

KERNFORSCHUNGSZENTRUM

KARLSRUHE

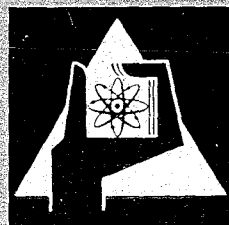
August 1968

KFK 824
EUR 4165 d

Institut für Reaktorbauelemente

THEDYBER - ein Programm zur thermodynamischen Berechnung
von Kreisläufen für dampfgekühlte Kernreaktoren, theoretische
Grundlagen und Programmbeschreibung

F. Erbacher, U. Harten



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.

KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

August 1968

KFK 824

EUR 4165d

Institut für Reaktorbauelemente

"THEDYBER" - ein Programm zur thermodynamischen
Berechnung von Kreisläufen für dampfgekühlte
Kernreaktoren, theoretische Grundlagen und
Programmbeschreibung *)

von

F. Erbacher
U. Harten

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.

Zusammenfassung

Das in dem Bericht beschriebene Programm berechnet den Wirkungsgrad eines dampfgekühlten Schnellen Brutreaktors und liefert die für die Auslegung des Kühlkreislaufes benötigten Angaben über Leistung, Durchsatzmenge, Druck, Temperatur und Enthalpie.

Mit dem Programm können vier verschiedene Kreislaufschaltungen berechnet werden, je nachdem ob die Gebläseantriebsturbinen parallel oder in Reihe zur Leistungsturbine geschaltet sind und ob mit oder ohne Zwischenüberhitzung gearbeitet wird.

Eine umfangreiche Eingabeliste ermöglicht die Untersuchung des Einflusses einer Vielzahl unterschiedlicher Parameter. Das Programm ist darüber hinaus in seinem Aufbau flexibel, so dass es verhältnismässig einfach abgeändert und erweitert werden kann.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	1
II. Aufgabenstellung	2
III. Beschreibung des ausgewählten Reaktor- Kühlkreislaufes und möglicher Varianten	4
IV. Theoretische Grundlagen und Gang der Berechnung	13
1. Berechnung der Zustandsgrößen am Reaktor	16
2. Berechnung der Zustandsgrößen am Gebläse	18
3. Berechnung der Zustandsgrößen an der Gebläseantriebsturbine	19
4. Berechnung der Zustandsgrößen am Verdampfer, Gebläseantriebs- turbine in Reihe geschaltet, ohne Zwischenüberhitzung	22
5. Berechnung der Zustandsgrößen am Verdampfer und Zwischenüber- hitzer, Gebläseantriebsturbine in Reihe geschaltet, mit Zwischen- überhitzung	25
6. Berechnung der Zustandsgrößen am Verdampfer, Gebläseantriebs- turbine parallel geschaltet, ohne Zwischenüberhitzung	29

	Seite
7. Berechnung der Zustandsgrößen am Verdampfer und Zwischenüber- hitzer, Gebläseantriebsturbine parallel geschaltet, mit Zwischen- überhitzung	30
8. Berechnung der Expansionslinien der Leistungsturbine	36
9. Berechnung der Zustandsgrößen im Schnittpunkt der Expansionslinie mit der Sättigungskurve	46
10. Berechnung der Zustandsgrößen am Kondensator	51
11. Berechnung der Zustandsgrößen an der Kondensatpumpe	54
12. Berechnung der Zustandsgrößen der regenerativen Speisewasser- Vorwärmstrecke	55
13. Berechnung der Zustandsgrößen an den Anzapfstellen der Teil- expansionslinien der Leistungs- turbine	69
14. Berechnung der Durchsatzmengen	77
15. Berechnung der diskreten Lei- stungen	81

	Seite
V. Beschreibung des organisatorischen Aufbaus der Rechenprogramme	
1. Prinzipielle Programmstruktur	85
2. Spezielle Programmspeicherungsstruktur	92
VI. Beschreibung der einzelnen Programmkomponenten	
1. Hauptsteuerprogramm: THEDYBER	95
2. Teilsteuerprogramm: SUBROUTINE PART 1	97
3. Teilsteuerprogramm: SUBROUTINE PART 2	99
4. Reaktor-Berechnungsprogramm: SUBROUTINE REAK	100
5. Gebläse-Berechnungsprogramm: SUBROUTINE HAGEB	101
6. Rechenprogramm: SUBROUTINE PHASE 1	101
7. Rechenprogramm: SUBROUTINE PHASE 2	101
8. Rechenprogramm: SUBROUTINE PHASE 3	102
9. Rechenprogramm: SUBROUTINE Phase 4	102

	Seite
10. Gebläseturbine-Berechnungsprogramm: SUBROUTINE HGTURB	103
11. Leistungsturbine-Berechnungsprogramm: SUBROUTINE LETUSA	103
12. Programm zur Berechnung des Expansionsverlaufes in der Leistungsturbine: SUBROUTINE EXVILT	105
13. Programm zur Berechnung des Schnittpunktes der Sättigungskurve mit der Expansionslinie: SUBROUTINE SEX	106
14. Kondensator-Berechnungsprogramm: SUBROUTINE KONDEN	108
15. Kondensatpumpe-Berechnungsprogramm: SUBROUTINE KOPUMP	108
16. Steuerprogramm zur Berechnung der regenerativen Speisewasservorwärmung: SUBROUTINE REVOS	108
17. Programm zur Berechnung der Anzapfdampf-Zustandsgrößen: SUBROUTINE EXPAN	111
18. Programm zur Berechnung der Durchsatzmengen: SUBROUTINE MEDUSA	113

	Seite
19. Programm zur Berechnung der diskreten Leistungen: SUBROUTINE POWER	114
20. Programm zur Übernahme der Eingabedaten: SUBROUTINE DESYST	115
21. Programm zur Ausgabe der Endergebnisse: SUBROUTINE DASYST	116
VII. Programme zur Berechnung der Zustandsgrößen von Wasser und Dampf	117
VIII. Speicherplatzbedarf und Rechenzeiten	119
IX. Schema der verwendeten Nomenklatur	119
1. Thermodynamische Zustandsgrößen	119
2. Kennzeichnung der Zustandsgrößen bei iterativen Rechenprozessen	119
3. Bezeichnung der Bauelemente	121
4. Korrekturfaktoren	121

	Seite
X. Hinweise für den Benutzer	122
1. Eingabedaten	122
2. Ausgabe der Endergebnisse	127
3. Erläuterung der Kommentartexte	135
XI. Vorgesehene Ausbaustufen der Programm- gruppe THEDYBER	137
XII. Anhang	
1. Demonstrationslisten für die Ein- und Ausgabe	139
2. Liste der verwendeten FORTRAN- Programme	156

I. Einleitung

Die Wirtschaftlichkeit eines dampfgekühlten Reaktors wird sowohl von der Auswahl des Dampfzustandes, als auch von der Auslegung und Anordnung der einzelnen Komponenten im Kühlkreislauf weitgehend bestimmt. Daraus ergibt sich eine Vielzahl von Variationsmöglichkeiten. - Die rechnerische Bewertung all dieser Parameter im Rahmen einer Optimierung und die Untersuchung ihres Einflusses auf den Wirkungsgrad der Reaktoranlage ist nach der herkömmlichen numerischen Methode sehr zeitraubend. Da sich darüber hinaus die einzelnen Parameter im Rahmen der laufenden Entwicklungsarbeiten ändern und demzufolge häufige Kreislaufberechnungen erforderlich machen, wurde das im Folgenden beschriebene Rechenprogramm für einen elektronischen Rechenautomaten erstellt.

II. Aufgabenstellung

Das Ziel der mit dem Programm durchzuführenden Rechnungen ist die Ermittlung des Wirkungsgrades des Kernkraftwerkes und der für die konstruktive Auslegung des Kühlkreislaufes und seiner Komponenten benötigten Angaben über Leistung, Durchsatzmenge, Druck, Temperatur und Enthalpie.

Bei der Erstellung des Programmes wurden die nachstehenden Forderungen berücksichtigt:

- Eine umfassende und übersichtliche Eingabeliste soll es dem Benutzer gestatten, auf einfache Weise den Einfluss möglichst vieler, verschiedener Parameter zu untersuchen.
- Das Programm soll in leicht austauschbare Unterprogramme (SUBROUTINEN) aufgeteilt werden. Jedes Unterprogramm berechnet sämtliche Zustandsgrößen eines technischen Bauteiles im thermodynamischen Kreisprozess und bietet sie einem Steuerprogramm THEDYBER (Thermodynamische Berechnung) zur Weiterverarbeitung an. Mehrfach auftretende Rechenabläufe werden auf Unterprogramme übertragen.
- Das derzeit im Hinblick auf die Rechenmaschine IBM 7074 begrenzte Programm soll eine einfache Erweiterung und Verkoppelung mit anderen Programmen ermöglichen. Dieser Gesichtspunkt ist von besonderer Bedeutung, da die grössere Rechenmaschine IBM 360/65 einen weiteren Ausbau des Programmes erleichtert.
- Das Programm soll in seinem Aufbau flexibel sein und die Berechnung verschiedener Schaltungen von Komponenten unterschiedlichen Entwurfs ermöglichen.

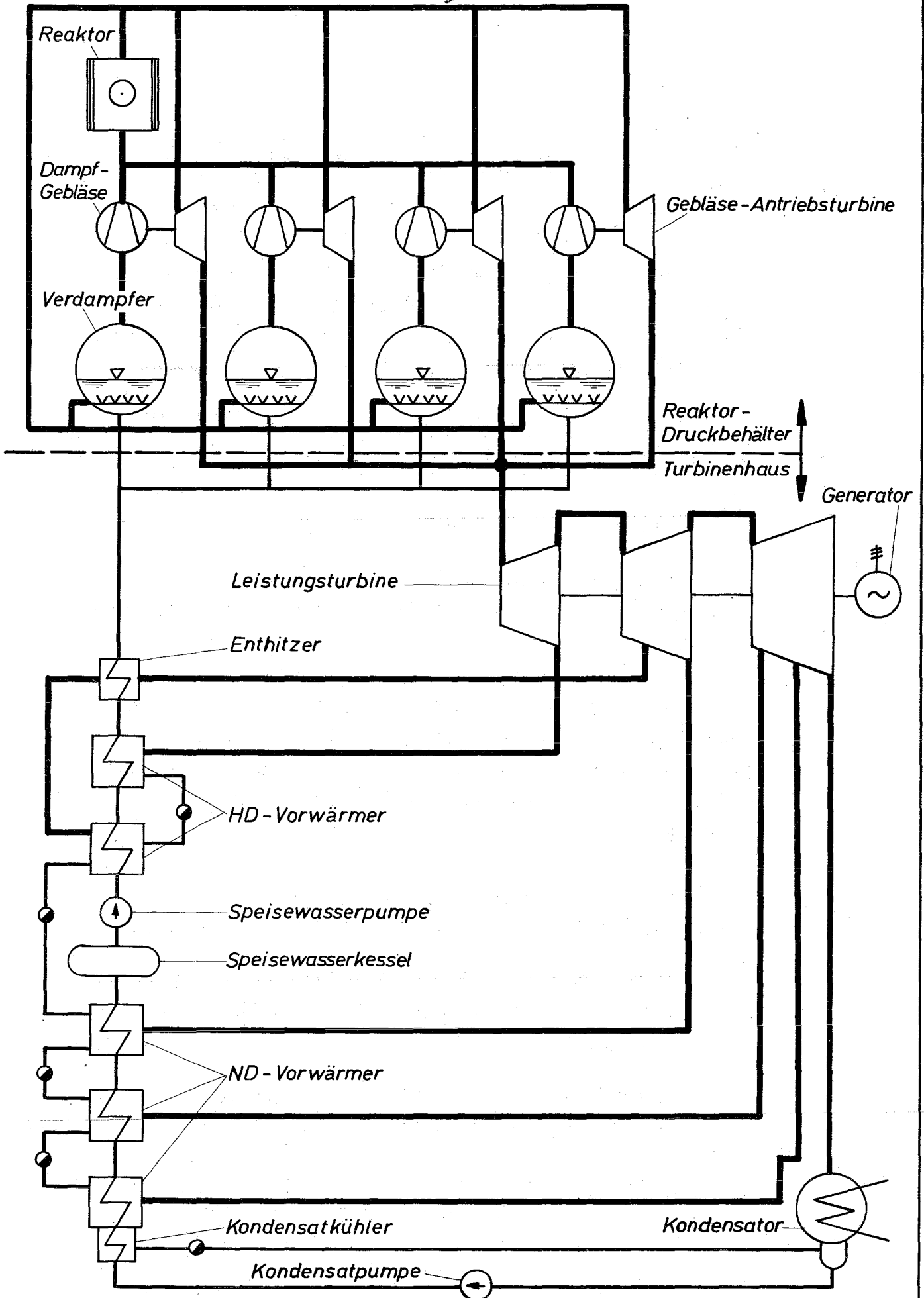
- Die Bezeichnungen der in dem Programm auftretenden Rechengrößen sollen gesetzmässig und bereits als Abkürzungen verständlich sein, um die Benutzung des Programmes zu erleichtern.
- Es sollen kurze Rechenzeiten angestrebt werden, um die umfangreichen Parametervariationen bei vertretbarem Aufwand durchführen zu können.

III. Beschreibung des ausgewählten Reaktor-Kühlkreislaufes und möglicher Varianten

Ein dampfgekühlter Schneller Brutreaktor erfordert mit Rücksicht auf die Neutronenökonomie eine Verdampfung des Kondensates ausserhalb des Reaktorkerns.

Eine Beurteilung verschiedener Kreislaufschaltungen im Hinblick auf ihre technische und wirtschaftliche Eignung, die Sicherheit und Stabilität des Reaktor-Kreislaufes, sowie im Hinblick auf die Auslegung und das Betriebsverhalten des Reaktors und der Kreislaufkomponenten führte zur Auswahl des in der Fig. 1 dargestellten Kreislaufes.

Dieser Kreislauf gestattet eine räumliche Trennung des Verdampfens von dem Überhitzen, wobei dennoch beide Vorgänge durch die nukleare Wärme des selben Reaktors durchgeführt werden können. Der Reaktor arbeitet als Überhitzer des in den Verdampfern erzeugten und von den Dampfgebläsen umgewälzten trockenen Sattedampfes. Der aus dem Reaktor austretende überhitzte Dampfstrom teilt sich in zwei Teilströme auf. Der kleinere Teilstrom wird nach Entspannung in den Gebläseantriebsturbinen direkt zur Leistungsturbine geleitet. Der restliche, grössere Teilstrom wird den Verdampfern zugeführt, wo er direkt mit dem Speisewasser vermischt wird und dabei seine Überhitzungswärme zur Verdampfung dieses aus dem Kraftwerk zurückgepumpten Kondensates austauscht. Die in einen gemeinsamen Sattedampfstrom überführten Teilströme werden dann von den Dampfgebläsen in den Reaktor zurückgefördert.



Wärmeschaltplan eines dampfgekühlten schnellen Brütters
Fig.1

Das Wärmeschaltbild nach Fig. 1 ist eine vereinfachte Darstellung und zeigt u.a. nicht die zum Anfahren, Abfahren und Regeln notwendigen Umgehungsleitungen. Solche und ähnliche schaltungstechnische Einzelheiten finden im Programm keine Berücksichtigung, da sie die Berechnung unnötig erschweren und ohnehin nur einen kleinen Einfluss auf den Wirkungsgrad der Anlage haben.

Dieser als Referenzfall ausgewählte Reaktorkühlkreislauf ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Verzicht auf Zwischenüberhitzung
- Antrieb der Dampfgebläse durch in Reihe zur Leistungsturbine geschaltete Dampfturbinen (Vorschaltturbinen).

Die weitere Entwicklung des dampfgekühlten Schnellen Reaktors kann u.U. derart beeinflusst werden, dass eine Zwischenüberhitzung und eine Schaltung der Gebläse-Turbinen parallel zur Leistungsturbine an Interesse gewinnen.

Das Programm wurde daher derart aufgebaut, dass folgende vier Schaltungen berechnet werden können:

1. Gebläseturbinen in Reihe zur Leistungsturbine geschaltet, ohne Zwischenüberhitzung (Referenzfall, Fig. 1 und 2).
2. Gebläseturbinen in Reihe zur Leistungsturbine geschaltet, mit einfacher Zwischenüberhitzung (Fig. 3).
3. Gebläseturbinen parallel zur Leistungsturbine geschaltet, ohne Zwischenüberhitzung (Fig. 4).

