 KPIEX=1
2 RETURN
*END
```

```
*ID 03775,,,
*USER IRE,SPIPKER
C FUNCTION ZUR BERECHNUNG DER DRUCKABFAELLE IN DEN ARMATUREN
C UND DEN ROHRLEITUNGEN
FUNCTION DIAURO(DURCHS,PM,TM)
DIMENSION PA(12),TA(12),DA(12),EAEE(12),EAH(5),PAH(5),TAH(5),
1DAH(5)
COMMON ZWUE,QEL,PHDA1,DUETLA,PHDAS,ZWKSU,PDAS,PRA, TMZ1,TZPA2,
1THDAS,DPODS,TDAS,TRA,PCE,TZPA1,PHDES,TDAP,PHDA2,PCEH,DPRG,THDAP,
2TMZ2,DPZP,HT,ETAHTM,ETAHD,DPZS2,NHOD,EIGENB,ETAMD,DPZS1,AVH,
3SPERRD,ETAND,AV,UEBESP,GTIPK,ERA,EZPA1,EZSA2,EC2,EGTAPK,ELE,
4EZPA2,EMDA,ERE,ETHDER,EZPE1,ECE1,EHGA,EDAS,ETE,EZSE2,ECE2,EZPE2,
5EHGTA,EDES,ELA,EMDE,EC1,ESP,EGT,EHDEP,TLA,PHDEL,PHGTA,XCE,PIIPK,
6EHDAP,PLA,PMDE,THGA,XCEH,TIIPK,TMDA,PLE,TRE,PHGA,DPV,THDES,TTE,
7PSP,PRE,TCE,TSP,THGE,PTE,PHDAP,THGTA,TCEH,NENTH,EAEE,TA,PA,EAH,
8PAH,TAH,DA,DAH,DR, DC2,QR,QGT,DL,DHDP,DHDS,ETATH,QHT,DZP1,
9DZS1,DODP,ETAN,QHGT,DZP2,DGT,DODS,DT,DC1,DHT,EZSE1,DZS2,PZPA,DSP
COMMON QGTSPA,DGIPK,QDGP,XCEVZ,ECE1VZ,PCEVZ,PNZWT,ZWT,KAUSG
COMMON DPRZ,DPESD,DPRT,DPDV,DPVR,DPEW,DPRHD,DPHDP,DPHDV,DPVRH,
1DSZWK,PHDEP ,DPSP,ZWKSUO,READIN,EDAP,EIHAG,EIHK, EIHKG,KPRIME, TLE
2,SPVPR1,SPVPR2,KDPROL
COMMON D3,WASTER,ROHRL,ANZB,ANZVEN,WMIT,ANZSCH,ANZPAR,ERZ1,ERZ2
1,ERZ3,ERZ4,ERZ5,ERZ6,ERT1,ERT2,ERT3,ERT4,ERT5,ERT6,
2EDV1,EDV2,EDV3,EDV4,EDV5,EDV6,EVR1,EVR2,EVR3,EVR4,EVR5,EVR6,
3ERHD1,ERHD2,ERHD3,ERHD4,ERHD5,ERHD6,EHDV1,EHDV2,EHDV3,EHDV4,EHDV5,
4EHDV6,EVRH1,EVRH2,EVRH3,EVRH4,EVRH5,EVRH6,D3RZ,D3RT,
5D3DV,D3VR,D3RHD,D3HDV,D3VRH,WD3RZ,WD3RT,WD3DV,WD3VR,WD3RHD,
6WD3HDV,WD3VRH
C DURCHS DURCHSATZ DURCH DAS BETRACHTETE ROHRSEGMENT
C PM DURCK IM BETRACHTETEN ROHRSEGMENT
C TM TEMPERATUR IM BETRACHTETEN ROHRSEGMENT
IF(READIN)4,4,5
4 READ INPUT TAPE 8,100,ROHRL, ANZB, ANZSCH, ANZVEN,WMIT
1,ANZPAR
WRITE TAPE 1,ROHRL,ANZB,ANZSCH,ANZVEN,WMIT,ANZPAR
GO TO 6
C ROHRL IN M GESTRECKTE ROHRLAENGE DES BETRACHTETEN ROHR-
C SEGMENTES
C ANZB ANZAHL DER EINGEBAUTEN 90 GRAD BOEGEN
C IM BETRACHTETEN ROHRSEGMENT
C ANZSCH ANZAHL DER EINGEBAUTEN SCHIEBER IM BETRACH-
C TETEN ROHRSEGMENT
C ANZVEN ANZAHL DER EINGEBAUTEN VENTILE IM
C BETRACHTETEN ROHRSEGMENT
C WMIT IN M/S MITTLERE STROEMUNGSGESCHWINDIGKEIT IM
C BETRACHTETEN ROHRSEGMENT
C ANZPAR ANZAHL DER PARALLELEN ROHRSTRAENGE
5 READ TAPE 1,ROHRL,ANZB,ANZSCH,ANZVEN,WMIT,ANZPAR
6 PRINT 100
100 FORMAT (1H )
DPRORG=DURCHS/ANZPAR
IF(TM - 460.)1,1,2
1 SIGMA=C.0462*(460.-TM)+32.
GO TO 3
2 SIGMA=C.1879*(600.-TM)+5.7
3 IF(KPRIME)10,10,11
11 IF(KDPROL-2)13,10,13
13 VOL=HEV(PM,TM)
ETAW=ETAHE(PM,TM)
GO TO 12
10 VOL=HDV(PM,TM)
```

```
ETAW=ETA(PM, TM, 2.)
12 RODI=SQRTF(DPRORO*VOL/ (3600.*0.785*WMIT) )
D1=RODI*1.E+3
WASTER=D1/(200.*SIGMA/(1.5*PM)-1.)
CALL SUCH (D1, WASTER, D2, S2, D3)
RODIGE=D3*1.E-3
RE=WMIT*RODIGE/(ETAW*9.81*VOL)
ARK=1.E-4
C ABSOLUTE RUHIGKEIT DER ROHRE IN M
CKSIRO=CKSI(ARK, RODIGE, RE)
ZETAKR=0.15
ZETASC=0.2
ZETAVE=0.8
STAUD=WMIT*WMIT/(19.62*VOL)
GWROL=(ANZB*ZETAKR+ANZSCH*ZETASC+ANZVEN*ZETAVE)*RODIGE
1/CKSIRO
DIAURO=CKSIRO*(ROHRL+GWROL)*STAUD/(RODIGE*1.E+4)
RETURN
*END
```