4. Gebläseturbinen parallel zur Leistungsturbine geschaltet, mit einfacher Zwischenüberhitzung (Fig. 5).

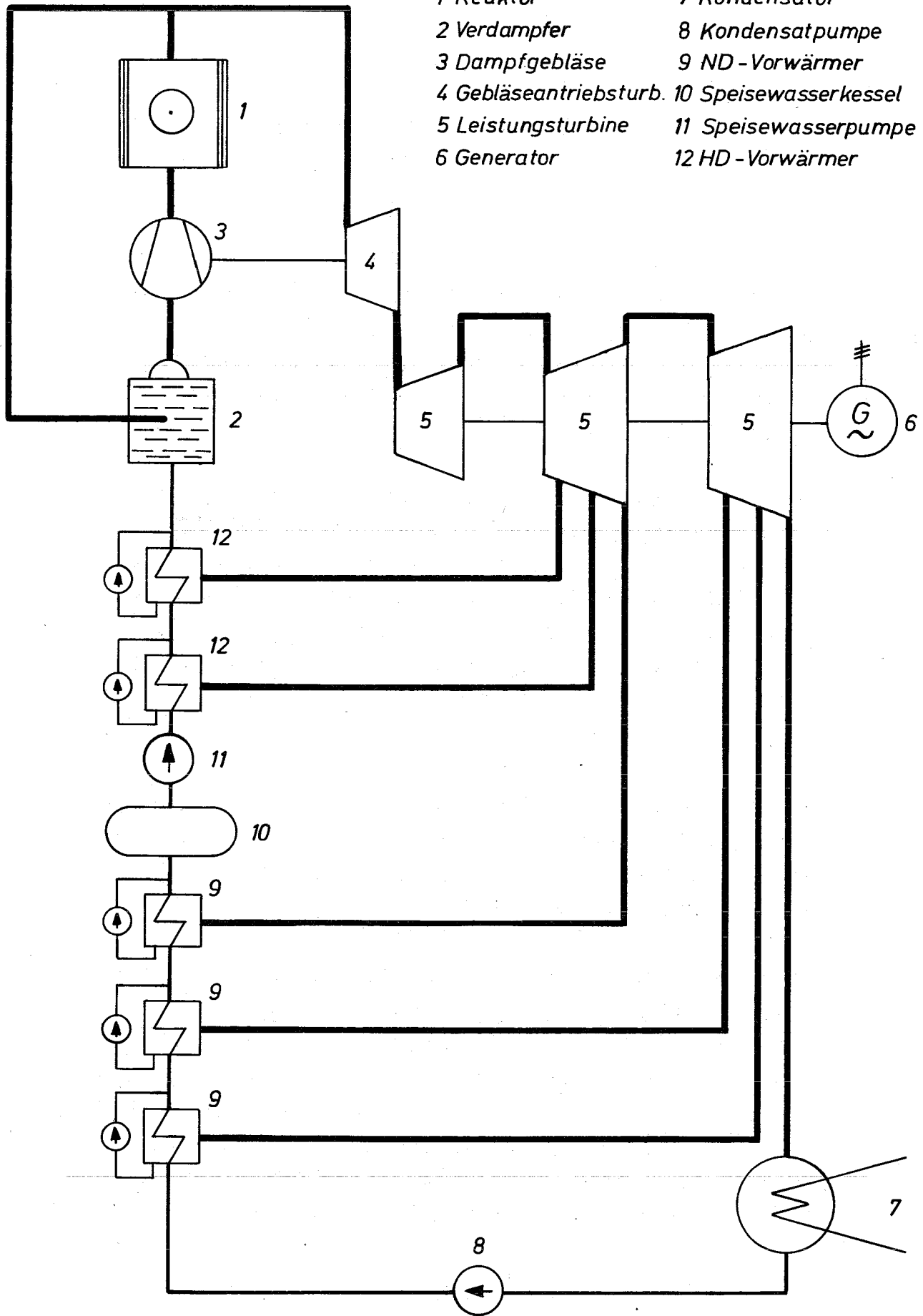
In den Fig. 2 bis 5 und im Programm sind insgesamt nur ein Dampfgebläse-Aggregat und ein Verdampfer berücksichtigt. Um bei Verwendung mehrerer paralleler Aggregate die Leistungen pro Aggregat zu erhalten, sind die ermittelten Durchsätze und Leistungen durch die Anzahl der Aggregate zu dividieren.

Die spezifischen Kriterien eines Reaktors verbieten eine Zwischenüberhitzung im Reaktorkern und machen die Verwendung eines mit Frischdampf beheizten Oberflächenwärmeaustauschers als Zwischenüberhitzer erforderlich. Dieser Zwischenüberhitzer wird primärseitig zwischen Reaktoraustritt und Verdampfereintritt angeordnet.

Die für das Kraftwerk vorgesehene Schaltung von Leistungsturbine, Pumpen und regenerativen Speisewasservorwärmern bleibt bei den verschiedenen Schaltungen des Reaktorkühlkreislaufes unverändert.

Die Leistungsturbine ist eine weitgehend konventionelle Heissdampfturbine. Zu deren rechnerischer Behandlung wurde der Expansionsverlauf in drei Abschnitte unterschiedlichen Wirkungsgrades und linearen Verlaufes im i - s -Diagramm unterteilt - Hochdruckteil, Mitteldruckteil und Niederdruckteil. Zwischengeschaltete Dampftrockner oder Wasserabscheider-Überhitzer wurden in dem Programm zunächst nicht berücksichtigt.

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1 Reaktor | 7 Kondensator |
| 2 Verdampfer | 8 Kondensatpumpe |
| 3 Dampfgebläse | 9 ND-Vorwärmer |
| 4 Gebläseantriebsturb. | 10 Speisewasserkessel |
| 5 Leistungsturbine | 11 Speisewasserpumpe |
| 6 Generator | 12 HD-Vorwärmer |

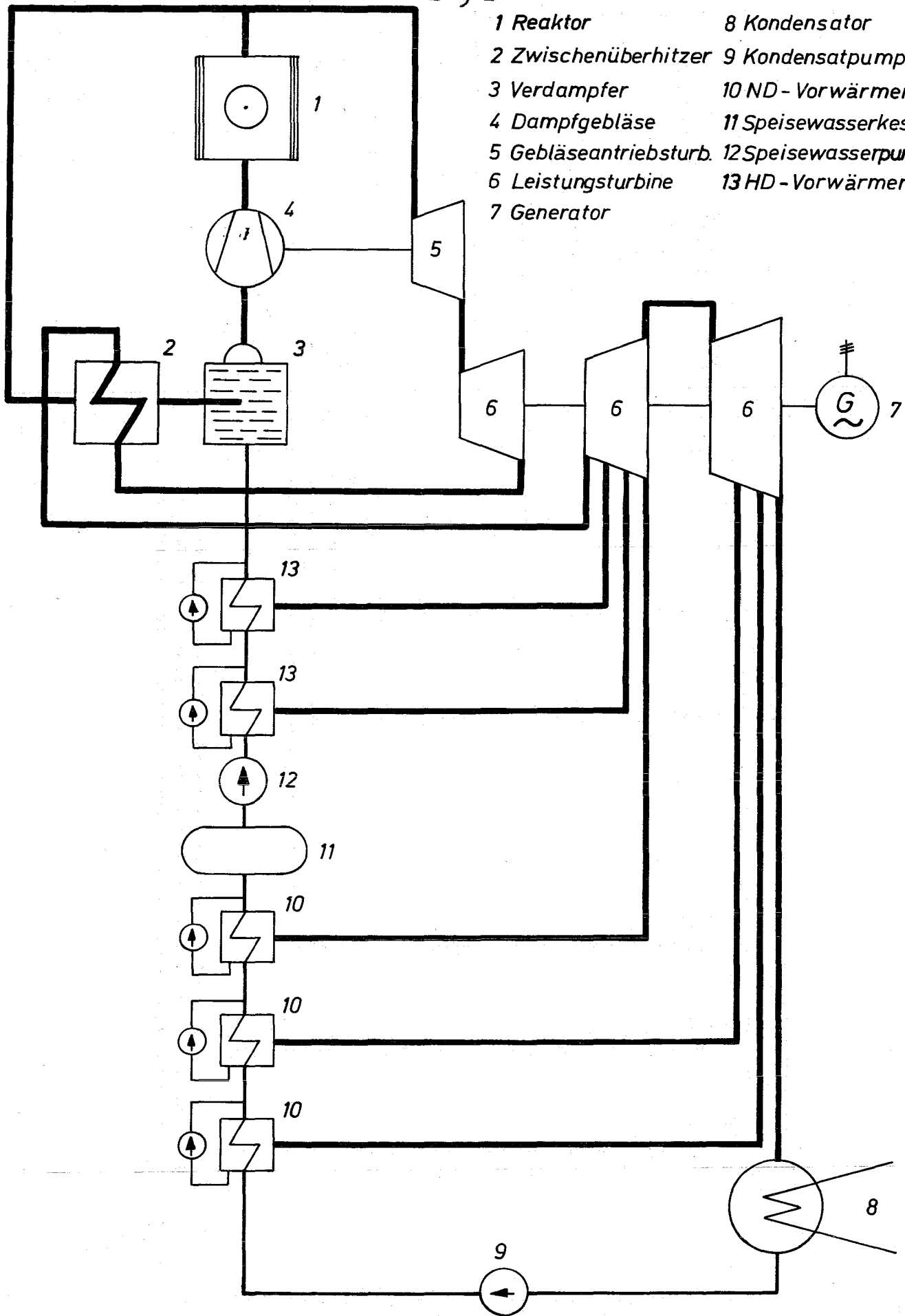


Wärmegrundschaftplan

Gebläseantriebsturbine in Reihe, ohne Zwischenüberhitzung

Fig. 2

- | | |
|------------------------|----------------------|
| 1 Reaktor | 8 Kondensator |
| 2 Zwischenüberhitzer | 9 Kondensatpumpe |
| 3 Verdampfer | 10 ND-Vorwärmer |
| 4 Dampfgebläse | 11 Speisewasserkess. |
| 5 Gebläseantriebsturb. | 12 Speisewasserpump. |
| 6 Leistungsturbine | 13 HD-Vorwärmer |
| 7 Generator | |



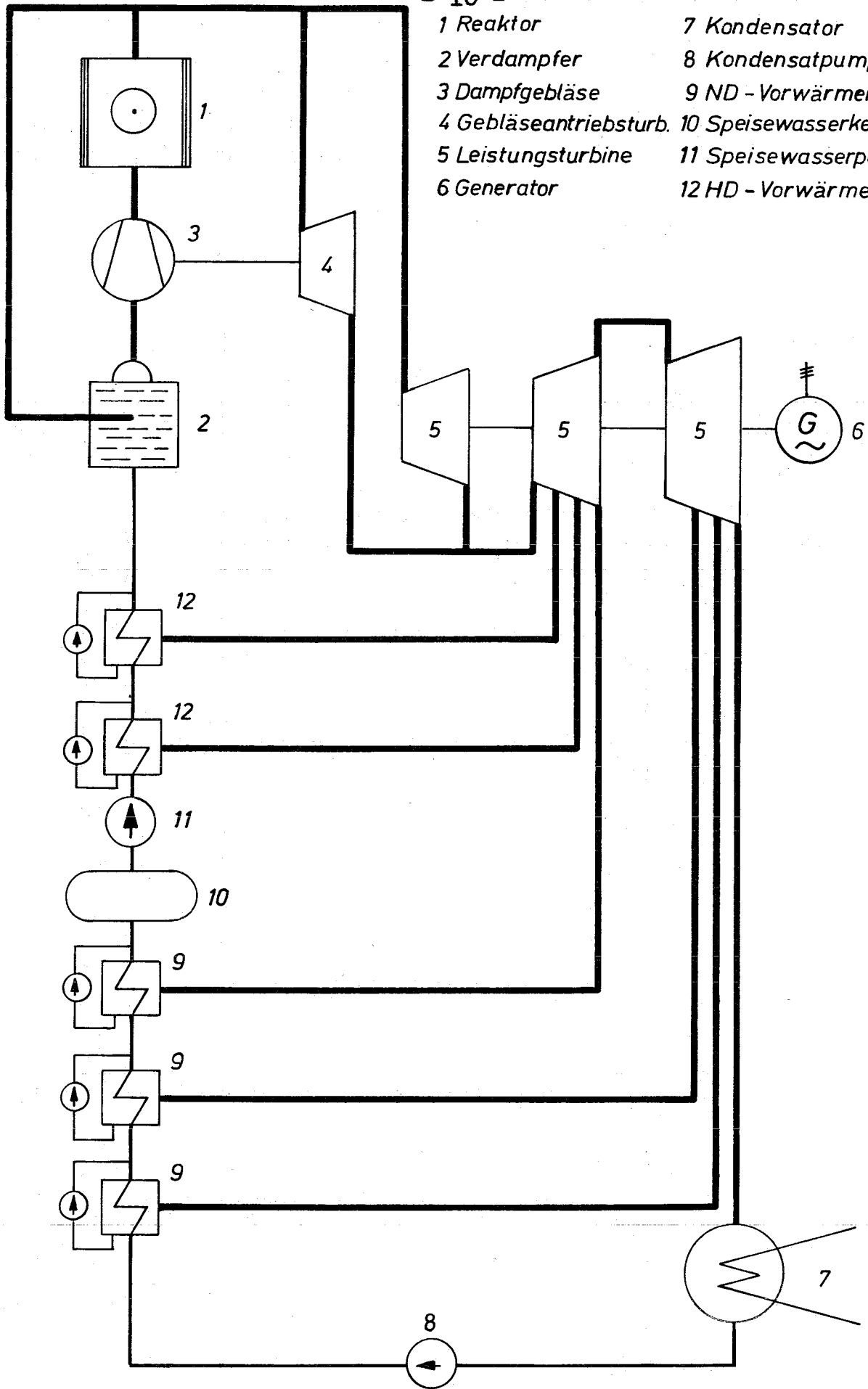
Wärmegrundschriftplan

Gebläseantriebsturbine in Reihe, mit Zwischenüberhitzung

Fig. 3

- 10 -

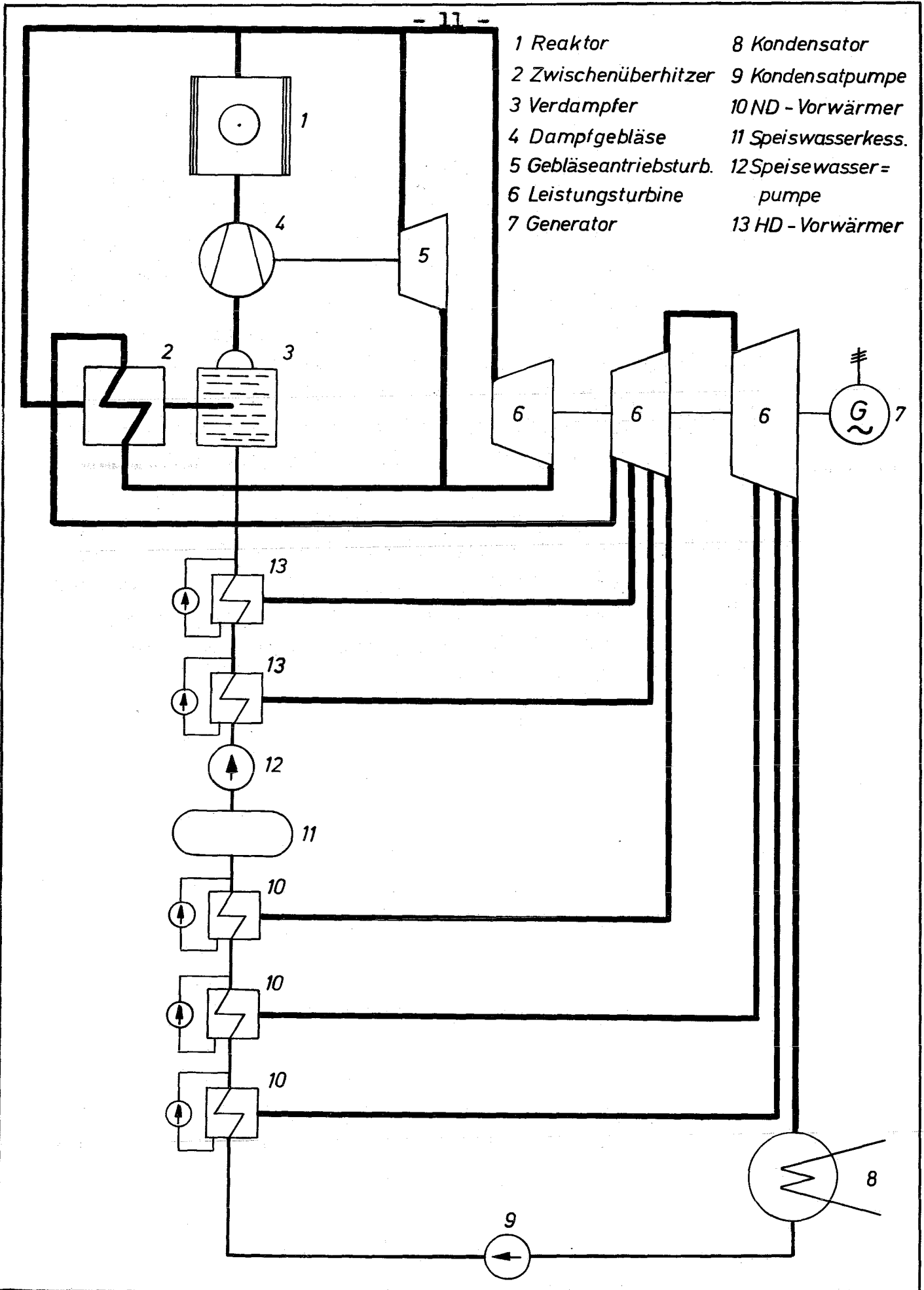
- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1 Reaktor | 7 Kondensator |
| 2 Verdampfer | 8 Kondensatpumpe |
| 3 Dampfgebläse | 9 ND - Vorwärmer |
| 4 Gebläseantriebsturb. | 10 Speisewasserkessel |
| 5 Leistungsturbine | 11 Speisewasserpumpe |
| 6 Generator | 12 HD - Vorwärmer |



Wärmegrundschaftplan

Gebläseantriebsturbine parallel, ohne Zwischenüberhitzung

Fig. 4



- | | |
|------------------------|--------------------|
| 1 Reaktor | 8 Kondensator |
| 2 Zwischenüberhitzer | 9 Kondensatpumpe |
| 3 Verdampfer | 10 ND - Vorwärmer |
| 4 Dampfgebläse | 11 Speiswassertank |
| 5 Gebläseantriebsturb. | 12 Speiswasser- |
| 6 Leistungsturbine | pumpe |
| 7 Generator | 13 HD - Vorwärmer |

Wärmegrundschahtplan
Gebläseantriebsturbine parallel, mit Zwischenüberhitzung

Fig. 5

Die Speisewasservorwärmung erfolgt durch Anzapfdampf in mehreren Oberflächenvorwärmern. Diese sind beim Kernkraftwerk vorzugsweise mit Enthitzern und Kondensatkühlern ausgerüstet (Fig. 1). - In der dem Programm zugrunde liegenden Schaltung (Fig. 2 bis 5) wurden Vorwärmer verwendet, bei denen das Heizkondensat in den Speisewasserstrang hinter den Vorwärmer gepumpt wird. Diese Schaltung ist der in der Praxis vorgesehenen Schaltung thermodynamisch etwa gleichwertig, ermöglicht jedoch eine vereinfachte rechnerische Behandlung.