```
*ID 03776,,,
*USER IRE,SPIPKER
C SUBROUTINE ZUR ERMITTLUNG VON NORM-ROHRABMESSUNGEN
  SUBROUTINE SUCH(D1,S1,D2,S2,D3)
  DIMENSION D4(39),S4(39),S5(32)
  D4(1)=50.
  D4(2)=52.
  D4(3)=55.
  D4(4)=58.
  D4(5)=60.
  D4(6)=62.
  D4(7)=65.
  D4(8)=68.
  D4(9)=70.
  D4(10)=75.
  D4(11)=80.
  D4(12)=85.
  D4(13)=90.
  D4(14)=95.
  D4(15)=100.
  D4(16)=110.
  D4(17)=120.
  D4(18)=121.
  D4(19)=133.
  D4(20)=146.
  D4(21)=152.
  D4(22)=159.
  D4(23)=171.
  D4(24)=191.
  D4(25)=216.
  D4(26)=241.
  D4(27)=267.
  D4(28)=292.
  D4(29)=318.
  D4(30)=343.
  D4(31)=368.
  D4(32)=394.
  D4(33)=419.
  D4(34)=445.
  D4(35)=470.
  D4(36)=495.
  D4(37)=521.
  D4(38)=546.
  D4(39)=572.
  S4(1)=1.
  S4(2)=1.
  S4(3)=1.
  S4(4)=1.
  S4(5)=1.
  S4(6)=1.
  S4(7)=1.
  S4(8)=1.
  S4(9)=1.
  S4(10)=1.
  S4(11)=1.
  S4(12)=1.5
  S4(13)=1.5
  S4(14)=1.5
  S4(15)=2.0
  S4(16)=2.0
  S4(17)=2.0
```



S4(18)=4.0  
S4(19)=4.0  
S4(20)=4.5  
S4(21)=4.5  
S4(22)=4.5  
S4(23)=4.5  
S4(24)=5.5  
S4(25)=6.0  
S4(26)=7.0  
S4(27)=7.0  
S4(28)=7.0  
S4(29)=8.0  
S4(30)=8.0

S4(31)=8.0  
S4(32)=9.0  
S4(33)=10.  
S4(34)=10.  
S4(35)=11.  
S4(36)=11.  
S4(37)=12.  
S4(38)=12.  
S4(39)=13.

S5(1)=1.  
S5(2)=1.2  
S5(3)=1.5  
S5(4)=1.8  
S5(5)=2.0  
S5(6)=2.2  
S5(7)=2.5  
S5(8)=2.8  
S5(9)=3.0  
S5(10)=3.5  
S5(11)=4.0  
S5(12)=4.5  
S5(13)=5.0  
S5(14)=5.5  
S5(15)=6.0  
S5(16)=7.0  
S5(17)=8.0  
S5(18)=9.0  
S5(19)=10.  
S5(20)=11.  
S5(21)=12.  
S5(22)=14.  
S5(23)=16.  
S5(24)=18.  
S5(25)=20.  
S5(26)=22.  
S5(27)=24.  
S5(28)=26.  
S5(29)=28.  
S5(30)=30.  
S5(31)=32.  
S5(32)=35.

I=1

11 IF(S1-S5(I))14,14,12

12 IF(I-32)13,15,15

13 I=I+1

GO TO 11

14 S2=S5(I)

GO TO 16

```
15 S2=S1
16 D5=D1+(2.*S2)
20 I=1
21 IF(D5-D4(I))24,24,22
22 IF(I-39)23,25,25
23 I=I+1
    GO TO 21
24 D2=D4(I)
    GO TO 30
25 D2=D5
30 IF(S2-S4(I))32,31,31
32 S2=S4(I)
31 D3=D2-(2.*S2)
    IF((D1-D3)-5.)41,41,40
40 S1=S2
    GO TO 16
41 RETURN
*END
```

```
*ID 03777,,
*USER IRE,SPILKER
C SUBROUTINE DELTAP BERECHNET DELTA P IM GESAMTEN KUEHLKREIS
  SUBROUTINE DELTAP(DRUBE)
  DIMENSION PA(12),TA(12),DA(12),EAE(12),EAH(5),PAH(5),TAH(5),
  1DAH(5)
  COMMON ZWUE,QEL,PHDA1,DUETLA,PHDAS,ZWKSYS,PDAS,PRA,TMZ1,TZPA2,
  1THDAS,DPODS,TDAS,TRA,PCE,TZPA1,PHDES,TDAP,PHDA2,PCEH,DPRG,THDAP,
  2TMZ2,DPZP,HT,ETAHTM,ETAHD,DPZS2,NHOD,EIGENB,ETAMD,DPZS1,AVH,
  3SPERRD,ETAND,AV,UEBESP,GTIPK,ERA,EZPA1,EZSA2,EC2,EGTAPK,ELE,
  4EZPA2,EMDA,ERE,ETHDER,EZPE1,ECE1,EHGA,EDAS,ETE,EZSE2,ECE2,EZPE2,
  5EHGTA,EDES,ELA,EMDE,EC1,ESP,EGT,EHDEP,TLA,PHDE1,PHGTA,XCE,PIIPK,
  6EHDAP,PLA,PMDE,THGA,XCEH,TIIPK,TMDA,PLE,TRE,PHGA,DPV,THDES,ITE,
  7PSP,PRE,TCE,TSP,THGE,PTE,PHDAP,THGTA,TCEH,NENTH,EAE,TA,PA,EAH,
  8PAH,TAH,DA,DAH,DR,DC2,QR,QGT,DL,DHDP,DHDS,ETATH,QHT,DZP1,
  9DZS1,DODP,ETAN,QHGT,DZP2,DGT,DODS,DT,DC1,DHT,EZSE1,DZS2,PZPA,DSP
  COMMON QGTSPA,DGTIP,QDGP,XCEVZ,ECE1VZ,PCEVZ,PNZWT,ZWT,KAUSG
  COMMON DPRZ,DPESD,DPRT,DPDV,DPVR,DPESW,DPRHD,DPHDP,DPHDV,DPVRH,
  1DSZWK,PHDEP,DPSP,ZWKSYS,READIN,EDAP,EIHAG,EIHKT,EIHKG,KPRIME,TL
  2,SPVPR1,SPVPR2,KDPROL
  COMMON D3,WASTER,ROHRL,ANZ8,ANZVEN,WHIT,ANZSCH,ANZPAR,ERZ1,ERZ2
  1,ERZ3,ERZ4,ERZ5,ERZ6,ERT1,ERT2,ERT3,ERT4,ERT5,ERT6,
  2EDV1,EDV2,EDV3,EDV4,EDV5,EDV6,EVR1,EVR2,EVR3,EVR4,EVR5,EVR6,
  3ERHD1,ERHD2,ERHD3,ERHD4,ERHD5,ERHD6,EHDV1,EHDV2,EHDV3,EHDV4,EHDV5,
  4EHDV6,EVRH1,EVRH2,EVRH3,EVRH4,EVRH5,EVRH6,D3RZ,D3RT,
  5D3DV,D3VR,D3RHD,D3HDV,D3VRH,WD3RZ,WD3RT,WD3DV,WD3VR,WD3RHD,
  6WD3HDV,WD3VRH
  REWIND 1
  KDPROL=3
  IF(DRUBE)1,1,2
C DRUBE=0. EINPROGRAMMIERTE SCHAEZWERTE FUER DEN DRUCKABFALL
C IM KREISLAUF WERDEN VERWENDET
C DRUBE=1. DRUCKABFALL IM KREISLAUF WIRD CERECHNET
  1 IF(KPRIME)10,10,11
  11 DPRZ=0.5
  DPDV=0.2
  DPVR=0.5
  DPRHD=0.5
  DPHDP=0.5
  DPHDV=0.2
  DPVRH=0.5
  GO TO 12
  10 DPRZ=2.5
C DPRZ IN AT DRUCKABFALL REAKTOR-ZWUE BZW LOEFFLERKESSEL
C ODER UBERFLAECHENDAMPFERZEUGER
  DPESD=2.0
C DPESD DRUCKABFALL IM EINSPRITZDAMPFERZEUGER
  DPDV=0.5
C DPDV DRUCKABFALL DAMPFERZEUGER-VERDICHTER
  DPVR=1.5
C DPVR DRUCKABFALL VERDICHTER-REAKTOR
  DPESW=5.0
C DPESW DRUCKABFALL BEI DER SPEISEWASSEREINSPRITZUNG
  DPRHD=2.5
C DPRHD DRUCKABFALL REAKTOR-HILFSDAMPFERZEUGER
  DPHDP=2.5
C DPHDP DRUCKABFALL IM HILFSDAMPFERZEUGER PRIMAER
  DPHDV=1.0
C DPHDV DRUCKABFALL HILFSDAMPFERZEUGER-VERDICHTER
  DPVRH=2.0
C DPVRH DRUCKABFALL VERDICHTER-REAKTOR
```