Hinter den Niederdruckvorwärmern, durch welche das Kondensat mittels der Kondensatpumpe gefördert wird, ist ein Speisewasserkessel als Warmspeicher vorgesehen, aus dem das Speisewasser der Speisepumpe zufließt. Diese pumpt es durch die ihr nachgeschalteten Hochdruckvorwärmer in den Verdampfer.

IV. Theoretische Grundlagen und Gang der Berechnung

Folgende Zustandsgrößen und Systemdaten werden als bekannt vorausgesetzt und dienen als Eingabewerte:

Q_{EL}	[MW]	= Elektrische Leistung
GTIPK		= Steuergrösse, 1. = Reihenschaltung 0 = Parallelschaltung
ZWUE		= Steuergrösse, 1. = mit Zwischenüberhitzung 0 = ohne Zwischenüberhitzg.
P_{RA}	[ata]	= Reaktoraustrittsdruck
T_{RA}	[°C]	= Reaktoraustrittstemperatur
D_{PR}	[at]	= Druckverlust im Reaktor
η_{NO}		= Nettowirkungsgrad geschätzt
P_{GTAPS}	[ata]	= Austrittsdruck Gebläseantriebsturbine bei Parallelschaltung
η_{IGT}		= Innerer Wirkungsgrad Gebläseantriebs- turbine
η_{MGT}		= Mechanischer Wirkungsgrad Gebläsean- triebsturbine
ρ_{03}		= Konstante für Iterationsgenauigkeit in Programm "Phase 2"
P_{LTTR1}	[ata]	= Trenndruck HD-MD-Teil Leistungsturbine
P_{LTTR2}	[ata]	= Trenndruck MD-ND-Teil Leistungsturbine
P_{LTNDA}	[ata]	= Austrittsdruck ND-Teil Leistungsturbine
η_{IHD}		= Innerer Wirkungsgrad HD-Teil Leistungs- turbine
η_{IMD}		= Innerer Wirkungsgrad MD-Teil Leistungs- turbine
η_{IND}		= Innerer Wirkungsgrad ND-Teil Leistungs- turbine
η_{MLT}		= Mechanischer Wirkungsgrad Leistungs- turbine

P_{KES}	[ata]	= Eintrittsdruck des Kühlwassers in Kondensator sek.
T_{KES}	[°C]	= Eintrittstemperatur des Kühlwassers in Kondensator sek.
η_{IKP}		= Innerer Wirkungsgrad Kondensatpumpe
η_{MKP}		= Mechanischer Wirkungsgrad Kondensatpumpe
N		= Gesamtanzahl der Vorwärmer
M		= Anzahl der Vorwärmer bis zur Speisewasserpumpe
ϵ_{VS}		= Ausnutzungsgrad der Vorwärmer
ΔP_{VS}	[at]	= Druckverlust je Vorwärmer sek.
VF	[%]	= Verlustfaktor der ausgetauschten Wärme
ρ_{10}		= Konstante für Iterationsgenauigkeit in Programm "Revos"
η_{ISP}		= Innerer Wirkungsgrad Speisewasserpumpe
η_{MSP}		= Mechanischer Wirkungsgrad Speisewasserpumpe
ΔT_{UE}	[°C]	= Restüberhitzungstemperatur am Verdampferaustritt
ΔP_{VD}	[at]	= Druckverlust im Verdampfer
ΔT_{VD}	[°C]	= Unterkühlung Speisewasser
ΔP_{VGEO}	[at]	= Geodätische Wasserhöhe im Verdampfer
ΔP_{RUCK}	[at]	= Druckverlust durch Rückschlagklappe
η_{IHG}		= Innerer Wirkungsgrad Gebläse
η_{MHG}		= Mechanischer Wirkungsgrad Gebläse
ΔT_{ZWGR}	[°C]	= Grädigkeit des Zwischenüberhitzers
ΔP_{ZWP}	[at]	= Druckverlust Zwischenüberhitzer prim.
ΔT_{ZWP}	[°C]	= Temperaturverlust Zwischenüberhitzer prim.
ΔP_{ZWS}	[at]	= Druckverlust Zwischenüberhitzer sek.

EIGEN	[MW]	= Eigenbedarf für Hilfseinrichtungen
η_{GEN}		= Wirkungsgrad des Generators
ρ_{12}		= Konstante für Iterationsgenauigkeit in Programm "Power"
P_{SPWKE}	[ata]	= Druck Eintritt Speisewasserkessel
P_{MAN}	[at]	= Manometrische Druckhöhe
X_{LIMIT}	[kg/kg]	= Grenzdampffeuchte am Austritt des ND-Teil Leistungsturbine
X_{F}	[%]	= Korrekturfaktor für den ND-Teil der Leistungsturbine

Druck- und Temperaturverluste in den Rohrleitungen:

ΔP_{LVHG}	[at]	= Druckverlust Verdampfer-Gebläse
ΔP_{LRZW}	[at]	= Druckverlust Reaktor-Zwischenüberhitzer
ΔT_{LRZW}	[°C]	= Temperaturverlust Reaktor-Zwischen- überhitzer
ΔP_{LRLT}	[at]	= Druckverlust Reaktor-Leistungsturbine
ΔT_{LRLT}	[°C]	= Temperaturverlust Reaktor-Leistungs- turbine
ΔP_{LRGT}	[at]	= Druckverlust Reaktor-Gebälseantriebs- turbine
ΔT_{LRGT}	[°C]	= Temperaturverlust Reaktor-Gebälsean- triebsturbine
ΔP_{LRVD}	[at]	= Druckverlust Reaktor-Verdampfer
ΔT_{LRVD}	[°C]	= Temperaturverlust Reaktor-Verdampfer
ΔP_{LHGR}	[at]	= Druckverlust Gebläse-Reaktor
ΔT_{LHGR}	[°C]	= Temperaturverlust Gebläse-Reaktor
ΔP_{LGTL}	[at]	= Druckverlust Gebläseantriebsturbine- Leistungsturbine
ΔT_{LGTL}	[°C]	= Temperaturverlust Gebläseantriebs- turbine-Leistungsturbine

ΔP_{LLTZ} [at]	= Druckverlust Leistungsturbine-Zwischenüberhitzer
ΔT_{LLTZ} [°C]	= Temperaturverlust Leistungsturbine-Zwischenüberhitzer
ΔP_{LZWV} [at]	= Druckverlust Zwischenüberhitzer-Verdampfer
ΔT_{LZWV} [°C]	= Temperaturverlust Zwischenüberhitzer-Verdampfer
ΔP_{LKKP} [at]	= Druckverlust Kondensator-Kondensatpumpe
ΔT_{LKKP} [°C]	= Temperaturverlust Kondensator-Kondensatpumpe
ΔP_{LKPV} [at]	= Druckverlust Kondensatpumpe erster Vorwärmer
ΔT_{LKPV} [°C]	= Temperaturverlust Kondensatpumpe erster Vorwärmer
ΔW_{LVLV} [kcal/kg]	= Wärmeverlust in den Anzapfleitungen
ΔP_{LVLV} [%]	= Druckverlust in den Anzapfdampfleitungen

1. Berechnung der Zustandsgrößen am Reaktor

Mit Hilfe eines geschätzten Nettowirkungsgrades der Gesamtanlage erhält man die thermische Reaktorleistung:

$$1.00) \quad Q_{THR} = \frac{Q_{EL}}{\eta_{NO}} ; \quad [MW]$$

Der Eintrittsdruck in das Gebläse ergibt sich unter Beachtung der entsprechenden Druckverluste in den Rohrleitungen

$$1.01) \quad P_{HGE} = P_{RA} - (\Delta P_{LRVD} + \Delta P_{VD} + \Delta P_{LVHG}) \cdot |ZWUE-1| \\ - (\Delta P_{LRZW} + \Delta P_{ZWP} + \Delta P_{LZWV} + \Delta P_{VD} + \Delta P_{LVHG}) \cdot ZWUE; [ata]$$

Aus dem Gebläseeintrittsdruck und der Temperatur des aus dem Verdampfer austretenden Dampfes erhält man die Gebläseeintrittstemperatur

$$1.02) \quad T_{HGE} = T_S (P_{HGE} + \Delta P_{LVHG}) + \Delta T_{UE}; \quad [^{\circ}C]$$

Die gesamte Druckerhöhung im Gebläse ergibt sich zu

$$1.03) \quad \Delta P_{HG} = \Delta P_R + (\Delta P_{LRVD} + \Delta P_{VD} + \Delta P_{LVHG}) \cdot |ZWUE - 1| \\ + (\Delta P_{LRZW} + \Delta P_{ZWP} + \Delta P_{LZWV} + \Delta P_{VD} + \\ + \Delta P_{LVHG}) \cdot ZWUE + \Delta P_{LHGR}; \quad [at]$$

Man kann nun die adiabate Förderhöhe des Gebläses berechnen

$$1.04) \quad H_{HGAD} = \frac{1}{427} \cdot \frac{k}{k-1} \cdot v'' \cdot 10^4 \cdot P_{HGE} \cdot \left[\left(\frac{P_{HGE} + \Delta P_{HG}}{P_{HGE}} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right];$$

Der Isentropenexponent k ist im Druckbereich von 100 at bis 150 at und bei Sättigung wenig veränderlich und beträgt 1,262 bis 1,263 [1]. Bei höherem Druck steigt er an und beträgt bei 190 at rund 1,273. - Für das Programm wurde $k = 1,263$ eingesetzt.

Berücksichtigt man noch den inneren Wirkungsgrad des Gebläses, so erhält man die tatsächliche, vom Gebläse zu erbringende Förderhöhe

$$1.05) \quad H_{HGI} = \frac{H_{HGAD}}{\eta_{IHG}}; \quad [kcal/kg]$$

[1] W. Endres, E. Somm: "Thermodynamische Differentialquotienten von trockenem Wasserdampf." BWK 15(1963), Nr. 9, S. 439 - 442

Es kann jetzt der Eintrittszustand des Dampfes in den Reaktor bestimmt werden

$$1.06) \quad T_{RE} = TPE (P_{RE} + \Delta P_{LHGR}, E_{HGE} + H_{HGI}) - \Delta T_{LHGR} \quad [^{\circ}C]$$

$$1.07) \quad E_{RE} = HDI (P_{RE}, T_{RE}); \quad [kcal/kg]$$

Die Dampfmenge, die notwendig ist, um die im Reaktor erzeugte Wärmemenge abzuführen, kann jetzt aus der thermischen Leistung und der Enthalpiedifferenz zwischen Reaktoraustritt und Reaktoreintritt berechnet werden.

$$1.08) \quad D_R = \frac{Q_{THR} \cdot 860 \cdot 10^3}{E_{RA} - E_{RE}}; \quad [kg/h]$$

2. Berechnung der Zustandsgrößen am Gebläse

a) Dampfzustand am Eintritt in das Gebläse:

$$2.00) \quad P_{HGE} = P_{RA} - (\Delta P_{LRVD} + \Delta P_{VD} + \Delta P_{LVHG}) \cdot |ZWUE-1| + \\ + (\Delta P_{LRZW} + \Delta P_{ZWP} + \Delta P_{LZWV} + \Delta P_{VD} + \Delta P_{LVHG}) \cdot ZWUE; [ata]$$

$$2.01) \quad T_{HGE} = TS (P_{HGE} + \Delta P_{LVHG}) + \Delta T_{UE}; \quad [^{\circ}C]$$

$$2.02) \quad E_{HGE} = HDI (P_{HGE}, T_{HGE}); \quad [kcal /kg]$$

b) Dampfzustand am Austritt aus dem Gebläse:

$$2.03) \quad P_{HGA} = P_{RE} + \Delta P_{LHGR}; \quad [\text{ata}]$$

$$2.04) \quad T_{HGA} = T_{RE} + \Delta T_{LHGR}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$2.05) \quad E_{HGA} = \text{HDI} (P_{HGA}, T_{HGA}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Dampfdurchsatzmenge durch das Gebläse

$$2.06) \quad D_{HG} = D_R; \quad [\text{kg/h}]$$

Gebläseantriebsleistung

$$2.07) \quad Q_{HG} = \frac{D_{HG} \cdot (E_{HGA} - E_{HGE})}{\eta_{MHG} \cdot 860 \cdot 10^3}; \quad [\text{MW}]$$

3. Berechnung der Zustandsgrößen an der Gebläseantrieb-
turbine:

Druck, Temperatur und Enthalpie des Heissdampfes am Eintritt in die Antriebsturbine ergeben sich unter Berücksichtigung von Druck- und Temperaturverlusten in den Rohrleitungen wie folgt:

$$3.00) \quad P_{GTE} = P_{RA} - \Delta P_{LRGT}; \quad [\text{ata}]$$

$$3.01) \quad T_{GTE} = T_{RA} - \Delta T_{LRGT}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$3.02) \quad E_{GTE} = \text{HDI} (P_{GTE}, T_{GTE}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Für die Berechnung des Austrittszustandes des Arbeitsmediums aus der Antriebsturbine sind zwei Alternativen zu unterscheiden:

- a) Die Gebläseantriebsturbine ist in Reihe zur Leistungsturbine geschaltet:

Zunächst wird das innere Enthalpiegefälle zwischen Ein- und Austritt berechnet.

$$3.03) \quad \Delta E_{GT} = \frac{Q_{HG} \cdot 860 \cdot 10^3}{D_{GT}} ; \quad [\text{kcal/kg}]$$

Damit ist auch die Enthalpie am Austritt der Gebläseantriebsturbine festgelegt.

$$3.04) \quad E_{GTA} = E_{GTE} - \Delta E_{GT}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

Für die Berechnung von Austrittsdruck und Temperatur geht man zunächst davon aus, dass die Expansion des Dampfes in der Gebläseantriebsturbine adiabatisch erfolgt. Man erhält also die adiabatische Austrittsentropie und Enthalpie.

$$3.05) \quad S_{GTAAD} = HDS (P_{GTE}, T_{GTE}) ; \quad [\text{kcal/kg } ^\circ\text{K}]$$

$$3.06) \quad E_{GTAAD} = E_{GTE} - \frac{\Delta E_{GT}}{\eta_{IGT}} ; \quad [\text{kcal/kg}]$$

Damit ist auch die Isobare des Austrittszustandes festgelegt.

$$3.07) \quad P_{GTA} = ITHD (E_{GTAAD}, S_{GTAAD}) ;$$

Die dem Druck und der Austrittsenthalpie zugehörige Temperatur bestimmt man anschliessend mittels der Dampfzustandsfunktion TPE:

$$3.08) \quad T_{GTA} = TPE (P_{GTA}, E_{GTA}) ; \quad [^\circ\text{C}]$$

- b) Die Gebläseantriebsturbine ist parallel zur Leistungsturbine geschaltet:

Bei der Parallelschaltung von Gebläseantriebsturbine und Leistungsturbine wird der Austrittsdruck des Arbeitsmediums aus der Gebläseantriebsturbine festgelegt. - Zweckmässigerweise legt man diesen Druck des Abdampfes so, dass er mit dem Trenndruck zwischen HD- und MD-Teil der Leistungsturbine identisch ist und an dieser Stelle der Dampfstrom der Leistungsturbine mit dem der Gebläseantriebsturbine zusammengeführt wird.