```
12 DPRT=1.5
C DPRT DRUCKABFALL REAKTOR-TURBINE
GO TO 3
C DRUCKABFAELLE WERDEN FUER DIE EINZELNEN ROHRELEMENTE GERECH.
2 IF(ZWKSU-1.)4,5,4
5 DURCHS=DZP1+DL
PST=PRA
TST=TRA
GO TO 6
4 PST=PDAS
TST=TDAS
DURCHS=DODP
6 DPRZ=DIAURO(DURCHS,PRA,TRA)
D3RZ=D3
WD3RZ=WASTER
ERZ1=ROHRL
ERZ2=ANZB
ERZ3=ANZSCH
ERZ4=ANZVEN
ERZ5=WMIT
ERZ6=ANZPAR
KDPROL=2
DPRT=DIAURO(DT,PST,TST)
KDPROL=3
D3RT=D3
WD3RT=WASTER
ERT1=ROHRL
ERT2=ANZB
ERT3=ANZSCH
ERT4=ANZVEN
ERT5=WMIT
ERT6=ANZPAR
DURCHS=DR-DHDP
DPDV=DIAURO(DURCHS,PLA,TLA)
D3DV=D3
WD3DV=WASTER
EDV1=ROHRL
EDV2=ANZB
EDV3=ANZSCH
EDV4=ANZVEN
EDV5=WMIT
EDV6=ANZPAR
IF(ZWKSU-1.)7,7,8
8 DURCHS=DURCHS-DSZWK
7 DPVR=DIAURO(DURCHS,PRE,TRE)
D3VR=D3
WD3VR=WASTER
EVR1=ROHRL
EVR2=ANZB
EVR3=ANZSCH
EVR4=ANZVEN
EVR5=WMIT
EVR6=ANZPAR
DPRHD=DIAURO(DHDP,PRA,TRA)
D3RHD=D3
WD3RHD=WASTER
ERHD1=ROHRL
ERHD2=ANZB
ERHD3=ANZSCH
ERHD4=ANZVEN
ERHD5=WMIT
```

ERHD6=ANZPAR  
DPHDV=DIAURO(DHDP,PHDAP,THDAP)  
D3HDV=D3  
WD3HDV=WASTER  
EHDV1=ROHRL  
EHDV2=ANZB  
EHDV3=ANZSCH  
EHDV4=ANZVEN  
EHDV5=WMIT  
EHDV6=ANZPAR  
DPVRH=DIAURO(DHDP,PRE,TRE)  
D3VRH=D3  
WD3VRH=WASTER  
EVRH1=ROHRL  
EVRH2=ANZB  
EVRH3=ANZSCH  
EVRH4=ANZVEN  
EVRH5=WMIT  
EVRH6=ANZPAR  
READIN=1.  
3 RETURN

\*END

```
*ID 03778,,
*USER IRE,SPILKER
C SUBROUTINE DRUB BERECHNET DISKRETE DRUECKE IM KUEHLKREIS
  SUBROUTINE DRUB
  DIMENSION PA(12),TA(12),DA(12),EAEE(12),EAH(5),PAH(5),TAH(5),
  1CAH(5)
  COMMON ZWUE,QEL,PHDA1,DUETLA,PHDAS,ZWKSYPDAS,PRA,TMZ1,TZPA2,
  1THDAS,DPODS,TDAS,TRA,PCE,TZPA1,PHDES,TDAP,PHDA2,PCEH,DPRG,THDAP,
  2TMZ2,DPZP,HT,ETAHTM,ETAHD,DPZS2,NHOD,EIGENB,ETAMD,DPZS1,AVH,
  3SPERRD,ETAND,AV,UEBESP,GTIPK,ERA,EZPA1,EZSA2,EC2,EGTAPK,ELE,
  4EZPA2,EMDA,EKE,ETHDER,EZPE1,ECE1,EHGA,EDAS,ETE,EZSE2,ECE2,EZPE2,
  5EHGTA,EDES,ELA,EMDE,EC1,ESP,EGT,EHDEP,TLA,PHDE1,PHGTA,XCE,PIIPK,
  6EHDAP,PLA,PMDE,THGA,XCEH,TIIPK,TMDA,PLE,TRE,PHGA,DPV,THDES,TTE,
  7PSP,PRE,TCE,TSP,THGE,PTE,PHDAP,THGTA,TCEH,NENTH,EAEE,TA,PA,EAH,
  8PAH,TAH,DA,DAH,DR,DC2,QR,QGT,DL,DHDP,DHDS,ETATH,QHT,DZP1,
  9DZS1,DODP,ETAN,QHGT,DZP2,DGT,DODS,DT,DC1,DHT,EZSE1,DZS2,PZPA,DSP
  COMMON QGTSPA,DGIIPK,QDGP,XCEVZ,ECE1VZ,PCEVZ,PNZWT,ZWT,KAUSG
  COMMON DPRZ,DPESD,DPRT,DPDV,DPVR,DPESW,DPRHD,DPHDP,DPHDV,DPVRH,
  1DSZWK,PHDEP,DPSP,ZWKSYO,READIN,EDAP,EIHAG,EIHKT,EIHKG,KPRIME,TLE
  2,SPVPR1,SPVPR2,KDPROL
  COMMON D3,WASTER,ROHRL,ANZB,ANZVEN,WMIT,ANZSCH,ANZPAR,ERZ1,ERZ2
  1,ERZ3,ERZ4,ERZ5,ERZ6,ERT1,ERT2,ERT3,ERT4,ERT5,ERT6,
  2EDV1,EDV2,EDV3,EDV4,EDV5,EDV6,EVR1,EVR2,EVR3,EVR4,EVR5,EVR6,
  3ERHD1,ERHD2,ERHD3,ERHD4,ERHD5,ERHD6,EHDV1,EHDV2,EHDV3,EHDV4,CHDV5,
  4EHDV6,EVRH1,EVRH2,EVRH3,EVRH4,EVRH5,EVRH6,D3RZ,D3RT,
  5D3DV,D3VR,D3RHD,D3HDV,D3VRH,WD3RZ,WD3RT,WD3DV,WD3VR,WD3RHD,
  6WD3HDV,WD3VRH
  PLE=PRA-DPRZ
  PZPA=PLE-DPZP
  IF(ZWUE)5,5,6
  5 PLA=PLE-DPESD
  IF(ZWKSYP-1.)7,8,7
  6 PLA=PZPA-DPESD
  IF(ZWKSYP-1.)7,8,7
  7 PLA=PZPA
  PTT=PDAS
  GO TO 9
  8 PTT=PRA
  9 PTE=(PTT-DPRT)*0.95
  DPV=PRA-PLA+DPRG+DPDV+DPVR
  PRE=PRA+DPRG
  IF(ZWKSYP-1.)10,11,10
  11 PSP=PLA+DPESW
  GO TO 12
  10 PSP=PDAS+DPODS
  12 DPSP=PSP
  PHDEP=PRA-DPRHD
  PHDAP=PHDEP-DPHDP
  RETURN
*END
```

```
*ID 03779, , ,
*USER IRE, SPILKER
C SUBROUTINE ZUR KONTROLLE DER ZUSTANDSSGROESSEN AM AUSTRITT DER
C GEBLAESEANTRIEBSTURBINE IM SEK. HILFSKREIS
SUBROUTINE CONGAU(SHKTIS, EHKTIS, EHGTA, PHGTA, THGTA, STK)
STK=0.
P=0.
AI=10.
DO 833 KSCH=1,6
832 P=P+AI
T=TS(P)
SERR=HDS(P,T)
IF(SERR-SHKTIS)830,831,832
830 P=P-AI
833 AI=AI*0.1
831 ESAETT=HDI(P,T)
IF(EHKTIS-ESAETT)835,834,834
835 P=0.
AI=10.
DO 836 KSCH=1,6
839 P=P+AI
T=TS(P)
WE=WI(P,T)
WEN=WS(P,T)
X=(EHKTIS -WE )/(HDI(P,T)-WE )
SERR=WEN +X*(HDS(P,T)-WEN )
IF(SERR-SHKTIS)837,838,839
837 P=P-AI
836 AI=AI*0.1
838 PHGTA=P
THGTA=T
IF(EHGTA-HDI(PHGTA,THGTA))841,842,842
841 PRINT 843
843 FORMAT(1HK,12HKOM 1 03779)
C KOM 1 EHGTA IM NASSDAMPFGEBIET
STK=1.
GO TO 1
834 CALL TUPES(EHKTIS,SHKTIS,PHGTA,THGTA)
842 THGTA=TPE(PHGTA,EHGTA)
1 RETURN
*END
```

```
*ID 03780,,,
*USER IRE,SPILKER
C SUBROUTINE ZUR BERECHNUNG DES EXPANSIONSENDPUNKTES IN DER GEBLAE
C ANTRIEBSTURBINE BEI GTIPK GROESSER 1.
C SUBROUTINE EXGEB(P,T,PE,ETAHTM,EGTAPK,EGT,E2ST)
C P IN ATA DRUCK AM GEBL.-TURB.-EINTRITT
C T IN C TEMP. AM GEBL.-TURB.-EINTRITT
C PE IN ATA DRUCK AM GEBL.-TURB.-EINTRITT
C ETAHTM ETA I MITTEL
C EGTAPK IN KCAL/KG ENTH. AM GEBL.-TURB. - AUSTRITT
C EGT IN KCAL/KG ENTH. AM GEBL.-TURB. - EINTRITT
C E2ST IN KCAL/KG ENTH. AN DER SAETT.-LINIE
SEAX=HDS(P,T)
EGT=HDI(P,T)
TSAET=TS(PE)
SS=HDS(PE,TSAET)
IF(SS-SEAX)1,1,2
2 E1ST=WI(PE,TSAET)
E2ST=HDI(PE,TSAET)
S1ST=WS(PE,TSAET)
S2ST=HDS(PE,TSAET)
EIS=E1ST+(E2ST-E1ST)*((SEAX-S1ST)/(S2ST-S1ST))
GO TO 3
1 TIS=TPS(PE,SEAX)
EIS=HDI(PE,TIS)
3 EGTAPK=EGT-ETAHTM*(EGT-EIS)
RETURN
*END
```



```
*ID 03781,,,
*USER IRE,SPILKER
C SUBROUTINE ZUR BERECHNUNG DER MISCHEENTHALPIE NACH ZUSPEISUNG
C DES GEBLAESE-TURBINEN-ABDAMPFES
C SUBROUTINE ENMI(N,KXX,ENTH,EMISCH)
C N ANZAHL DER VORWAERMSTUFEN
C KXX ANZAHL DER ZU ADD. VORWAERMSTUFEN
C ENTH ENTHALPIE DES DAMPFSTROMES AUS DER TURBINE
C EMISCH ENTHALPIE DES DAMPFSTROMES NACH DER MISCHEUNG
C DIMENSION PA(12),TA(12),DA(12),EAEE(12),EAH(5),PAH(5),TAH(5),
1DAH(5)
COMMON ZWUE,QEL,PHDA1,DUETLA,PHDAS,ZWKSU,PDAS,PRA,TMZ1,TZPA2,
1THDAS,DPODS,TDAS,TRA,PCE,TZPA1,PHDES,TDAP,PHDA2,PCEH,DPRG,THDAP,
2TMZ2,DPZP,HT,ETAHTM,ETAHD,DPZS2,NHOD,EIGENB,ETAMD,DPZS1,AVH,
3SPERRD,ETAND,AV,UEBESP,GTIPK,ERA,EZPA1,EZSA2,EC2,EGTAPK,ELE,
4EZPA2,EMDA,ERE,ETHDER,EZPE1,ECE1,EHGA,EDAS,ETE,EZSE2,ECE2,EZPE2,
5EHGTA,EDES,ELA,EMDE,EC1,ESP,EGT,EHDEP,TLA,PHDE1,PHGTA,XCE,PIPK,
6EHDAP,PLA,PMDE,THGA,XCEH,TIIPK,TMDA,PLE,TRE,PHGA,DPV,THDES,TTE,
7PSP,PRE,TCE,TSP,THGE,PTI,PHDAP,THGTA,TCEH,NENTH,EAEE,TA,PA,EAH,
8PAH,TAH,DA,DAH,DR, DC2,QR,QGT,DL,DHDP,DHDS,ETATH,QHT,DZP1,
9DZS1,DODP,ETAN,QHGT,DZP2,DGT,DODS,DT,DC1,DHT,EZSE1,DZS2,PZPA,DSP
COMMON QGTSPA,DGTIP,QDGP,XCEVZ,ECE1VZ,PCEVZ,PNZWT,ZWT,KAUSG
COMMON DPRZ,DPESD,DPRT,DPDV,DPVR,DPESW,DPRHD,DPHDP,DPHDV,DPVRH,
1DSZWK,PHDEP,DPSP,ZWKSUO,READIN,EDAP,EIHAG,EIHKT,EIHKG,KPRIME,TLE
2,SPVPR1,SPVPR2,KDPROL
SUMDA=0.
III=N+1-KXX
DO 1 K=1,III
KK=N-K
1 SUMDA=SUMDA+DA(KK)
EMISCH=((DT-SUMDA)*ENTH+DGTIP*EGTAPK)/(DT-SUMDA+DGTIP)
RETURN
*END
```