Durch die Annahme, dass die Expansion in der Gebläseantriebsturbine zunächst adiabatisch verlaufe, erhält man aus Eintrittsdruck und Temperatur die Isentrope des Austrittszustandes.

$$3.09) \quad S_{GTAAD} = HDS (P_{GTE}, T_{GTE}) ; \quad [\text{kcal/kg } ^\circ\text{K}]$$

Im Schnittpunkt der zum Austrittsdruck gehörenden Isobaren mit der Isentropen kann man die adiabatische Austrittstemperatur und Enthalpie berechnen und damit die Enthalpiedifferenz des Dampfes zwischen Eintritt und Austritt.

$$3.10) \quad T_{GTAAD} = TPS (P_{GTAPS}, S_{GTAAD}) ; \quad [^\circ\text{C}]$$

$$3.11) \quad E_{GTAAD} = HDI (P_{GTAPS}, T_{GTAAD}) ; \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$3.12) \quad \Delta E_{GT} = (E_{GTE} - E_{GTAAD}) \cdot \eta_{IGT} ; \quad [\text{kcal/kg}]$$

Nun berechnet man die Austrittsenthalpie. Da der Druck am Austritt bekannt ist, kann man jetzt auch die Austrittstemperatur des Dampfes aus der Gebläseantriebsturbine bestimmen.

$$3.13) \quad E_{GTA} = E_{GTE} - \Delta E_{GT}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$3.14) \quad T_{GTA} = T_{PE} (P_{GTAPS}, E_{GTA}); \quad [^{\circ}\text{C}]$$

4. Berechnung der Zustandsgrößen am Verdampfer, Gebläseantriebsturbine in Reihe geschaltet, ohne Zwischenüberhitzung (Fig. 2):

Zur Ermittlung der Teilmassenströme und der thermodynamischen Zustandsgrößen des Arbeitsmediums am Verdampfer müssen die bereits bekannten Dampfzustandsgrößen am Reaktor und am Gebläse herangezogen werden. Unter Berücksichtigung der entsprechenden Temperatur- und Druckverluste in den Rohrleitungen erhält man:

a) Heissdampfeintrittszustand am Verdampfer:

$$4.00) \quad P_{VDE} = P_{RA} - \Delta P_{LRVD}; \quad [\text{ata}]$$

$$4.01) \quad T_{VDE} = T_{RA} - \Delta T_{LRVD}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$4.02) \quad E_{VDE} = \text{HDI} (P_{VDE}, T_{VDE}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

b) Dampfaustrittszustand am Verdampfer:

Im Normalfall wird angenommen, dass der aus dem Verdampfer austretende Dampf im Sättigungszustand ist. Durch die Vorgabe einer Restüberhitzungstemperaturdifferenz ΔT_{UE} kann eine Restüberhitzung des erzeugten Dampfes berücksichtigt werden.

$$4.03) \quad P_{VDA} = P_{HGE} + \Delta P_{LVHG}; \quad [\text{ata}]$$

$$4.04) \quad T_{VDA} = TS (P_{VDA}) + \Delta T_{UE}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$4.05) \quad E_{VDA} = \text{HDI} (P_{VDA}, T_{VDA}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

c) Speisewassereintrittszustand am Verdampfer:

Bei der Festlegung des Speisewassereintrittsdruckes in den Verdampfer muss neben dem Druckniveau im Verdampfer, die geodätische Wasserdruckhöhe und der Druckabfall eines in die Speisewasserleitung eingeschalteten Rückschlagventils beachtet werden. Die Speisewassereintrittstemperatur ist durch die Unterkühlungstemperatur des Speisewassers ΔT_{VD} bestimmt.

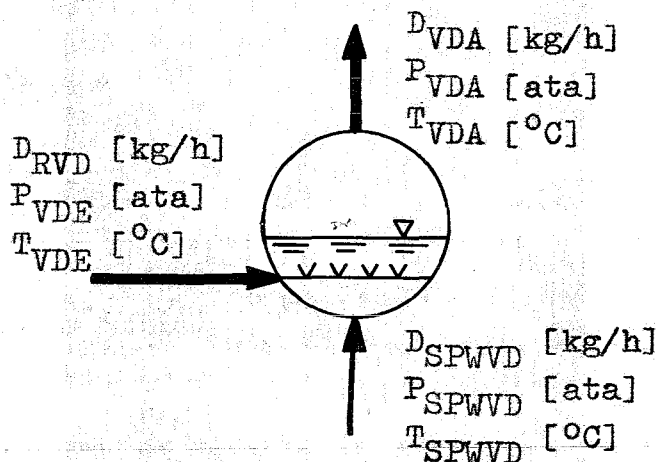


Fig. 6: Speisewasser- und Dampfzustandsgrößen am Verdampfer

$$4.06) \quad P_{SPWVD} = P_{VDA} + \Delta P_{VGEO} + \Delta P_{RUCK}; \quad [ata]$$

$$4.07) \quad T_{SPWVD} = TS (P_{VDA}) - \Delta T_{VD}; \quad [^{\circ}C]$$

$$4.08) \quad E_{SPWVD} = WI (P_{SPWVD}, T_{SPWVD}); \quad [kcal/kg]$$

Die Teilmassenströme D_{RVD} und D_{SPWVD} werden mittels einer Mengen- und Wärmebilanz am Verdampfer errechnet:

$$(1) \quad D_{HG} = D_{RVD} + D_{SPWVD};$$

$$(2) \quad D_{HG} \cdot E_{VDA} = D_{RVD} \cdot E_{VDE} + D_{SPWVD} \cdot E_{SPWVD};$$

somit erhält man

$$4.09) \quad D_{SPWVD} = \frac{D_{HG} \cdot (E_{VDA} - E_{VDE})}{(E_{SPWVD} - E_{VDE})}; \quad [kg/h]$$

Damit sind auch alle weiteren Teilmassenströme bekannt.

$$4.10) \quad D_{GT} = D_{LTE} = D_{SPWVD}; \quad [kg/h]$$

$$4.11) \quad D_{RVD} = D_{HG} - D_{GT}; \quad [kg/h]$$

$$4.12) \quad D_{VDA} = D_{HG}; \quad [kg/h]$$

5. Berechnung der Zustandsgrößen am Verdampfer und Zwischenüberhitzer, Gebläseantriebsturbine in Reihe geschaltet, mit Zwischenüberhitzung (Fig. 3):

Die Teilmassenströme D_{RVD} und D_{GT} können bei dieser Schaltung nicht mehr explizit bestimmt werden. Diese und die Enthalpie am Zwischenüberhitzer-Austritt primär, müssen auf iterativem Rechenwege bestimmt werden. Die für die Berechnung notwendigen Zustandsgrößen am Austritt des Hochdruckteils der Leistungsturbine seien zunächst als bekannt vorausgesetzt. Eine genaue Erläuterung der zugehörigen Beziehungen erfolgt später unter Abschnitt 8.

Zu Anfang des 1. Iterationsschrittes wird eine in geeigneter Weise geschätzte, relative Aufteilung der Teilmassenströme D_{GT} , D_{ZWP} und D_{ZWS} ; bezüglich des Gesamtmassenstromes D_R vorgenommen.

$$5.00) \quad D_{GTO} = D_R \cdot \alpha; \quad [\text{kg/h}]$$

$$5.01) \quad D_{GT} = D_R \cdot \alpha; \quad [\text{kg/h}]$$

$$5.02) \quad D_{ZWP} = D_R \cdot \beta; \quad [\text{kg/h}]$$

$$5.03) \quad D_{ZWS} = D_R \cdot \alpha; \quad [\text{kg/h}]$$

Das Konvergenzverhalten des Iterationsprozesses ist unabhängig von der Wahl der Anfangswerte, wenn folgendes gilt:

Zwischen den Relativzahlen α und β bestehen die Beziehungen:

$$\alpha, \beta \in \mathbb{R}$$

$$0 < \alpha < 1; \quad 0 < \beta < 1; \quad \alpha + \beta = 1;$$

Ohne Beschränkung der Allgemeingültigkeit kann man für α und β setzen:

$$\alpha = 0,4; \quad \beta = 0,6;$$

(*) - an dieser Stelle werden der Ein- und Austrittszustand an der Gebläseantriebsturbine und am Hochdruckteil der Leistungsturbine berechnet.

Es folgt die Berechnung des Dampfzustandes an der Primär- und Sekundärseite des Zwischenüberhitzers (siehe Fig. 7).

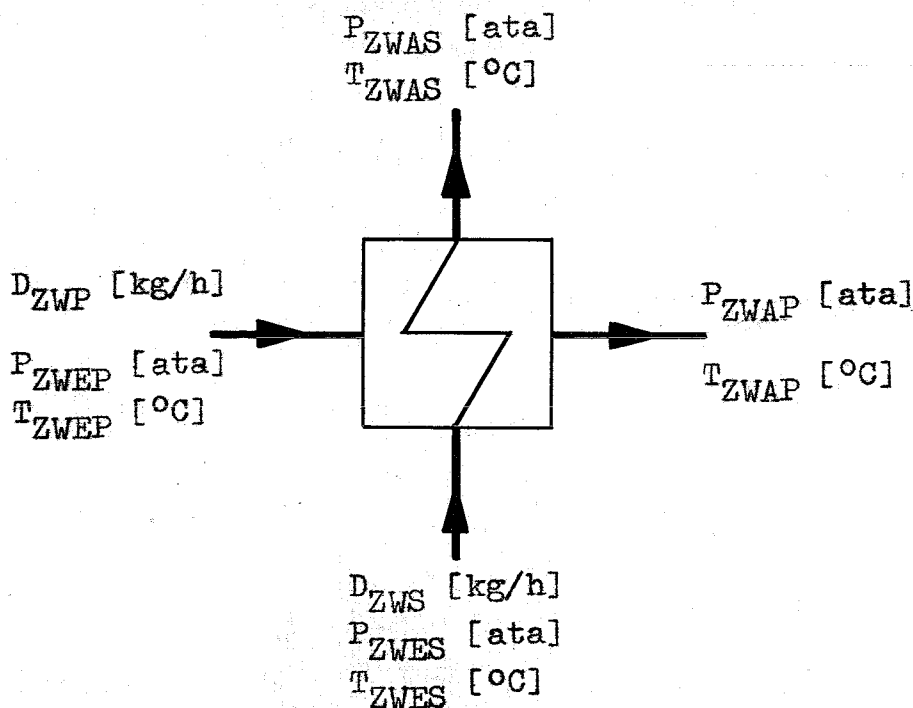


Fig. 7: Dampfzustandsgrößen am Zwischenüberhitzer

Die für einen Zwischenüberhitzer charakteristischen und von dessen Konstruktion abhängigen Kenndaten, wie Druck- und Temperaturverluste, sowie die Grädigkeit werden berücksichtigt und gehen als Konstanten in die weitere Rechnung ein.

a) Dampfzustand am primären Eintritt des Zwischenüberhitzers:

$$5.04) \quad P_{ZWEP} = P_{RA} - \Delta P_{LRZW}; \quad [\text{ata}]$$

$$5.05) \quad T_{ZWEP} = T_{RA} - \Delta T_{LRZW}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$5.06) \quad E_{ZWEP} = \text{HDI} (P_{ZWEP}, T_{ZWEP}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

b) Dampfzustand am sekundären Eintritt des Zwischenüberhitzers:

$$5.07) \quad P_{ZWES} = P_{LTHDA} - \Delta P_{LLTZ}; \quad [\text{ata}]$$

$$5.08) \quad T_{ZWES} = T_{LTHDA} - \Delta T_{LLTZ}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$5.09) \quad E_{ZWES} = \text{HDI} (P_{ZWES}, T_{ZWES}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

c) Dampfzustand am sekundären Austritt des Zwischenüberhitzers:

$$5.10) \quad P_{ZWAS} = P_{ZWES} - \Delta P_{ZWS}; \quad [\text{ata}]$$

$$5.11) \quad T_{ZWAS} = T_{ZWEP} - \Delta T_{ZWGR}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$5.12) \quad E_{ZWAS} = \text{HDI} (P_{ZWAS}, T_{ZWAS}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

d) Dampfzustand am primären Austritt des Zwischenüberhitzers:

$$5.13) \quad P_{ZWAP} = P_{ZWEP} - \Delta P_{ZWP}; \quad [\text{ata}]$$

Mit Hilfe der für den Zwischenüberhitzer aufgestellten Kontinuitätsgleichung und der Wärmebilanz kann man die Austrittsenthalpie berechnen.

$$5.14) \quad E_{ZWAP} = E_{ZWEF} + \frac{D_{ZWS}}{D_{ZWP}} \cdot (E_{ZWES} - E_{ZWAS}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$5.15) \quad T_{ZWAP} = TPE (P_{ZWPAP}, E_{ZWAP}) - \Delta T_{ZWP}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Für die Berechnung der Zustandsgrößen des Dampfes bzw. des Speisewassers am Verdampfer gelten wieder die Beziehungen 4.00) - 4.08), wobei die Druck- und Temperaturverluste in den Rohrleitungen zwischen Zwischenüberhitzer und Verdampfer berücksichtigt werden.

Die Heissdampfmenge zum Verdampfer erhält man mit der Beziehung:

$$5.16) \quad D_{RVD} = \frac{D_R \cdot (E_{VDA} - E_{SPWVD})}{(E_{VDE} - E_{SPWVD})}; \quad [\text{kg/h}]$$

Alle weiteren Teilmengen sind somit auch bekannt:

$$5.17) \quad D_{GT} = D_R - D_{RVD}; \quad [\text{kg/h}]$$

$$5.18) \quad D_{ZWP} = D_{RVD}; \quad [\text{kg/h}]$$

$$5.19) \quad D_{ZWS} = D_{GT}; \quad [\text{kg/h}]$$

$$5.20) \quad D_{SPWVD} = D_{GT}; \quad [\text{kg/h}]$$

$$5.21) \quad D_{VDA} = D_R; \quad [\text{kg/h}]$$

Es muss nun noch festgestellt werden, ob der Iterationsprozess die geforderte relative Genauigkeit erreicht hat:

$$5.22) \quad \left| \frac{D_{GTO} - D_{GT}}{D_{GT}} \right| = \rho_{03};$$

Ist die relative Abweichung zweier aufeinander folgender Werte kleiner - gleich als die beliebig wählbare Fehlerschranke ρ_{03} , so kann der Iterationsprozess abgebrochen werden.

Andernfalls wird das Näherungsverfahren ab (x) mit der Berechnung der Ein- und Austrittszustandsgrößen an der Gebläseantriebsturbine und der Leistungsturbine (HD-Teil) solange fortgesetzt, bis die erforderliche Genauigkeit erreicht ist.

6. Berechnung der Zustandsgrößen am Verdampfer, Gebläseantriebsturbine parallel geschaltet, ohne Zwischenüberhitzung (Fig. 4):

Das mathematische Rechenmodell zur Berechnung der thermodynamischen Zustandsgrößen am Verdampfer ist das gleiche wie in Abschnitt 4. Lediglich am Einspeisungspunkt des Abdampfes der Gebläseantriebsturbine in den Dampfstrom am Austritt des HD-Teils der Leistungsturbine sind die unterschiedlichen Wärmeinhalte der beiden Dampfmenigen zu berücksichtigen.

Bei der Bestimmung der Mischungsenthalpie wird vorausgesetzt, dass der Austrittsdruck des Abdampfes der Gebläseantriebsturbine mit dem Trenndruck P_{LTTRI} zwischen HD- und MD-Teil der Leistungsturbine übereinstimmt.

Die Berechnung der Mischungsenthalpie erfolgt mit Hilfe der Beziehung:

$$6.00) \quad E_{\text{GES}} = \frac{(E_{\text{LTHDA}} \cdot D_{\text{LTE}} + E_{\text{GTA}} \cdot D_{\text{GT}})}{D_{\text{LTE}} + D_{\text{GT}}}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

Für die Ermittlung der diskreten Teilmassenströme gelten gleichfalls die Beziehungen des Abschnittes 4.