```
*ID 03782,,,
*USER IRE,SPILKER
C SUBROUTINE ZUR BERECHNUNG DER ZUSTANDSGROESSEN FUER HE
  SUBROUTINE HEZU
    DIMENSION PA(12),TA(12),DA(12),EAEE(12),EAH(5),PAH(5),TAH(5),
    1DAH(5)
    COMMON ZWUE,QEL,PHDA1,DUETLA,PHDAS,ZWKSU,PDA5,PRA,TMZ1,TZPA2,
    1THDAS,DPODS,TDAS,TRA,PCE,TZPA1,PHDES,TDAP,PHDA2,PCEH,DPRG,THDAP,
    2TMZ2,DPZP,HT,ETAHTM,ETAHD,DPZS2,NHOD,EIGENB,ETAMD,DPZS1,AVH,
    3SPERRD,ETAND,AV,UEBESP,GTIPK,ERA,EZPA1,EZSA2,EC2,EGTAPK,ELE,
    4EZPA2,EMDA,ERF,ETHDER,EZPE1,ECE1,EHGA,EDAS,ETE,EZSE2,ECE2,EZPE2,
    5EHGTA,EDES,ELA,EMDE,EC1,ESP,EGT,EHDEP,TLA,PHDEL,PHGTA,XCE,P1IPK,
    6EHDAP,PLA,PMDE,THGA,XCEH,T1IPK,TMDA,PLE,TRE,PHGA,DPV,THDES,TTE,
    7PSP,PRE,TCE,TSP,THGE,PTE,PHDAP,THGTA,TCEH,NENTH,EAEE,TA,PA,EAH,
    8PAH,TAH,DA,DAH,DR,DC2,QR,QGT,DL,DHDP,DHDS,ETATH,QHT,DZP1,
    9DZS1,DODP,ETAN,QHGT,DZP2,DGT,DODS,DT,DC1,DHT,EZSC1,DZS2,PZPA,DSP
    COMMON QGTSPA,DGTIP,QDGP,XCEVZ,ECE1VZ,PCEVZ,PNZWT,ZWT,KAUSG
    COMMON DPRZ,DPESD,DPRT,DPDV,DPVR,DPESW,DPRHD,DPHDP,DPHDV,DPVRH,
    1DSZWK,PHDEP,DPSP,ZWKSUO,READIN,EDAP,EIHAG,EIHKT,EIHKG,KPRIME,TLE
    2,SPVPR1,SPVPR2,KDPROL
    EHDEP=HEI(PHDEP,TLE)
    EHDAP=HEI(PHDAP,THDAP)
    ELE=HEI(PLE,TLE)
    ELA=HEI(PLA,TLA)
    ERA=HEI(PRA,TRA)
    EZPE2=ELE
    EZPE1=ELE
    EZPA2=HEI(PZPA,TZPA2)
    EZPA1=HEI(PZPA,TZPA1)
    EDAP=HEI((PZPA-0.5),TDAP)
    SPVPR1=HEV((PHDAP+3.5),(THDAP+10.))
    SPVPR2=HEV((PLA+0.5*DPV),(TLA+TRE)*0.5)
    RETURN
```

\*END

```
*ID 03762,,,
*USER IRE,SPILKER
SUBROUTINE AUPR1 (NR)
C KREDAR
C PROGRAMM ZUR THERMODYNAMISCHEN BERECHNUNG VON REAKTOR-KUEHLKREIS-
C LAEUFEN MIT UND OHNE ZWISCHENUEBERHITZUNG FUER H2 O KUEHLUNG
C AUSDRUCK-PHASE 1
DIMENSION EA(12),PA(12),TA(12),DA(12),QE(12),EAEE(12),
1EAH(5),PAH(5),TAH(5),DAH(5),QEH(5),KORKOM(2)
COMMON ZWUE,QEL,PHDA1,DUETLA,PHDAS,ZWKSYS,PDAS,PRA,TMZ1,TZPA2,
1THDAS,DPODS,TDAS,TRA,PCE,TZPA1,PHDES,TDAP,PHDA2,PCEH,DPRG,THDAP,
2TMZ2,DPZP,HT,ETAHTM,ETAHD,DPZS2,NHOD,EIGENB,ETAMD,DPZS1,AVH,
3SPERRD,ETAND,AV,UEBESP,GTIPK,ERA,EZPA1,EZSA2,EC2,EGTAPK,ELE,
4EZPA2,EMDA,ERE,ETHDER,EZPE1,ECE1,EHGA,EDAS,ETE,EZSE2,ECE2,EZPE2,
5EHGTA,EDES,ELA,EMDE,EC1,ESP,EGT,EHDEP,TLA,PHDE1,PHGTA,XCE,PIIPK,
6EHDAP,PLA,PMDE,THGA,XCEH,TIIPK,TMDA,PLE,TRE,PHGA,DPV,THDES,TTE,
7PSP,PRE,TCE,TSP,THGE,PTE,PHDAP,THGTA,TCEH,NENTH,EAEE,TA,PA,EAH,
8PAH,TAH,DA,DAH,DR, DC2,QR,QGT,DL,DHDP,DHDS,ETATH,QHT,DZP1,
9DZS1,DODP,ETAN,QHGT,DZP2,DGT,DODS,DT,DC1,DHT,EZSE1,DZS2,PZPA,DSP
COMMON QGTSPA,DGIIPK,QDGP,XCEVZ,ECE1VZ,PCEVZ,PNZWT,ZWT,KAUSG
COMMON DPRZ,DPESD,DPRT,DPDV,DPVR,DPESW,DPRHD,DPHDP,DPHDV,DPVRH,
1DSZWK,PHDEP,DPSP,ZWKSYS,READIN,EDAP,EIHAG,EIHKT,EIHKG,KPRIME,TLE
2,SPVPR1,SPVPR2,KDPROL
COMMON D3,WASTER,ROHRL,ANZB,ANZVEN,WMIT,ANZSCH,ANZPAR,ERZ1,ERZ2
1,ERZ3,ERZ4,ERZ5,ERZ6,ERT1,ERT2,ERT3,ERT4,ERT5,ERT6,
2EDV1,EDV2,EDV3,EDV4,EDV5,EDV6,EVR1,EVR2,EVR3,EVR4,EVR5,EVR6,
3ERHD1,ERHD2,ERHD3,ERHD4,ERHD5,ERHD6,EHDV1,EHDV2,EHDV3,EHDV4,EHDV5,
4EHDV6,EVRH1,EVRH2,EVRH3,EVRH4,EVRH5,EVRH6,D3RZ,D3RT,
5D3DV,D3VR,D3RHD,D3HDV,D3VRH,WD3RZ,WD3RT,WD3DV,WD3VR,WD3RHD,
6WD3HDV,WD3VRH
PRINT 530
530 FORMAT(1H1)
IF(ZWKSYS-1.)3050,3051,3051
3051 KAT1=5@OFFEN
KAT2=3@ES
GO TO 3052
3050 IF(ZWKSYS-1.)750,750,751
750 PRINT 753
753 FORMAT(1HS,51X,15HDIREKTKREISLAUF)
GO TO 752
751 KAT1=5@GESCH
KAT2=3@L.
IF(KPRIME)128,128,129
128 KAT3=5@H 2 0
GO TO 3052
129 KAT3=5@HE
3052 PRINT754,KAT1,KAT2,KAT3
754 FORMAT(1HS,34X,A5,A3,16HZWEIKREIS-SYSTEM,18H PRIMAER-MEDIUM ,A5)
752 IF(ZWUE)922,922,921
922 KAT1=5@ OHNE
KAT2=1@
GO TO 3053
921 KAT1=5@ MIT
KAT2=1@
3053 PRINT 520,KAT1,KAT2
520 FORMAT(1HJ,30X,31HTHERMODYNAMISCHER KREISPROZESS,A5,A1,20HZWISCHE
1NUEBERHITZUNG)
QGES=QGT+QHT
DGT=DHDS*QGT/QGES
DHT=DHDS*QHT/QGES
QGT =QGT/8.6E+5
```

```
QHT=QHT/8.6E+5
PRINT 105,NR
105 FORMAT(1HJ,51X,13HPROZESS NR I4)
PRINT 107
107 FORMAT(1HK,7HEINGABE)
PRINT 108,QEL,PHDA1,DUETLA,PHDAS,ZWKSYP,PDAS
108 FORMAT(1HJ,6HQEL =F7.2,15H MW PHDA1=F7.2,16H ATA DUETLA=
1F7.2,14H C PHDAS=F7.2,4H ATA,3X,6HZWKSYP=F7.2,11H PDAS=F7
2.2,4H ATA)
PRINT 109,PRA,TMZ1,TZPA2,THDAS,ZWKSYP,TDAS
109 FORMAT(1X,6HPRA =F7.2,15H ATA TMZ1 =F7.2,16H C TZPA2 =F
17.2,14H C THDAS=F7.2,4H C ,3X,6HZWSYP=F7.2,11H TDAS=F7.
22,2H C)
PRINT 110,TRA,PCE,TZPA1,PHDES,DPODS,TDAP
110 FORMAT(1X,6HTRA =F7.2,15H C PCE =F7.3,16H ATA TZPA1 =F
17.2,14H C PHDES=F7.2,4H ATA,3X,6HDPODS=F7.2,11H AT TDAP=F7.
22,2H C)
PRINT 111,PHDA2,PCEH,DPRG,THDAP
111 FORMAT(1X,6HPHDA2=F7.2,15H ATA PCEH =F7.3,16H ATA DPRG =F
17.2,14H AT THDAP=F7.2,4H C )
PRINT 112,TMZ2
112 FORMAT(1X,6HTMZ2 =F7.2,2H C)
PRINT 113,ZWUE,DPZP,HT ,ETAHTM,ZWT,PCEVZ
113 FORMAT(1HJ,6HZWUE =F7.3,11H DPZP =F6.2,15H AT HT =F6.2,
112H ETAHTM=F7.3,3X,7HZWT =F7.3,7X,6HPCEVZ=F8.3,4H ATA)
PRINT 114,ETAHD,DPZS2,NHOD,EIHAG,EIGEND,PNZWT
114 FORMAT(1X,6HETAHD=F7.3,11H DPZS2=F6.2,15H AT NHOD =F6.2,12H
1 EIHAG =F7.3,3X,7HEIGENB=F7.3,5H MW ,2X,6HPNZWT=F8.3,4H ATA)
PRINT 115,ETAMD,DPZS1,AVH,EIHKY,SPERRD,ECE1VZ
115 FORMAT(1X,6HETAMD=F7.3,11H DPZS1=F6.2,15H AT AVH =F6.2,1
12H EIHKY =F7.3,3X,7HSPERRD=F7.3,5H KG/H,2X,6HECEVZ=F8.3,8H KCA
2L/KG)
PRINT 116,ETAND,AV,UEBESP,EIHKY,GTIPK,XCEVZ
116 FORMAT(1X,6HETAND=F7.3,11H AV =F6.2,15H UEBESP=F6.2,1
12H EIHKY =F7.3,3X,7HGTIPK =F7.3,5H ,2X,6HXCEVZ=F8.3)
IF(KAUSG)3054,3054,3055
3054 PRINT 117,EDAP
117 FORMAT(1HK,7HAUSGABE,97X,7HEODA =F7.2,8H KCAL/KG)
PRINT 118,ERA,EZPA1,EZSA2,EC2,EGTAPK
118 FORMAT(1HJ,6HERA =F7.2,19H KCAL/KG EZPA1=F7.2,19H KCAL/KG
1 EZSA2=F7.2,19H KCAL/KG EC2 =F7.2,20H KCAL/KG EGTAPK=F7.2
2,8H KCAL/KG)
PRINT 119,ELE,EZPA2,EMDA,ERE,ETHDER
119 FORMAT(1X,6HELE =F7.2,19H KCAL/KG EZPA2=F7.2,19H KCAL/KG
1EMDA =F7.2,19H KCAL/KG ERE =F7.2,20H KCAL/KG ETHDER=F7.2,
28H KCAL/KG)
PRINT 120,EZPE1,EZSE1,ECE1,EHGA ,EDAS
120 FORMAT(1X,6HEZPE1=F7.2,19H KCAL/KG EZSE1=F7.2,19H KCAL/KG
1ECE1 =F7.2,19H KCAL/KG EHGA =F7.2,8H KCAL/KG,5X,7HEDAS =F7.2,
28H KCAL/KG)
PRINT 121,ETE,EZSE2,ECE2,EHGTA,EDES
121 FORMAT(1X,6HETE =F7.2,19H KCAL/KG EZSE2=F7.2,19H KCAL/KG
1ECE2 =F7.2,19H KCAL/KG EHGTA=F7.2,8H KCAL/KG,5X,7HEDES =F7.2,
28H KCAL/KG)
PRINT 122,ELA,EMDE,EC1,ESP,EGT
122 FORMAT(1X,6HELA =F7.2,19H KCAL/KG EMDE =F7.2,19H KCAL/KG
1EC1 =F7.2,19H KCAL/KG ESP =F7.2,8H KCAL/KG,5X,7HEGTEIP=F7.2,
28H KCAL/KG)
PRINT 123,EHDEP,TLA,PHDE1,PHGTA,XCE,PIIPK
123 FORMAT(1HJ,6HEHDEP=F7.2,19H KCAL/KG TLA =F7.2,15H C PHD
1E1=F7.2,15H ATA PHGTA=F7.2,14H ATA XCE =F7.3,12H PIIP
```

```
2K=F7.2,4H ATA)
PRINT 124,EHDAP,PLA,PMDE,THGA,XCEH,TIIPK
124 FORMAT(1X,6HEHDAP=F7.2,19H KCAL/KG      PLA =F7.2,15H ATA      PMDE
1 =F7.2,15H ATA      THGA =F7.2,14H C      XCEH=F7.3,12H      TIIPK
2=F7.2,4H C )
PRINT 125,TMDA,PLE,TRE,PHGA,DPV,THDES
125 FORMAT(1X,6HTMDA =F7.2,19H C      PLE =F7.2,15H ATA      TRE
1 =F7.2,15H C      PHGA =F7.2,14H ATA      DPV =F7.3,12H AT      THDES
2=F7.2,2H C )
PRINT 126,TTE,PSP,PRE,TCE,TSP,THGE
126 FORMAT(1X,6HITE =F7.2,19H C      PSP =F7.2,15H ATA      PRE
1 =F7.2,15H ATA      TCE =F7.2,14H C      TSP =F7.3,12H C      THGE
2=F7.2,2H C )
PRINT 127,PTE,PHDAP,THGTA,TCEH,NENTH,PZPA
127 FORMAT(1X,6HPTE =F7.2,19H ATA      PHDAP=F7.2,15H ATA      THGT
1A=F7.2,15H C      TCEH =F7.2,14H C      ANEN=I3,10X,6HPZPA =F7.2
2,4H ATA)
3055 RETURN
*END
```