7. Berechnung der Zustandsgrößen am Verdampfer und Zwischenüberhitzer, Gebläseantriebsturbine parallel geschaltet, mit Zwischenüberhitzung (Fig. 5):

Auch bei dieser Anordnung stehen die durch den Zwischenüberhitzer und den Verdampfer durchgesetzten Teilmassenströme und die hierbei ausgetauschten Wärmemengen zueinander in einer festen Beziehung. - Diese wechselseitige Beeinflussung von Wärmemengen und Massenströme kann zwar zueinander in eine formale Beziehung gebracht werden, doch ist auch hierbei die Berechnung von Durchsatzmengen und Enthalpien nur auf iterativem Wege möglich. - In diesem Iterationsablauf, der stets gegen die genaue Lösung konvergiert, muss zusätzlich noch die Bestimmung der Mischungsenthalpie am Vereinigungspunkt der Abdampfmengen aus der Gebläseantriebsturbine und dem HD-Teil der Leistungsturbine einbezogen werden.

Zunächst wird der Austrittszustand des Abdampfes aus der Gebläseantriebsturbine und aus dem HD-Teil der Leistungsturbine unter Berücksichtigung der hierbei auftretenden Leitungsverluste berechnet.

Es werden die Beziehungen zur Berechnung des Dampfzustandes und des Zustandes des Speisewassers am Verdampfer aufgestellt.

a) Dampfaustrittszustand am Verdampfer:

$$7.00) \quad P_{VDA} = P_{HGE} + \Delta P_{LVHG}; \quad [\text{ata}]$$

$$7.01) \quad T_{VDA} = TS(P_{VDA}) + \Delta T_{UE}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$7.02) \quad E_{VDA} = HDI (P_{VDA}, T_{VDA}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

ΔT_{UE} ist die Restüberhitzungstemperatur des im Verdampfer erzeugten Dampfes.

b) Speisewassereintrittszustand am Verdampfer:

Um den Speisewassereintrittsdruck zu berechnen, werden zum Dampfaustrittsdruck am Verdampfer die geodätische Wasserhöhe im Verdampfer und der Druckabfall eines Rückschlagventils in der Speisewasserleitung als konstante Größen addiert.

$$7.03) \quad P_{SPWVD} = P_{VDA} + \Delta P_{VGEO} + \Delta P_{RUCK}; \quad [\text{ata}]$$

Durch ΔT_{VD} ist die Unterkühlungstemperatur des Speisewassers festgelegt.

$$7.04) \quad T_{SPWVD} = TS (P_{VDA}) - \Delta T_{VD}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$7.05) \quad E_{SPWVD} = WI (P_{SPWVD}, T_{SPWVD}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Mit Hilfe der bereits vorher berechneten Gebläseantriebsleistung und dem Ein- und Austrittszustand an der Gebläseantriebsturbine ist deren Dampfdurchsatzmenge bestimmt.

$$7.06) \quad D_{GT} = \frac{Q_{HG} \cdot 860 \cdot 10^3}{E_{GTE} - E_{GTA}}; \quad [\text{kg/h}]$$

Nun wird für den ersten Iterationsschritt eine vorläufige Aufteilung der Teilmassenströme abgeschätzt.

Wie vorausgegangene Untersuchungen gezeigt haben, setzt man, um ein schnelles Konvergieren des Iterationsprozesses zu erreichen, für die nachfolgend aufgeführten Relativzahlen der Massenverteilung bezüglich des Gesamtmassenstromes durch den Reaktor

$$\alpha = 0,4; \quad \beta = 0,6; \text{ein.}$$

$$7.07) \quad D_{ZWP} = D_R \cdot \beta; \quad [\text{kg/h}]$$

$$7.08) \quad D_{ZWS} = D_R \cdot \alpha; \quad [\text{kg/h}]$$

Die Durchsatzmenge durch den HD-Teil der Leistungsturbine wird vorläufig etwa doppelt so gross angenommen wie die Dampfmenge, die in der Gebläseantriebsturbine expandiert.

$$7.09) \quad D_{L\text{TEO}} = D_{GT} \cdot 2; \quad [\text{kg/h}]$$

Es folgt die Berechnung der Mischungsenthalpie und Mischungstemperatur an der Zusammenführungsstelle der Abdampfströme aus dem HD-Teil der Leistungsturbine und der Gebläseantriebsturbine

$$7.10) \quad E_{\text{GES}} = \frac{D_{GT} \cdot E_{\text{GTA}} + D_{L\text{TEO}} \cdot E_{L\text{THDA}}}{D_{GT} + D_{L\text{TEO}}}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$7.11) \quad T_{\text{GES}} = \text{TPE} (P_{L\text{THDA}}, E_{\text{GES}}); \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Nun können die am Zwischenüberhitzer herrschenden primären und sekundären Ein- und Austrittszustandsgrößen der Dampfströme unter Beachtung der Rohrleitungsverluste bestimmt werden.

c) Dampfzustand am primären Eintritt des Zwischenüberhitzers:

$$7.12) \quad P_{ZWEP} = P_{RA} - \Delta P_{LRZW} ; \quad [ata]$$

$$7.13) \quad T_{ZWEP} = T_{RA} - \Delta T_{LRZW} ; \quad [^{\circ}C]$$

$$7.14) \quad E_{ZWEP} = HDI (P_{ZWEP}, T_{ZWEP}) ; \quad [kcal/kg]$$

d) Dampfzustand am sekundären Eintritt des Zwischenüberhitzers:

$$7.15) \quad P_{ZWES} = P_{LTHDA} - \Delta P_{LLTZW} ; \quad [ata]$$

$$7.16) \quad T_{ZWES} = T_{GES} - \Delta T_{LLTZW} ; \quad [^{\circ}C]$$

$$7.17) \quad E_{ZWES} = HDI (P_{ZWES}, T_{ZWES}) ; \quad [kcal/kg]$$

e) Dampfzustand am sekundären Austritt des Zwischenüberhitzers:

$$7.18) \quad P_{ZWAS} = P_{ZWES} - \Delta P_{ZWS} ; \quad [ata]$$

$$7.19) \quad T_{ZWAS} = T_{ZWEP} - \Delta T_{ZWGR} ; \quad [^{\circ}C]$$

$$7.20) \quad E_{ZWAS} = HDI (P_{ZWAS}, T_{ZWAS}) ; \quad [kcal/kg]$$

f) Dampfzustand am primären Austritt des Zwischenüberhitzers:

$$7.21) \quad P_{ZWAP} = P_{ZWEP} - \Delta P_{ZWP} ; \quad [ata]$$

Die Austrittsenthalpie berechnet sich aus den Durchsatzmengen und einer Wärmebilanz um den Zwischenüberhitzer.

$$7.22) \quad E_{ZWAP} = E_{ZWEF} + \frac{D_{ZWS}}{D_{ZWP}} \cdot (E_{ZWES} - E_{ZWAS}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$7.23) \quad T_{ZWAP} = TPE (P_{ZWAP}, E_{ZWAP}) - \Delta T_{ZWP}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Bei der Berechnung des Dampfzustandes am Eintritt in den Verdampfer werden die entsprechenden Druck- und Temperaturverluste in den Rohrleitungen berücksichtigt.

g) Dampfzustand am Eintritt des Verdampfers:

$$7.24) \quad P_{VDE} = P_{ZWAP} - \Delta P_{LZWV}; \quad [\text{ata}]$$

$$7.25) \quad T_{VDE} = T_{ZWAP} - \Delta T_{LZWV}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$7.26) \quad E_{VDE} = \text{HDI} (P_{VDE}, T_{VDE}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Stellt man für den Verdampfer eine Mengen- und Wärmebilanz auf, so erhält man:

$$(1) \quad D_{HG} = D_{RVD} + D_{SPWVD}; \quad [\text{kg/h}]$$

$$(2) \quad D_{HG} \cdot E_{VDA} = D_{RVD} \cdot E_{VDE} + D_{SPWVD} \cdot E_{SPWVD}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

Daraus erhält man:

$$7.27) \quad D_{SPWVD} = \frac{D_{HG} \cdot (E_{VDA} - E_{VDE})}{(E_{SPWVD} - E_{VDE})}; \quad [\text{kg/h}]$$

Hiermit sind auch alle weiteren Teilmassenströme durch den Verdampfer, den HD-Teil der Leistungsturbine und den Zwischenüberhitzer bekannt.

$$7.28) \quad D_{RVD} = D_R - D_{SPWVD}; \quad [\text{kg/h}]$$

$$7.29) \quad D_{VDA} = D_{HG}; \quad [\text{kg/h}]$$

$$7.30) \quad D_{LTE} = D_{SPWVD} - D_{GT}; \quad [\text{kg/h}]$$

$$7.31) \quad D_{ZWP} = D_{RVD}; \quad [\text{kg/h}]$$

$$7.32) \quad D_{ZWS} = D_{LTE} + D_{GT}; \quad [\text{kg/h}]$$

Um zu entscheiden, ob der Iterationsprozess schon die geforderte Genauigkeit erreicht hat, werden die vorher geschätzte Durchsatzmenge $D_{L\text{TEO}}$ durch die Leistungsturbine und die exakt berechnete Menge D_{LTE} auf ihren relativen Fehler abgefragt.

$$7.33) \quad \left| \frac{D_{L\text{TEO}} - D_{LTE}}{D_{LTE}} \right| = \rho_{03};$$

Ist der Absolutbetrag des relativen Fehlers zweier aufeinanderfolgender Werte $D_{L\text{TEO}}$ und D_{LTE} kleiner - gleich als die beliebig wählbare Fehlerschranke ρ_{03} , so kann der Iterationsprozess beendet werden. Im anderen Fall ersetzt man $D_{L\text{TEO}}$ durch D_{LTE} und setzt das Näherungsverfahren ab (Gleichung 7.10) so lange fort, bis das Verfahren konvergiert und die vorgegebene Fehlerschranke unterschritten wird.

8. Berechnung der Expansionslinien der Leistungsturbine:

Der Expansionsverlauf im HD-, MD-, ND-Teil der Leistungsturbine wird zur Vereinfachung der Berechnung linearisiert. Der polytrope Expansionslinienverlauf in den einzelnen Druckstufen der Turbine, der sich im i - s -Diagramm als ein konvexer Kurvenzug mit leichter Krümmung darstellt, wird hier durch einen Polygonzug angenähert. Der Fehler, der durch diese Näherung entsteht, ist vernachlässigbar klein.

Die einzelnen Teilexpansionslinien sind festgelegt durch den Eintrittsdruck in den HD-Teil, den Trenndrücken zwischen dem HD-MD-Teil, dem MD-ND-Teil und dem Austrittsdruck des Abdampfes aus dem ND-Teil. Die Steigungen der Teilexpansionslinien sind definiert durch die als Eingabegrößen vorgegebenen, mittleren inneren Wirkungsgrade der Leistungsturbine (siehe Fig. 8).

Die Berechnung des Expansionsverlaufes erfolgt in drei Einzelschritten. Die Berechnung des Teilexpansionsverlaufes setzt immer mit dem bekannten Dampfeintrittszustand am Beginn der jeweilig zu bestimmenden Teilexpansionslinie ein und berechnet den Austrittszustand der gleichzeitig Eintrittszustand in das nachfolgende Turbinengehäuse bzw. in den Zwischenüberhitzer ist.

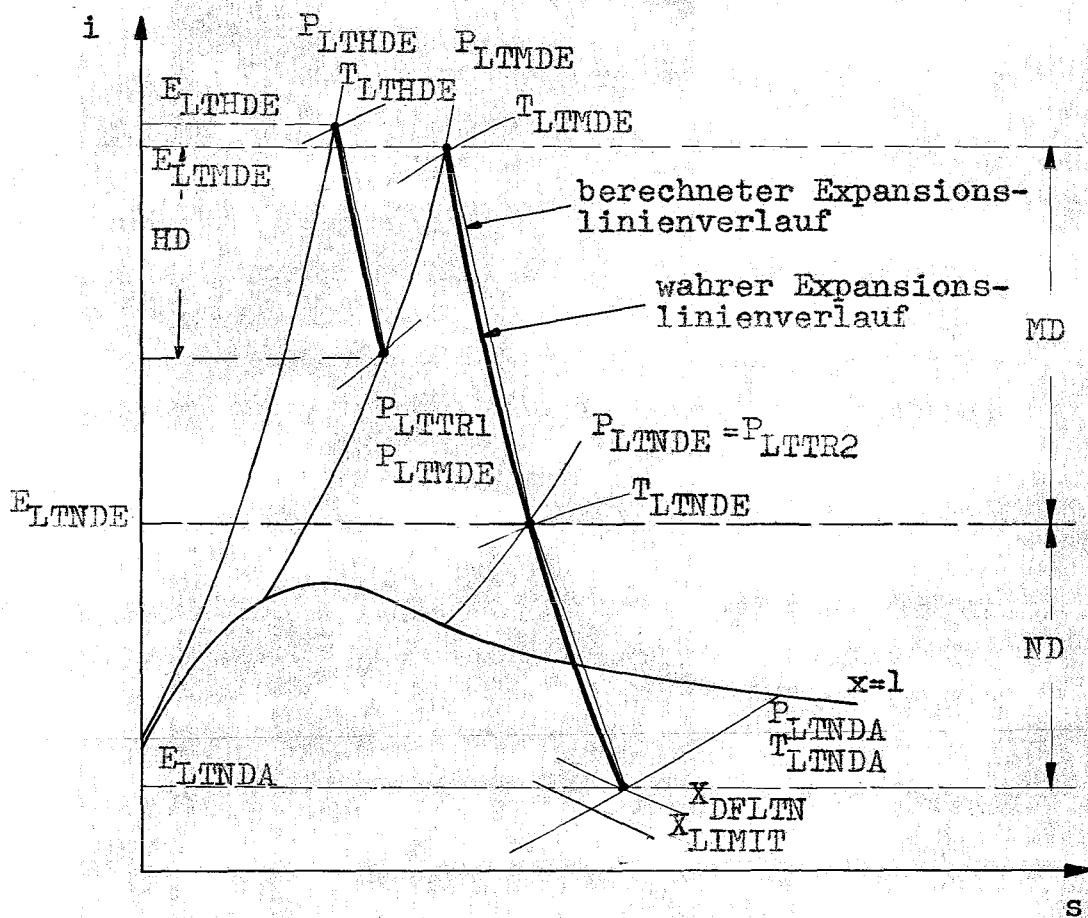
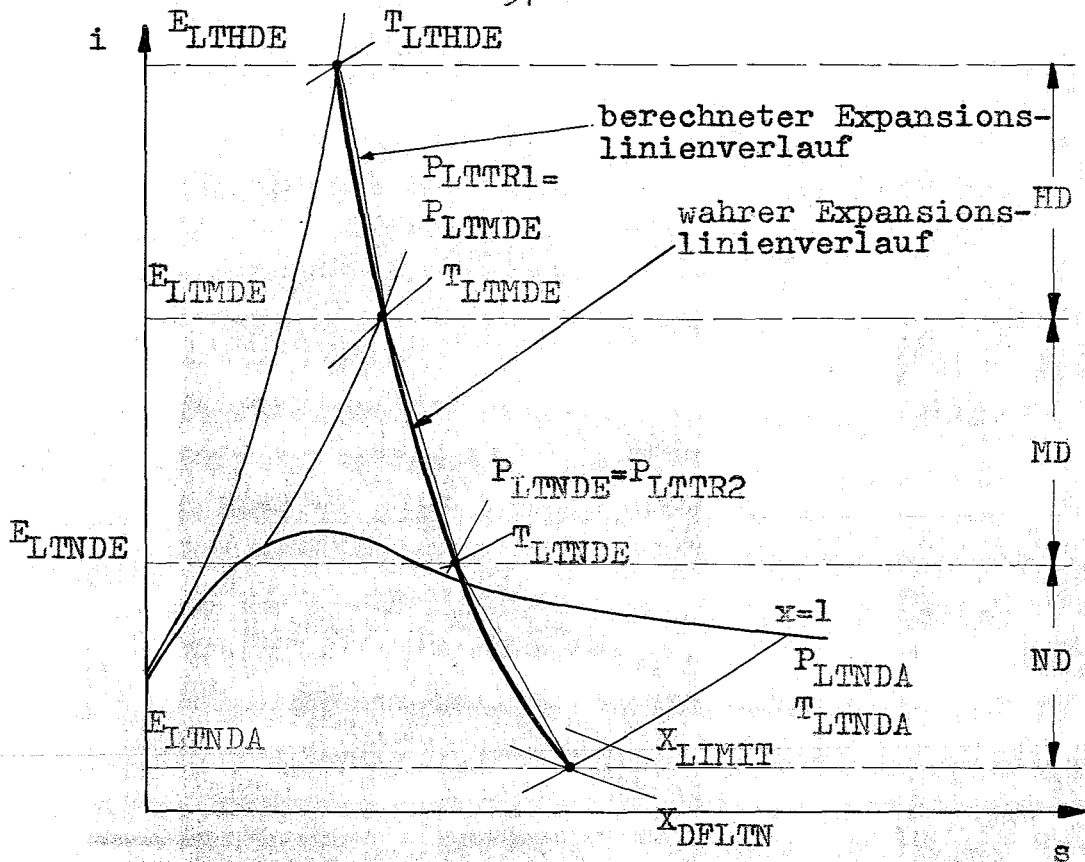


Fig. 8: Graphische Darstellung des Expansionsverlaufes des HD- MD- und ND-Teiles der Leistungsturbine ohne und mit Zwischenüberhitzung

Das Rechenschema zur Bestimmung des Expansionslinienverlaufs ist so allgemein gehalten, dass eine Beschränkung hinsichtlich der Wahl der Trenndrücke zwischen den einzelnen Druckstufen nicht besteht.