```
*ID 03763,,
*USER IRE,SPILKER
SUBROUTINE AUPR2 (NR)
C KREDAR
C PROGRAMM ZUR THERMODYNAMISCHEN BERECHNUNG VON REAKTOR-KUEHLKREIS-
C LAEUFEN MIT UND OHNE ZWISCHENUUEBERHITZUNG FUER H2 O KUEHLUNG
C AUSDRUCK-PHASE 2
DIMENSION EA(12),PA(12),TA(12),DA(12),QE(12),EAEE(12),
1EAH(5),PAH(5),TAH(5),DAH(5),QEH(5),KORKOM(2)
COMMON ZWUE,QEL,PHDA1,DUETLA,PHDAS,ZWKSY,PDAS,PRA,TMZ1,TZPA2,
1THDAS,DPODS,TDAS,TRA,PCE,TZPA1,PHDES,TDAP,PHDA2,PCEH,DPRG,THDAP,
2TMZ2,DPZP,HT,ETAHTM,ETAHD,DPZS2,NHOD,EIGENB,ETAMD,DPZS1,AVH,
3SPERRD,ETAND,AV,UEBESP,GTIPK,ERA,EZPA1,EZSA2,EC2,EGTAPK,ELE,
4EZPA2,EMDA,ERE,ETHDER,EZPE1,ECE1,EHGA,EDAS,ETE,EZSE2,ECE2,EZPE2,
5EHGTA,EDES,ELA,EMDE,EC1,ESP,EGT,EHDEP,TLA,PHDE1,PHGTA,XCE,P1IPK,
6EHDAP,PLA,PMDE,THGA,XCEH,T1IPK,TMDA,PLE,TRE,PHGA,DPV,THDES,ITE,
7PSP,PRE,TCE,ISP,THGE,PTE,PHDAP,THGTA,TCEH,NENTH,EAEE,TA,PA,EAH,
8PAH,TAH,DA,DAH,DR, DC2,QR,QGT,DL,DHDP,DHDS,ETATH,QHT,DZP1,
9DZS1,DODP,ETAN,QHGT,DZP2,DGT,DODS,DT,DC1,DHT,EZSE1,DZS2,PZPA,DSP
COMMON QGTSPA, DGIPK, QDGP, XCEVZ, ECE1VZ, PCEVZ, PNZWT, ZWT, KAUSG
COMMON DPRZ, DPESD, DPRT, DPDV, DPVR, DPESW, DPRHD, DPHDP, DPHDV, DPVRH,
1DSZWK, PHDEP, DPSP, ZWKSYO, READIN, EDAP, EIHAG, EIHK, EIHKG, KPRIME, TLE
2, SPVPR1, SPVPR2, KDPROL
COMMON D3, WASTER, ROHRL, ANZB, ANZVEN, WMIT, ANZSCH, ANZPAR, ERZ1, ERZ2
1, ERZ3, ERZ4, ERZ5, ERZ6, ERT1, ERT2, ERT3, ERT4, ERT5, ERT6,
2EDV1, EDV2, EDV3, EDV4, EDV5, EDV6, EVR1, EVR2, EVR3, EVR4, EVR5, EVR6,
3ERHD1, ERHD2, ERHD3, ERHD4, ERHD5, ERHD6, EHDV1, EHDV2, EHDV3, EHDV4, EHDV5,
4EHDV6, EVRH1, EVRH2, EVRH3, EVRH4, EVRH5, EVRH6, D3RZ, D3RT,
5D3DV, D3VR, D3RHD, D3HDV, D3VRH, WD3RZ, WD3RT, WD3DV, WD3VR, WD3RHD,
6WD3HDV, WD3VRH
PRINT 330,EAEE(1),EAEE(7),TA(1),TA(7),PA(1),PA(7)
330 FORMAT(1H,5HEA1 =F7.2,16H KCAL/KG EA7 =F7.2,17H KCAL/KG TA1
1=F7.2,11H C TA7 =F7.2,11H C PA1 =F7.2,12H ATA PA7 =F7.2,4H
2 ATA)
PRINT 331,EAEE(2),EAEE(8),TA(2),TA(8),PA(2),PA(8)
331 FORMAT(1X,5HEA2 =F7.2,16H KCAL/KG EA8 =F7.2,17H KCAL/KG TA2 =
1F7.2,11H C TA8 =F7.2,11H C PA2 =F7.2,12H ATA PA8 =F7.2,4H
2ATA)
PRINT 332,EAEE(3),EAEE(9),TA(3),TA(9),PA(3),PA(9)
332 FORMAT(1X,5HEA3 =F7.2,16H KCAL/KG EA9 =F7.2,17H KCAL/KG TA3 =
1F7.2,11H C TA9 =F7.2,11H C PA3 =F7.2,12H ATA PA9 =F7.2,4H
2ATA)
PRINT 333,EAEE(4),EAEE(10),TA(4),TA(10),PA(4),PA(10)
333 FORMAT(1X,5HEA4 =F7.2,16H KCAL/KG EA10=F7.2,17H KCAL/KG TA4 =
1F7.2,11H C TA10 =F7.2,11H C PA4 =F7.2,12H ATA PA10 =F7.2,4H
2ATA)
PRINT 337,EAEE(5),EAEE(11),TA(5),TA(11),PA(5),PA(11)
337 FORMAT(1X,5HEA5 =F7.2,16H KCAL/KG EA11=F7.2,17H KCAL/KG TA5 =
1F7.2,11H C TA11 =F7.2,11H C PA5 =F7.2,12H ATA PA11 =F7.2,4H
2ATA)
PRINT 338,EAEE(6),EAEE(12),TA(6),TA(12),PA(6),PA(12)
338 FORMAT(1X,5HEA6 =F7.2,16H KCAL/KG EA12=F7.2,17H KCAL/KG TA6 =
1F7.2,11H C TA12 =F7.2,11H C PA6 =F7.2,12H ATA PA12 =F7.2,4H
2ATA)
PRINT 128,EAH(1),PAH(1),TAH(1),DA(1),DA(7),DAH(1)
128 FORMAT(1HJ,5HEAH1=F7.2,15H KCAL/KG PAH1=F7.2,11H ATA TAH1=F7.2,8
1H C DA1=E12.6,12H KG/H DA7 =E12.6,12H KG/H DAH1=E12.6,5H KG/H)
PRINT 129,EAH(2),PAH(2),TAH(2),DA(2),DA(8),DAH(2)
129 FORMAT(1X,5HEAH2=F7.2,15H KCAL/KG PAH2=F7.2,11H ATA TAH2=F7.2,8H
1 C DA2=E12.6,12H KG/H DA8 =E12.6,12H KG/H DAH2=E12.6,5H KG/H)
PRINT 130,EAH(3),PAH(3),TAH(3),DA(3),DA(9),DAH(3)
```

```
130 FORMAT(1X,5HEAH3=F7.2,15H KCAL/KG PAH3=F7.2,11H ATA TAH3=F7.2,8H
1 C DA3=E12.6,12H KG/H DA9 =E12.6,12H KG/H DAH3=E12.6,5H KG/H)
PRINT 131,EAH(4),PAH(4),TAH(4),DA(4),DA(10),DAH(4)
131 FORMAT(1X,5HEAH4=F7.2,15H KCAL/KG PAH4=F7.2,11H ATA TAH4=F7.2,8H
1 C DA4=E12.6,12H KG/H DA10=E12.6,12H KG/H DAH4=E12.6,5H KG/H)
PRINT 132,EAH(5),PAH(5),TAH(5),DA(5),DA(11),DAH(5)
132 FORMAT(1X,5HEAH5=F7.2,15H KCAL/KG PAH5=F7.2,11H ATA TAH5=F7.2,8H
1 C DA5=E12.6,12H KG/H DA11=E12.6,12H KG/H DAH5=E12.6,5H KG/H)
PRINT 339,DA(6),DA(12)
339 FORMAT(53X,8H DA6=E12.6,12H KG/H DA12=E12.6,5H KG/H)
PRINT 133,DR,DSP,DC2,QR,QGT
133 FORMAT(1HJ,5HDR =E12.6,15H KG/H DSP =E12.6,15H KG/H DC2 =
1E12.6,16H KG/H QR =E12.6,16H KCAL/H QGT =F8.3,3H MW)
PRINT 134,DL,DHDP,DHDS, QHT
134 FORMAT(1X,5HDL =E12.6,15H KG/H DHDP=E12.6,15H KG/H DHDS=E
112.6,5H KG/H,23X, 16H QHT =F8.3,3H MW)
PRINT 135,DZP1,DZS1,DODP,ETAN,QHGT
135 FORMAT(1X,5HDZP1=E12.6,15H KG/H DZS1=E12.6,15H KG/H DODP=E
112.6,16H KG/H ETAN =E12.6,16H QHGT =F8.3,3H MW)
PRINT 136,DZP2,DZS2,DGT,DODS,QGTSPA
136 FORMAT(1X,5HDZP2=E12.6,15H KG/H DZS2=E12.6,15H KG/H DGT =E
112.6,16H KG/H DODS =E12.6,16H KG/H QSPA =F8.3,3H MW)
PRINT 137,DT,DC1,DHT,DGIPK,QDGP
137 FORMAT(1X,5HDT =E12.6,15H KG/H DC1 =E12.6,15H KG/H DHT =E
112.6,16H KG/H DGTP =E12.6,16H KG/H QDGP =F8.3,3H MW)
RETURN
```

\*END