Bevor die exakte Berechnung des Endes einer Teilexpansionslinie erfolgen kann, muss ein Kriterium formuliert werden, das eine eindeutige Aussage liefert, ob der Austrittspunkt der jeweiligen Teilexpansionslinie im Heiss- oder im Nassdampfgebiet liegt:

Man nimmt zunächst an, dass die Expansionsprozesse adiabatisch geführt seien und bestimmt die zum Eintrittsdruck und zur Eintrittstemperatur und zum Austrittsdruck und Austrittstemperatur zugehörige Sättigungstemperatur.

$$8.00) \quad T_{SATE} = TS (P_E); \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$8.01) \quad T_{SATA} = TS (P_A); \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Der Schnittpunkt zwischen Sättigungslinie des i - s -Diagrammes und der zum vorgegebenen Trenndruck (= Austrittsdruck des entsprechenden Turbinenteiles) gehörenden Isobaren liefert die Entropie an dieser Stelle

$$8.02) \quad S_{SL} = HDS (P_A, T_{SATA}); \quad [\text{kcal/kg } ^{\circ}\text{K}]$$

Sodann wird geprüft ob der Eintrittspunkt der Teilexpansionslinie im Heissdampf- oder im Nassdampfgebiet liegt.

$$8.03) \quad \text{sign} (T_{SATE} - T_E) = \begin{cases} \geq 0 \\ < 0 \end{cases}$$

Man hat aufgrund dieses Kriteriums zwei Fälle zu unterscheiden.

- a) ≥ 0 : Die Expansionslinie beginnt im Nassdampfgebiet. Nun berechnet man bei angenommener adiabater Expansion die adiabate Entropie S_{AAD} .

$$8.04) S_{WE} = WS (P_E, T_{SATE}) \quad [\text{kcal/kg } ^\circ\text{K}]$$

$$8.05) S_{AAD} = S_{WE} + X_{DFLT} \cdot (HDS(P_E, T_{SATE}) - S_{WE}) \quad [\text{kcal/kg } ^\circ\text{K}]$$

Die Berechnung aller weiteren Zustandsgrößen wird in diesem Fall bei Gleichung 8.14) fortgesetzt.

- b) < 0 : Die Expansionslinie beginnt im Heissdampfgebiet. Damit ergibt sich für die adiabate Entropie S_{AAD} folgender Ausdruck

$$8.06) S_{AAD} = HDS (P_A, T_E) \quad [\text{kcal/kg } ^\circ\text{K}]$$

Nun stellt man fest, ob der adiabate Expansionslinienverlauf im Heiss- oder im Nassdampfgebiet oder genau auf der Sättigungslinie endet.

$$8.07) \text{sign} (S_{AAD} - S_{SL}) = \begin{cases} > 0 \\ = 0 \\ < 0 \end{cases}$$

Man erhält also drei Fallunterscheidungen, die folgende Bedeutung haben:

- a) > 0 : Expansionslinie endet im Heissdampfgebiet
b) $= 0$: Expansionslinie endet genau an der Sättigungslinie
c) < 0 : Expansionslinie endet im Nassdampfgebiet.

Die Fälle a) und b) können, da die Bestimmungsgleichungen für die Austrittszustände die gleichen sind, zu einem Fall a) zusammengefasst werden.

a,b) Bestimmung des Expansionsverlaufs im Heissdampfgebiet (Fig. 9):

Aus dem vorgegebenen Austrittsdruck P_A und der soeben bestimmten adiabaten Austrittsentropie S_{AAD} kann die adiabate Austrittstemperatur und mit dieser die Austrittsenthalpie der adiabaten Expansion ermittelt werden.

$$8.08) \quad T_{AAD} = TPS (P_A, S_{AAD}); \quad [^{\circ}C]$$

$$8.09) \quad E_{AAD} = HDI (P_A, T_{AAD}); \quad [kcal/kg]$$

Das Enthalpiegefälle zwischen Beginn und Ende der Teilexpansionslinie und damit die wahre Austrittsenthalpie können jetzt berechnet werden.

$$8.10) \quad \Delta E = (E_E - E_{AAD}) \cdot \eta_{LT}; \quad [kcal/kg]$$

η_{LT} ist der mittlere innere Wirkungsgrad für die zu berechnende Teilexpansionslinie der Leistungsturbine.

$$8.11) \quad E_A = HDI (P_A, E_A); \quad [kcal/kg]$$

Die gesuchte Austrittstemperatur ist somit auch bekannt.

$$8.12) \quad T_A = TPE (P_A, T_A); \quad [^{\circ}C]$$

Liegt das Ende der Teilexpansionslinie noch im Heissdampfgebiet, so wird der Dampfdruck des Abdampfes aus programmtechnischen Gründen der Wert 1. zugeordnet.

8.13) $X_{DFLT} = X_{DAFEU} = 1.$; [kg/kg]

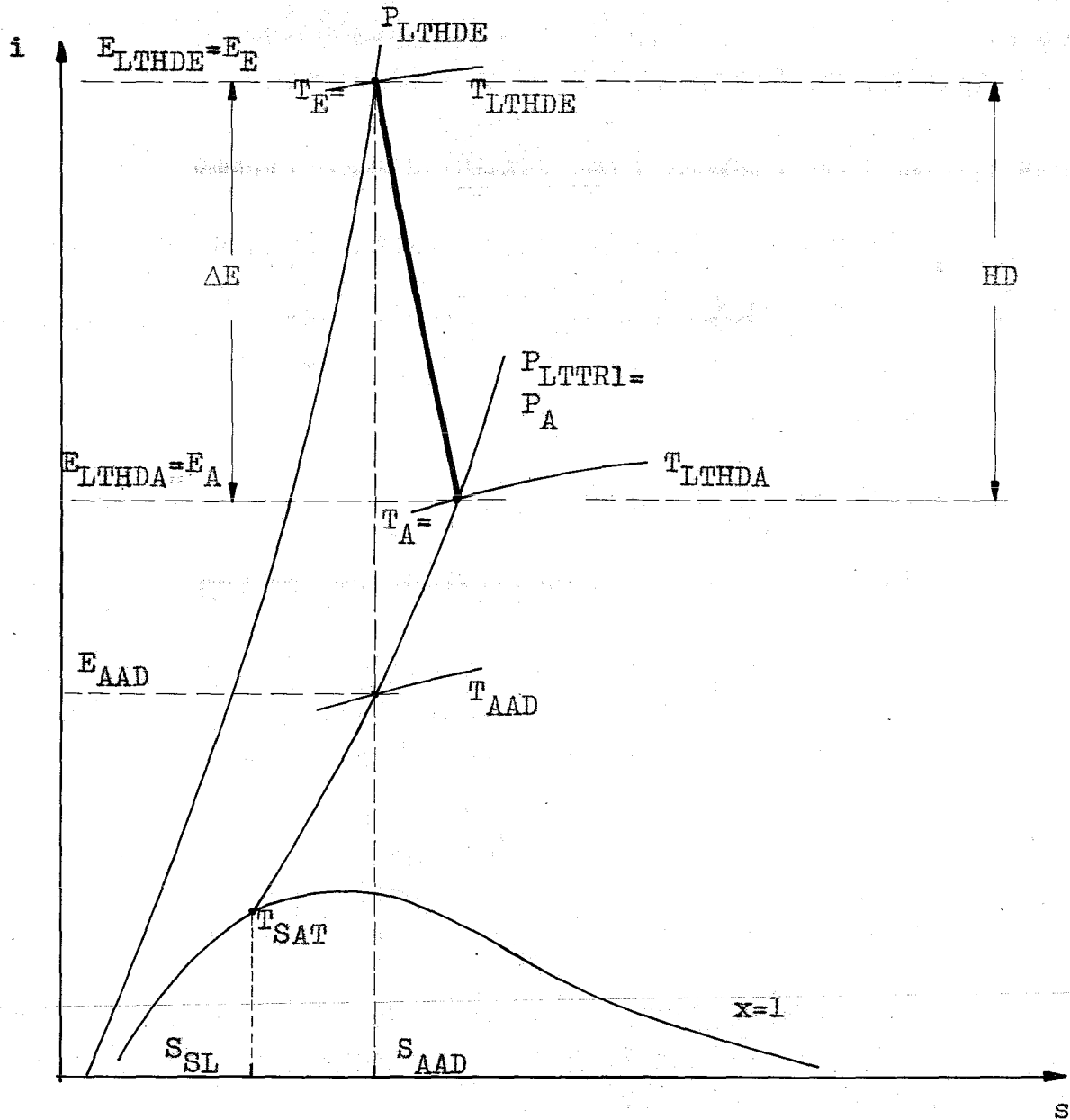


Fig. 9: Expansionsverlauf im Heissdampfgebiet

c) Bestimmung des Expansionsverlaufes im Nassdampfgebiet (Fig. 10):

Zuerst bestimmt man die Entropie auf der Wasserseite der Sättigungskurve

$$8.14) \quad S_{WA} = WS (P_A, T_{SATA}); \quad [\text{kcal/kg } ^\circ\text{K}]$$

Die Dampfgeuchte am Ende der adiabaten Expansionslinie kann nun berechnet werden

$$8.15) \quad X_{DAFAD} = \frac{S_{AAD} - S_{WA}}{S_{SL} - S_{WA}}; \quad [\text{kg/kg}]$$

Mit Hilfe der soeben berechneten "adiabaten" Dampfgeuchte, der Enthalpie auf der Wasserseite E_{WA} und der Enthalpie auf der Dampfseite der Sättigungskurve kann man die Austritts-Enthalpie der adiabaten Expansion ermitteln.

$$8.16) \quad E_{WA} = WI (P_A, T_{SATA}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$8.17) \quad E_{AAD} = E_{WA} + X_{DAFAD} \cdot (HDI (P_A, T_{SATA}) - E_{WA}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Das Enthalpiegefälle zwischen Ein- und Austritt der Teilexpansionslinie und damit auch die Austrittsenthalpie sind nun einfach zu berechnen.

$$8.18) \quad \Delta E = (E_E - E_{AAD}) \cdot \eta_{LT}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$8.19) \quad E_A = E_E - \Delta E; \quad [\text{kcal/kg}]$$

Die Austrittstemperatur am Ende der Expansionslinie ist die aus dem vorgegebenen Austrittsdruck ermittelte Sättigungstemperatur

$$8.20) \quad T_A = T_{SATA} = TS (P_A); \quad [^\circ\text{C}]$$

Zu bestimmen bleibt nun noch die Dampffeuchte am Ende der Expansionskurve.

$$8.21) \quad X_{\text{DAFEU}} = \frac{E_A - E_{\text{WA}}}{\text{HDI}(P_A, T_{\text{SATA}}) - E_{\text{WA}}}; \quad [\text{kg/kg}]$$

Aus technischen Gründen ist die zulässige Dampffeuchte im ND-Teil einer Turbine begrenzt. - Um ein Überschreiten dieser Grenzdampffeuchte zu verhindern, wird dem Dampf in geeigneter Weise das überschüssige Wasser entzogen. Dies geschieht vorzugsweise mit Hilfe einer mehrstufigen Entwässerung des Dampfes in der Turbine.

Zunächst stellt man fest, ob der Wert der berechneten Endfeuchte X_{DAFEU} den vorgegebenen Sollwert X_{LIMIT} überschritten hat.

$$8.22) \quad \text{sign}(X_{\text{DAFEU}} - X_{\text{LIMIT}}) = \begin{cases} < 0; \\ \geq 0; \end{cases}$$

Es stehen somit zwei Fälle zur Diskussion:

- a) < 0 : Der berechnete spezifische Dampfgehalt ist kleiner als der vorgegebene Sollwert, d.h. die zunächst berechnete Endfeuchte ist zu hoch.

Dies hat zur Folge, dass die Austrittsenthalpie der Teilexpansionslinie des ND-Teiles neu ermittelt werden muss.

$$8.23) \quad E_A = E_{\text{WA}} + X_{\text{LIMIT}} \cdot (\text{HDI}(P_A, T_{\text{SATA}}) - E_{\text{WA}}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Die Enthalpiedifferenz zwischen Ein- und Austritt aus der ND-Turbine hat sich nunmehr verkleinert. Da die Summe der zwischen den Entwässerungen liegenden Einzelgefälle jedoch zu einem grösseren Gesamtgefälle führt und die Durchsatzmenge sich um den Betrag der durch die Entwässerungen abgeführten Mengen verkleinert, wird die neu ermittelte Enthalpiedifferenz zwischen Ein- und Austritt zum Zwecke der Leistungsberechnung durch einen Korrekturfaktor $X_F > 1$ korrigiert.

Zwangsläufig ergibt sich durch die Verflachung des gemittelten ideellen Expansionsverlaufes ein veränderter Wirkungsgrad, den man als ideellen inneren Wirkungsgrad bezeichnet und der wie folgt berechnet wird.

$$8.24) \quad \eta_{\text{IND}} = \frac{E_E - E_A}{E_E - E_{\text{AAD}}};$$

Aus programmtechnischen Gründen erhält die Steuergrösse SIGN 22 den Wert Eins zugewiesen, (SIGN 22: = 1.) und die Rechnung wird ab Gleichung 8.25) fortgeführt.

- b) ≥ 0 : Der Sollwert der zulässigen Dampffeuchte wurde durch die berechnete Endfeuchte nicht überschritten.

Der Rechenablauf wird bei Gleichung 8.25) fortgesetzt.

Aus programmtechnischen Gründen erfolgt eine Umbezeichnung der Dampffeuchte.

$$8.25) \quad X_{\text{DFLT}} = X_{\text{DAFEU}}; \quad [\text{kg/kg}]$$

Ist nun

$$8.26) \quad \text{sign}(X_{\text{DFLT}} - 1.) = \begin{cases} \geq 0 \\ < 0 \end{cases}$$

so bedeutet dies:

Im Falle: ≥ 0 ; Die Expansionslinie verläuft im Heissdampfgebiet und die Berechnung des Austrittszustandes muss mit den Formeln 8.08) - 8.13) erfolgen.

Im Falle: < 0 ; Die Expansion erfolgt bis in das Nassdampfgebiet hinein. Der gesuchte Austrittszustand des Abdampfes wurde bereits mit den Bestimmungsgleichungen 8.14) - 8.21) ermittelt.