```
*ID 03764,,
*USER IRE,SPILKER
C  AUSDRUCKPROGRAMM FUER BERECHNETE DRUCKABFAELLE U. ROHRABM.
  SUBROUTINE AUPRO1
  DIMENSION PA(12),TA(12),DA(12),EAEE(12),EAH(5 ),PAH(5),TAH(5),
  1DAH(5)
  COMMON ZWUE,QEL,PHDA1,DUETLA,PHDAS,ZWKSU,PDAS,PRA,TMZ1,TZPA2,
  1THDAS,DPODS,TDAS,TRA,PCE,TZPA1,PHDES,TDAP,PHDA2,PCEH,DPRG,THDAP,
  2TMZ2,DPZP,HT,ETAHTM,ETAHD,DPZS2,NHOD,EIGENB,ETAMD,DPZS1,AVH,
  3SPERRD,ETAND,AV,UEBESP,GTIPK,ERA,EZPA1,EZSA2,EC2,EGTAPK,ELE,
  4EZPA2,EMDA,ERE,ETHDER,EZPE1,ECE1,EHGA,EDAS,ETE,EZSE2,ECE2,EZPE2,
  5EHGTA,EDES,ELA,EMDE,EC1,ESP,EGT,EHDEP,TLA,PHDE1,PHGTA,XCE,P1IPK,
  6EHDAP,PLA,PMDE,THGA,XCEH,T1IPK,TMDA,PLE,TRE,PHGA,DPV,THDES,TTE,
  7PSP,PRE,TCE,TSP,THGE,PTE,PHDAP,THGTA,TCEH,NENTH,EAEE,TA,PA,EAH,
  8PAH,TAH,DA,DAH,DR, DC2,QR,QGT,DL,DHDP,DHDS,ETATH,QHT,DZP1,
  9DZS1,DODP,ETAN,QHGT,DZP2,DGT,DODS,DT,DC1,DHT,EZSE1,DZS2,PZPA,DSP
  COMMON QGTSPA,DGIPK,QDGP,XCEVZ,ECE1VZ,PCEVZ,PNZWT,ZWT,KAUSG
  COMMON DPRZ,DPESD,DPRT,DPDV,DPVR,DPESW,DPRHD,DPHDP,DPHDV,DPVRH,
  1DSZWK,PHDEP ,DPSP,ZWKSUO,READIN,EDAP,EIHAG,EIHKT,EIHKG,KPRIME,TLE
  2,SPVPR1,SPVPR2,KDPROL
  COMMON D3,WASTER,ROHRL,ANZB,ANZVEN,WMIT,ANZSCH,ANZPAR,ERZ1,ERZ2
  1,ERZ3,ERZ4,ERZ5,ERZ6,ERT1,ERT2,ERT3,ERT4,ERT5,ERT6,
  2EDV1,EDV2,EDV3,EDV4,EDV5,EDV6,EVR1,EVR2,EVR3,EVR4,EVR5,EVR6,
  3ERHD1,ERHD2,ERHD3,ERHD4,ERHD5,ERHD6,EHDV1,EHDV2,EHDV3,EHDV4,EHDV5,
  4EHDV6,EVRH1,EVRH2,EVRH3,EVRH4,EVRH5,EVRH6,D3RZ,D3RT,
  5D3DV,D3VR,D3RHD,D3HDV,D3VRH,WD3RZ,WD3RT,WD3DV,WD3VR,WD3RHD,
  6WD3HDV,WD3VRH
  WRITE(9,89)
  89 FORMAT(1H1,7HEINGABE)
  WRITE(9,90)ERZ1,ERZ2,ERZ3,ERZ4,ERZ5,ERZ6
  90 FORMAT(1H0,6HROHRL=F7.2,11H M ANZB=F7.2,11H ANZSCH=F7.2,11H
  1 ANZVEN=F7.2,9H WMIT=F7.2,15H M/S ANZPAR=F7.2)
  WRITE(9,90)ERT1,ERT2,ERT3,ERT4,ERT5,ERT6
  WRITE(9,90)EDV1,EDV2,EDV3,EDV4,EDV5,EDV6
  WRITE(9,90)EVR1,EVR2,EVR3,EVR4,EVR5,EVR6
  WRITE(9,90)ERHD1,ERHD2,ERHD3,ERHD4,ERHD5,ERHD6
  WRITE(9,90)EHDV1,EHDV2,EHDV3,EHDV4,EHDV5,EHDV6
  WRITE(9,90)EVRH1,EVRH2,EVRH3,EVRH4,EVRH5,EVRH6
  WRITE(9,93)
  WRITE(9,93)
  WRITE(9,93)
  93 FORMAT(1H0)
  WRITE(9,91)
  91 FORMAT(1H0,7HAUSGABE)
  WRITE(9,100)DPRZ,DPRHD,D3RZ,D3RHD,WD3RZ,WD3RHD
  100 FORMAT(1H0,7HDPRZ =F7.3,4H AT,3X,7HDPRHD =F7.3,4H AT,
  1 8H D3RZ=F7.3,13H MM D3RHD=F7.3,13H MM WD3RZ=F7.3,
  214H MM WD3RHD=F7.3,4H MM)
  WRITE(9,101)DPESD,DPHDP
  101 FORMAT(1H0,7HDPESD =F7.3,4H AT,3X,7HDPHDP =F7.3,4H AT)
  WRITE(9,102)DPRT,D3RT,WD3RT
  102 FORMAT(1H0,7HDPRT =F7.3,4H AT,21X,
  18H D3RT=F7.3,6H MM ,21X,6HWD3RT=F7.3,4H MM)
  WRITE(9,103)DPDV,DPHDV,D3DV,D3HDV,WD3DV,WD3HDV
  103 FORMAT(1H0,7HDPDV =F7.3,4H AT,3X,7HDPHDV =F7.3,4H AT,
  18H D3DV=F7.3,13H MM D3HDV=F7.3,13H MM WD3DV=F7.3,
  214H MM WD3HDV=F7.3,4H MM)
  WRITE(9,104)DPVR,DPVRH,D3VR,D3VRH,WD3VR,WD3VRH
  104 FORMAT(1H0,7HDPVR =F7.3,4H AT,3X,7HDPVRH =F7.3,4H AT,
  18H D3VR=F7.3,13H MM D3VRH=F7.3,13H MM WD3VR=F7.3,
  214H MM WD3VRH=F7.3,4H MM)
```



```
WRITE(9,105)DPESW  
105 FORMAT(1H0,7HDPE$W =F7.3,4H AT)  
RETURN  
*END
```

---