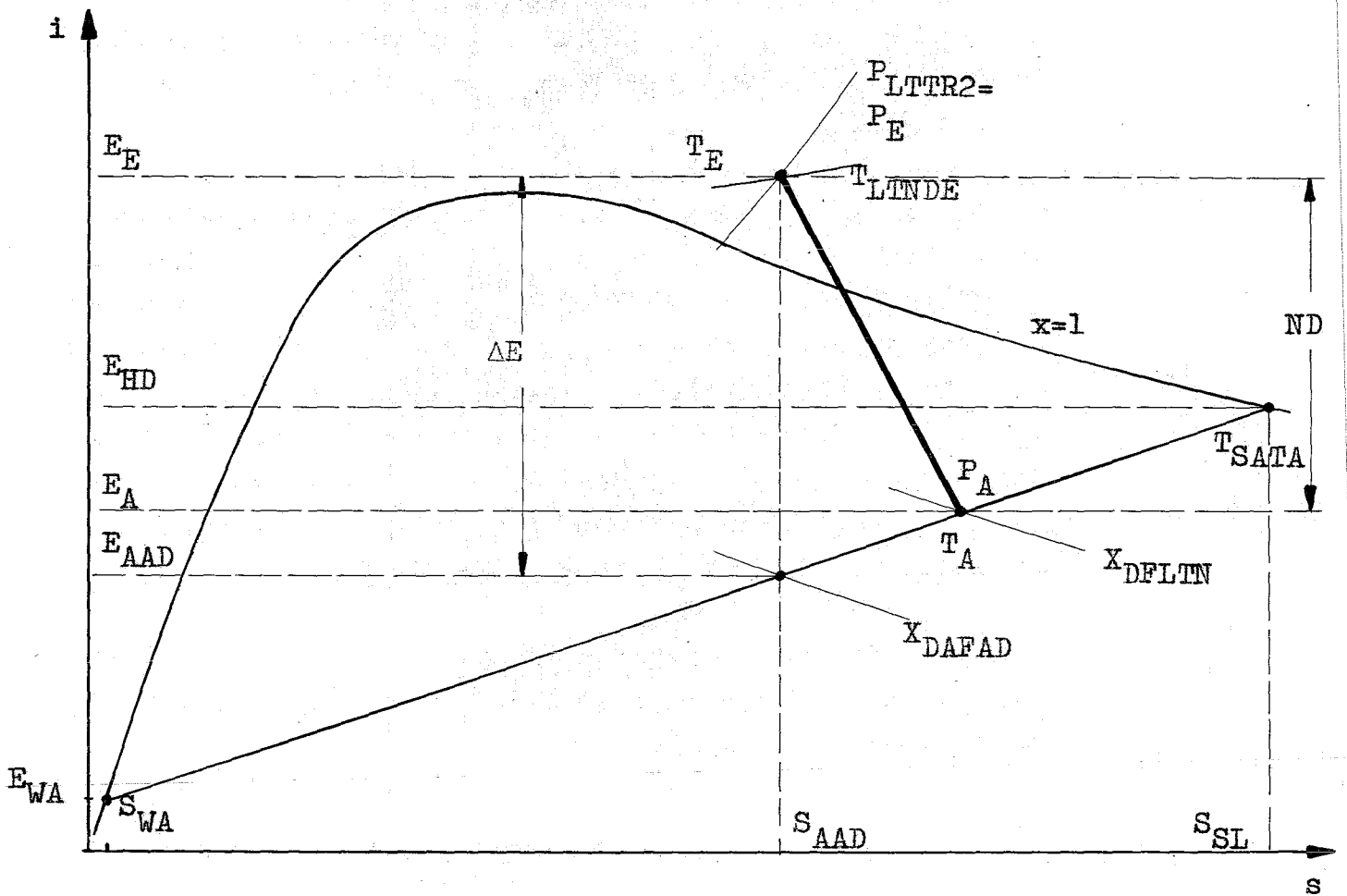


Fig. 10: Expansionsverlauf im Nassdampfgebiet

9. Berechnung der Zustandsgrößen im Schnittpunkt der Expansionslinie mit der Sättigungskurve:

Für die Berechnung der regenerativen Speisewasservorwärmung und der zugehörigen Anzapfenthalpien der Leistungsturbine benötigt man den Schnittpunkt der Expansionslinie mit der Sättigungslinie. Mit Hilfe dieses Schnittpunktes werden die Gültigkeitsbereiche der verwendeten Bestimmungsgleichungen (siehe Abschnitt 13) für die Errechnung des Dampfzustandes der Anzapfströme begrenzt.

Im Abschnitt 8. wurde bereits die Annahme eingeführt, dass die Teilexpansionskurven in linearisierter Form vorliegen. Demzufolge können sie als Geradengleichung in der 2-Punkteform der Gestalt $S_{LT} = f(i_{LT})$ dargestellt werden.

Um nun in expliziter Form eine Schnittpunktsgleichung aufstellen zu können, müsste die Gleichung der Sättigungslinie auch in der Form $S_{SAT} = f(i)$; bekannt sein. Da eine solche exakte Gleichung jedoch nicht existiert, muss das Schnittgebilde zunächst durch ein Näherungsverfahren bestimmt werden. In einem sich anschliessenden iterativen Berechnungsvorgang wird, ausgehend von den näherungsweise bestimmten Grössen, die genaue Ermittlung des Schnittpunktes vorgenommen.

Zuerst muss aber festgestellt werden, ob das Schnittgebilde im MD-Teil oder im ND-Teil der Expansionskurve zu erwarten sein wird.

Ist

$$9.00) \quad \text{sign} (X_{DFLTM} - 1.) = \begin{cases} \leq 0 \\ \geq 0 \end{cases}$$

so bedeutet dies:

a) im Falle: ≤ 0 ; Der Schnittpunkt liegt im MD-Teil der Expansionslinie.

b) im Falle: ≥ 0 ; Der Schnittpunkt liegt im ND-Teil der Expansionslinie.

Dieses Kriterium ist eindeutig, denn bekanntlich wurde bei der Berechnung der Dampfweichte nachfolgende Beziehung definitorisch festgelegt

$$\sup (X_{DFLT}) = 1;$$

a) Bestimmung des Schnittpunktes im MD-Teil der Expansionslinie:

Die Berechnung der Schnittstelle beginnt mit der Berechnung der Entropie und Enthalpie am Beginn und Ende der Teilexpansionslinie des MD-Teils

$$9.01) \quad S_{1X} = HDS (P_{LTMDE}, T_{LTMDE}); \quad [\text{kcal/kg } ^\circ\text{K}]$$

$$9.02) \quad E_{1X} = E_{LTMDE}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$9.03) \quad S_{OX} = WS (P_{LTMDA}, T_{LTMDA}) + X_{DFLTM} \cdot (HDS (P_{LTMDA}, T_{LTMDA}) - WS (P_{LTMDA}, T_{LTMDA}));$$

[kcal/kg °K]

$$9.04) \quad E_{OX} = E_{LTMDA};$$

Als erste Näherung für Druck und Temperatur an der Schnittstelle setzt man:

$$9.05) \quad P_{OOX} = P_{OIX} = P_{LTMDE}; \quad [\text{ata}]$$

$$9.06) \quad T_{OOX} = T_{LTMDE}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

b) Bestimmung des Schnittpunktes im ND-Teil der Expansionslinie:

Für die Berechnung der Anfangs- und Endpunkte der Teilexpansionslinie des ND-Teils gelten die gleichen Bestimmungsgleichungen 9.01) - 9.06) des Teilabschnittes a). Es muss nur darauf geachtet werden, dass die Werte für Druck, Temperatur und Enthalpie durch die entsprechenden Grössen des ND-Teiles ersetzt werden.

c) Iterationsverfahren zur genauen Ermittlung der Schnittpunktgrössen (Fig. 11):

Der Iterationsprozess ist so geführt, dass nach Erreichen der geforderten Genauigkeitsschranke für die Temperatur, alle weiteren Zustandsgrössen am Schnittpunkt auch bekannt sind.

Zunächst bestimmt man die Temperatur am Schnittpunkt der Isobaren P_{OIX} mit der Satttdampfkurve

$$9.07) \quad T_{OIX} = TS (P_{OIX}); \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Nun wird die inzwischen erzielte Genauigkeit der Iteration ermittelt

$$9.08) \quad \left| \frac{T_{00X}}{T_{01X}} - 1 \right| \leq \rho$$

Ist der relative Fehler zwischen T_{00X} und T_{01X} kleiner als die vorgegebene Fehlerschranke ρ , so kann der Iterationsvorgang abgebrochen werden.

Im anderen Fall muss die Berechnung fortgesetzt werden mit der Ermittlung neuer, verbesserter Werte der Schnittstelle:

$$9.09) \quad E_{01X} = \text{HDI} (P_{01X}, T_{01X}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Die Geradengleichung der Teilexpansionslinie liefert:

$$9.10) \quad S_{01X} = S_{1X} - \left(\frac{S_{1X} - S_{0X}}{E_{1X} - E_{0X}} \right) \cdot (E_{1X} - E_{01X}); \quad [\text{kcal/kg } ^\circ\text{K}]$$

Mit Hilfe der Dampfzustandsfunktion ITHD berechnet man:

$$9.11) \quad P_{00X}, T_{00X} = \text{ITHD} (E_{01X}, S_{01X}); \quad [\text{ata}]; \quad [^\circ\text{C}]$$

Nun ersetzt man die erste Näherung für den Druck P_{01X} am Schnittpunkt durch den nächsten verbesserten Wert P_{00X} ;

$$9.12) \quad P_{01X} = P_{00X}; \quad [\text{ata}]$$

und setzt das Näherungsverfahren ab Gleichung 9.07) fort.

Aus programmtechnischen Gründen erfolgt noch eine Umbenennung der iterativ berechneten Zustandsgrößen am Schnittpunkt der Expansionslinie mit der Sättigungslinie.

- 9.13) $P_{SEX} = P_{O1X}$; [ata]
- 9.14) $T_{SEX} = T_{O1X}$; [$^{\circ}C$]
- 9.15) $E_{SEX} = E_{O1X}$; [kcal/kg]
- 9.16) $S_{SEX} = S_{O1X}$; [kcal/kg $^{\circ}K$]

Abschliessend sei noch bemerkt, dass dieses soeben erläuterte Iterationsverfahren bei geeigneter Wahl der Fehlerschranke ρ sehr schnell gegen die gesuchte Lösung konvergiert.

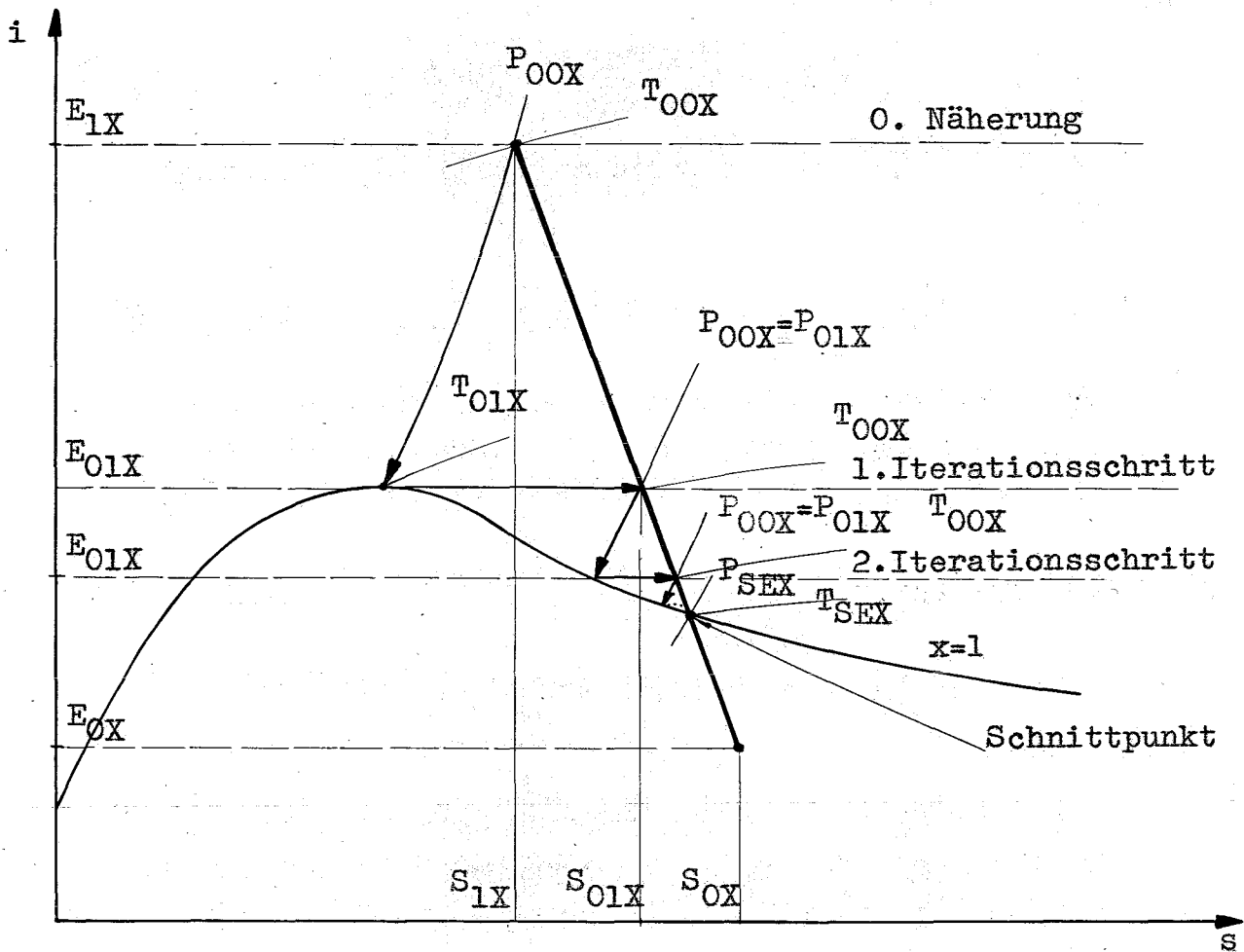


Fig. 11: Schematische Darstellung des Iterationsablaufs zur Bestimmung des Schnittpunktes im i-s-Diagramm

10. Berechnung der Zustandsgrößen am Kondensator:

Der aus der Leistungsturbine austretende Abdampf wird dem Kondensator zugeführt. Dort wird dem Dampf die Restwärme durch Wärmeaustausch an das Kühlwasser entzogen, so dass der Dampf kondensiert (Fig. 12).

Aus technischen Gründen legt man den Kondensator so nahe wie möglich an den ND-Teil der Leistungsturbine, so dass bei der Ermittlung des primären Dampfeintrittszustandes in den Kondensator Druck- und Temperaturverluste in den Rohrleitungen nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

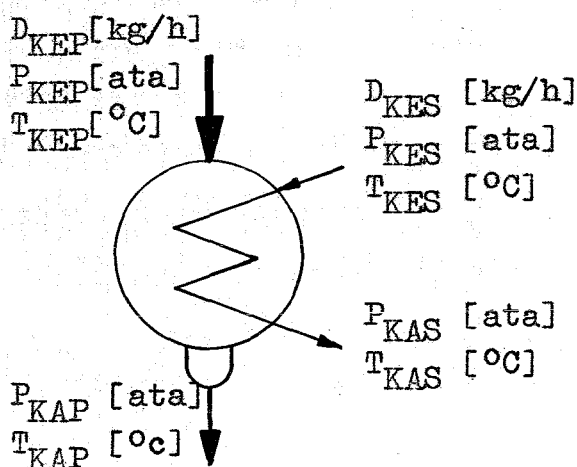


Fig. 12: Zustandsgrößen am Kondensator

a) Primärer Dampfeintrittszustand am Kondensator:

- 10.00) $P_{KEP} = P_{LTNDA};$ [ata]
- 10.01) $T_{KEP} = T_{LTNDA};$ [°C]
- 10.02) $E_{KEP} = E_{LTNDA};$ [kcal/kg]

b) Primärer Kondensataustrittszustand am Kondensator:

Bei der Verflüssigung des Dampfes zu Wasser wird dem Dampf durch das Kühlwasser die Kondensationswärme entzogen. Da der Wärmeaustausch im Kondensator als verlustfrei angenommen wurde, ergibt sich der Kondensataustrittsdruck als der zur Eintrittstemperatur zugehörige Sättigungsdruck.

$$10.03) \quad P_{KAP} = PS (T_{KEP}); \quad [ata]$$

Auf gleiche Weise ist die Austrittstemperatur des Kondensates mit dem Eintrittsdruck des Dampfes verknüpft.

$$10.04) \quad T_{KAP} = TS (P_{KEP}); \quad [^{\circ}C]$$

Die Enthalpie des Kondensates berechnet sich mit Hilfe der Wasserzustandsfunktion WI

$$10.05) \quad E_{KAP} = WI (P_{KAP}, T_{KAP}); \quad [kcal/kg]$$

c) Sekundärer Kühlwasseraustrittszustand am Kondensator:

Bei der Berechnung des Kühlwasseraustrittszustandes geht man von dem vorgegebenen Kühlwassereintrittszustand und dem Massenstromverhältnis zwischen dem Kühlwasser und dem zu kondensierenden Dampf aus.

Für das Massenstromverhältnis, das sog. Kühlwasservielfache gilt

$$(1) \quad D_{KES} : D_{KEP} = \gamma : 1;$$

Die Grösse γ ist ein Erfahrungswert und hängt von der Ausbildung des Kondensators ab. Bei Frischwasserkühlung des Kondensators, einer Eintrittstemperatur des Kühlwassers von 15 °C und einem erzielbaren Kondensatordruck von 0,04 at beträgt γ bei optimal ausgelegtem Kondensator etwa 50.

Die Wärmebilanz des Kondensators ergibt sich also:

$$(2) \quad (E_{KAS} - E_{KES}) \cdot D_{KES} = (E_{KEP} - E_{KAP}) \cdot D_{KEP}; \quad [\text{kcal/h}]$$

Setzt man nun Gleichung (1) in die Formel (2) ein, so erhält man durch Umformung des Ausdruckes die Kühlwasseraustrittsenthalpie.

$$10.06) \quad E_{KAS} = E_{KES} + \frac{(E_{KEP} - E_{KAP})}{\gamma}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

Mit Hilfe der soeben ermittelten Austrittsenthalpie und dem Austrittsdruck liefert die Wasserzustandsfunktion die gesuchte Kühlwasseraustrittstemperatur.

$$10.07) \quad P_{KAS} = P_{KES}; \quad [\text{ata}]$$

$$10.08) \quad T_{KAS} = \text{WTPE}(P_{KAS}, E_{KAS}); \quad [^{\circ}\text{C}]$$

11. Berechnung der Zustandsgrößen an der Kondensatpumpe:

Zwischen dem primärseitigen Austritt des Kondensators und dem sekundärseitigen Eintritt des ersten ND-Vorwärmers befindet sich eine Kondensatpumpe, welche das aus dem Kondensator austretende Wasser durch die ND-Vorwärmer dem Speisewasserkessel zuführt.

Ausgehend von dem mit den Gleichungen 10.06) - 10.08) berechneten primärseitigen Austrittszustand des Kondensates aus dem Kondensator, erhält man den Eintrittszustand in die Kondensatpumpe unter Berücksichtigung der Druck- und Temperaturverluste in der Saugleitung.

$$11.00) \quad T_{KPE} = T_{KAP} - \Delta T_{LKKP}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$11.01) \quad P_{KPE} = P_{KAP} - \Delta P_{LKKP}; \quad [\text{ata}]$$

$$11.02) \quad E_{KPE} = WI (P_{KPE}, T_{KPE}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Der von der Kondensatpumpe zu erbringende Förderdruck setzt sich zusammen aus dem Druckverlust ΔP_{LKPV} in der Druckleitung der Kondensatpumpe, der Summe der sekundärseitig in den ND-Vorwärmern auftretenden Druckverluste ΔP_{VS} und dem Speisewasserkessel-Eintrittsdruck P_{SPWKE} .

Man erhält also für den Austrittsdruck der Kondensatpumpe die Beziehung:

$$11.03) \quad P_{KPA} = \Delta P_{LKPV} + \Delta P_{VS} \cdot M + P_{SPWKE}; \quad [\text{ata}]$$

Die Enthalpieerhöhung, die bei der Kompression des Wassers auftritt, kann nun auch ermittelt werden.

$$11.04) \quad \Delta E_{KP} = \frac{860 \cdot 10^4 \cdot WV(P_{KPE}, T_{KPE}) \cdot (P_{KPA} - P_{KPE})}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_{iKP}} \quad [\text{kcal/kg}]$$

Die Enthalpie des Wassers am Austritt der Kondensatpumpe kann nun auch berechnet werden. Mit dieser und dem Austrittsdruck P_{KPA} ist auch die Austrittstemperatur bekannt.

$$11.05) \quad E_{KPA} = E_{KPE} + \Delta E_{KP}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$11.06) \quad T_{KPA} = WTPE(P_{KPA}, E_{KPA}); \quad [^{\circ}\text{C}]$$

12. Berechnung der Zustandsgrößen der regenerativen Speisewasser-Vorwärmstrecke

Durch die regenerative Erwärmung des Speisewassers wird der vorliegende Kreisprozess dem CARNOT-Prozess angenähert. Das Speisewasser wird in einer Reihe von Vorwärmern durch Anzapfdampf aus der Leistungsturbine auf eine beträchtlich über der Kondensationstemperatur im Kondensator liegende Temperatur vorgewärmt, wodurch das mittlere Temperaturniveau der Wärmezufuhr erhöht wird. - Darüber hinaus wird durch die Anzapfdampfentnahme aus der Leistungsturbine der Turbinenwirkungsgrad erhöht, da die auf der Hochdruckseite strömende Dampfmenge ansteigt. Die regenerative Speisewasservorwärmung erbringt somit eine Verbesserung des gesamten Prozesswirkungsgrades und demzufolge eine zusätzliche Verringerung der erforderlichen Kühlwassermenge im Kondensator.

Wie aus den Fig. 2 - 5 und aus Fig. 13 hervorgeht, wurden für die Vorwärmstrecke Oberflächenvorwärmer mit Kondensatumpumpung angenommen. Bei diesem Vorwärmertyp wird das Heizkondensat jedes Vorwärmers durch eine Pumpe in den Speisewasserstrang hinter diesem Vorwärmer gepumpt.

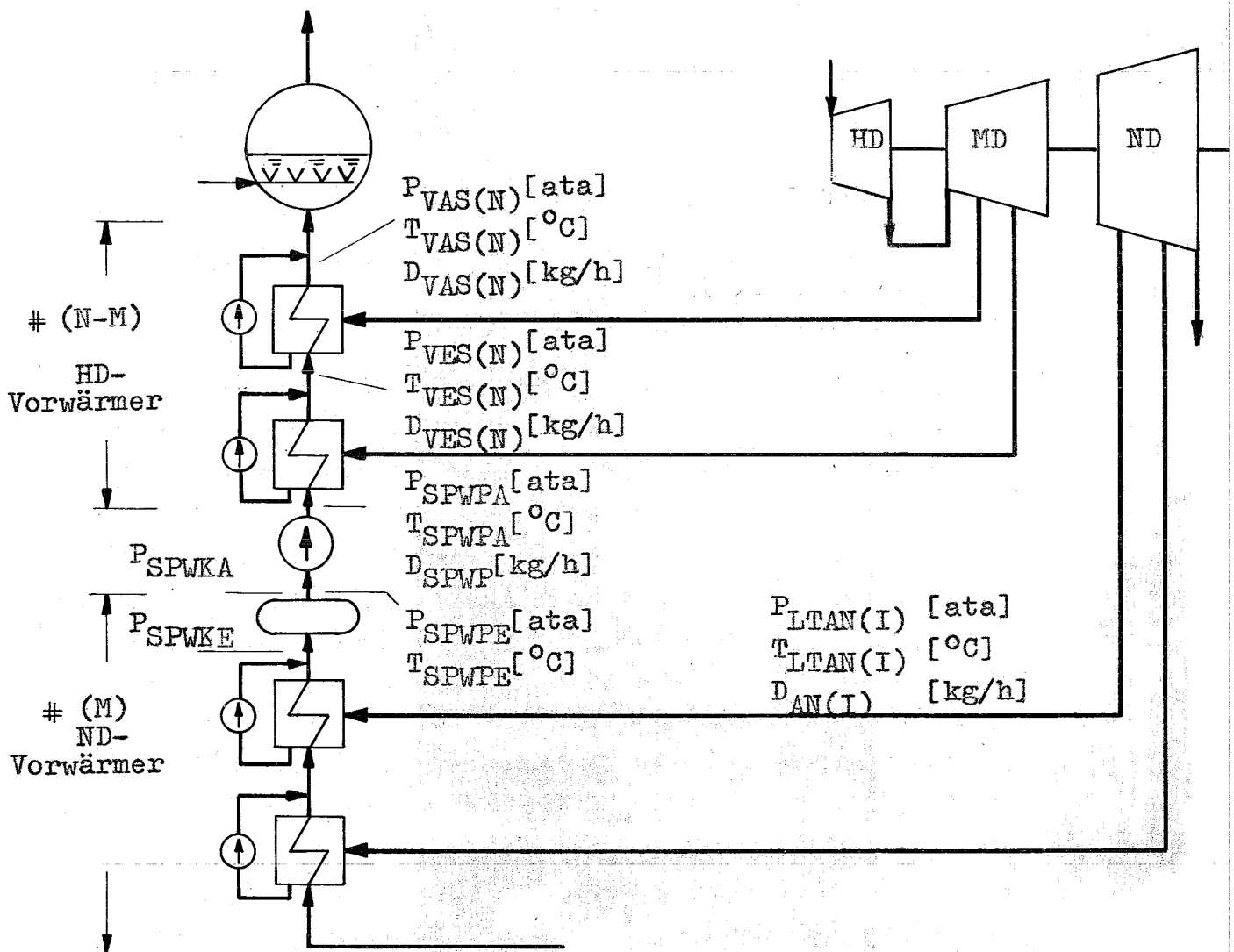


Fig. 13: Speisewasser- und Anzapfdampf-Zustandsgrößen der Vorwärmstrecke

Die Förderung des Speisewassers durch die Vorwärmstrecke erfolgt in zwei Stufen. - Die zwischen Kondensator und Vorwärmstrecke in den Speisewasserstrang geschaltete Kondensatpumpe fördert das Speisewasser aus dem Kondensator durch die ND-Vorwärmer in den Speisewasserkessel. Aus diesem entnimmt die Speisewasserpumpe das Speisewasser und pumpt es durch die HD-Vorwärmer in den Verdampfer.

Die gesamte Aufheizspanne des Speisewassers ist durch die Eintrittstemperatur des Speisewassers in den ersten ND-Vorwärmer und die Eintrittstemperatur des Speisewassers in den Verdampfer bestimmt. Die Aufteilung dieser Aufheizspanne auf die einzelnen Vorwärmer wird derart vorgenommen, dass die Temperaturzunahme des Speisewassers pro Vorwärmer die gleiche ist.

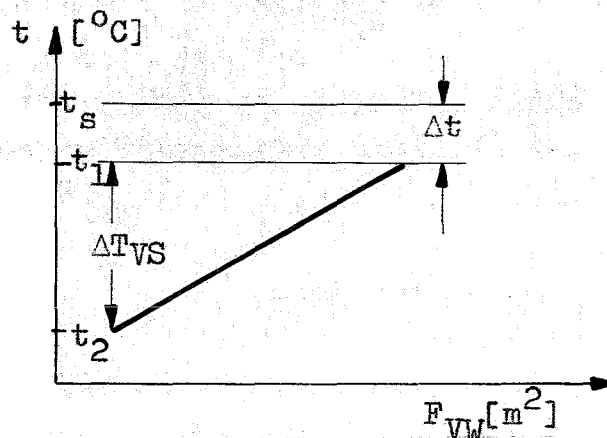


Fig. 14: Temperaturverlauf in einem Oberflächenvorwärmer

$$(1) \quad Q_{SPW} = \frac{k \cdot F_{VW} \cdot (t_2 - t_1)}{\ln \frac{\Delta t_A}{\Delta t_E}}; \quad [\text{kcal/h}]$$

Der Quotient $\Delta t_A/\Delta t_E$ ist die verbleibende Differenz zwischen Sättigungstemperatur des Heizkondensates und der Austrittstemperatur des Speisewassers aus dem Vorwärmer und wird Grädigkeit Δt genannt. k [$\text{kcal}/\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$] ist als Wärmedurchgangszahl definiert, F_{VW} [m^2] die Heizfläche je Vorwärmer.

Unter Vernachlässigung der spez. Wärmen für hohe Wassertemperaturen findet man eine weitere Relation zwischen der den Vorwärmer durchströmenden Speisewassermenge D , und den übertragenen Wärmemengen.

$$(2) \quad Q \approx D (t_2 - t_1); \quad [\text{kcal/h}]$$

Durch Gleichsetzen der Beziehungen (1) und (2) erhält man:

$$(3) \quad \frac{k \cdot F_{VW}}{D} = \ln \frac{\Delta t_A}{\Delta t_E}, \\ = \ln \frac{t_s - t_1}{t_s - t_2};$$

Berücksichtigt man noch den in Abb. 14 gezeigten Temperaturverlauf in einem Oberflächenvorwärmer, so folgt damit weiter:

$$(4) \quad t_s - t_1 = \Delta t + \Delta T_{VS}; \quad [^\circ\text{C}]$$

$$(5) \quad t_s - t_2 = \Delta t; \quad [^\circ\text{C}]$$

Setzt man (4) und (5) in die Gleichung (3) ein, so ergibt sich:

$$(6) \quad \frac{k \cdot F_{VW}}{D} = \ln \left(1 + \frac{\Delta T_{VS}}{\Delta t} \right);$$

Der Ausdruck $\left(1 + \frac{\Delta T_{VS}}{\Delta t} \right)$ wird als Ausnutzungsgrad des Vorwärmers bezeichnet.

Nimmt man weiterhin an, dass die direkte Proportionalität zwischen Teilaufwärmspanne und Enthalpiezunahme des Speisewassers $\Delta T_{VS} \sim \Delta i_{SPW}$ gilt, so ist der Quotient $\frac{\Delta T_{VS}}{\Delta t}$ immer konstant.

Daraus ist zu folgern, dass Oberflächenvorwärmer mit Kondensatumpumpung bei gleicher Teilaufwärmspanne und konstantem Ausnutzungsgrad auch gleiche Heizflächen haben. Daher braucht kein Unterschied in den Berechnungsformeln für ND- und HD-Vorwärmer gemacht werden. Zur genauen Festlegung und Berechnung der Speisewasser- und Anzapfdampf-Zustandsgrößen der Vorwärmer genügt also die Angabe des Ausnutzungsgrades ϵ und der Teilaufheizspanne ΔT_{VS} . - Der Ausnutzungsgrad ϵ ist definiert als das Verhältnis der erzielten Aufwärmspanne zur theoretisch möglichen. Nach Fig. 15 kann dafür geschrieben werden:

$$(7) \quad \epsilon = \frac{T_{VAS} - T_{VES}}{T_o - T_{VES}}$$

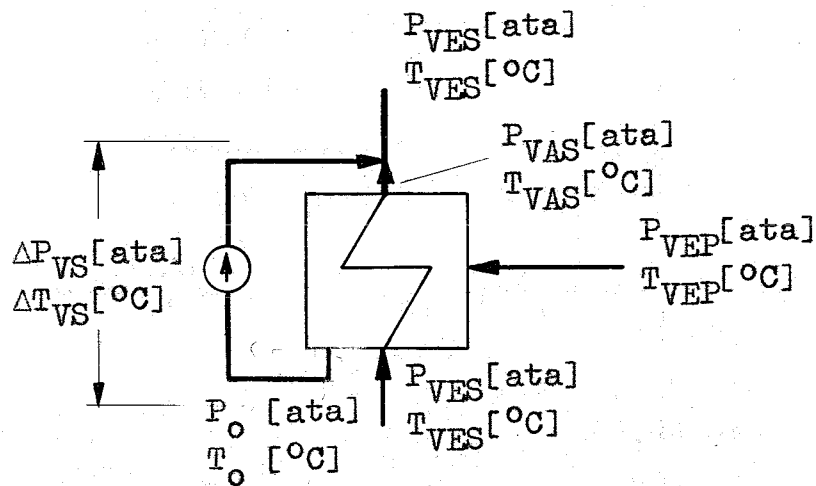


Fig. 15: Zustandsgrößen an einem Oberflächenvorwärmer

Für die Berechnung der Mischenthalpien bei der Einspeisung des Heizkondensates in den Speisewasserstrang und der daraus sich ergebenden Eintrittstemperatur des Speisewassers in den nachfolgenden Vorwärmer bzw. Verdampfer müssen auch die diskreten Speisewasser- und Anzapfdampfmengen bekannt sein. Da aber diese mit der in jedem Vorwärmer übertragenen Wärmemenge in wechselseitiger Beziehung stehen, müssen zuerst das Mengenaufteilungsverhältnis zwischen Speisewasser und Anzapfdampf und die Teilaufwärmspanne als Schätzwerte angenommen werden. In einem sich anschließenden iterativen Berechnungsverfahren wird, ausgehend von den näherungsweise bestimmten Größen, die genaue Berechnung der Speisewasser-, der Anzapfdampfmengen und der Teilaufheizspanne vorgenommen.

Folgende Größen der Vorwärmstrecke werden als bekannt vorausgesetzt:

- Eintrittszustand des Speisewassers in die Vorwärmstrecke,

- Eintrittszustand und Gesamtmenge des Speisewassers in den Verdampfer,
- Druckverluste im Speisewasserstrang der Vorwärmstrecke,
- Ausnutzungsgrad der Vorwärmer,
- Anzahl der ND- und HD-Vorwärmer,
- Druck- und Wärmeverluste in den Anzapfdampfleitungen.

Ferner sind die Funktionen EXPAN und MEDUSA gegeben. - Die Funktion EXPAN berechnet mit Hilfe des Ausnutzungsgrades und des Speisewasserzustandes jedes Vorwärmers den Anzapfpunkt auf der Expansionslinie der Leistungsturbine und den Dampfzustand des Anzapfdampfes an der Leistungsturbine und am Eintritt in den Vorwärmer. Die Berechnungsformeln und die zugehörigen Erläuterungen der Funktion EXPAN sind im Abschnitt 13. zu finden. - Die Funktion MEDUSA berechnet unter Zuhilfenahme der thermodynamischen Zustandsgrößen des Speisewassers und der Anzapfdampfmengen die diskreten Durchsatzmengen durch die Vorwärmer. Die Funktion MEDUSA wird in Abschnitt 14. näher erläutert.

Falls eine Anzapfung des HD-Teiles der Leistungsturbine unerwünscht ist, kann durch geeignete Vorgabe der Speisewassereintrittstemperatur in den Verdampfer, d.h. durch entsprechende Wahl der Speisewasserunterkühlungstemperatur ΔT_{VD} der höchste Anzapfdruck derart festgelegt werden, dass dieser kleiner oder höchstens gleich dem Trenndruck zwischen HD- und MD-Teil der Leistungsturbine wird.

Zu Beginn des ersten Iterationsschrittes wird zunächst eine Abschätzung der Anzapfdampf-Menge vorgenommen. Die durch jeden Vorwärmer strömende Speisewasser-Menge steht zur Anzapfdampfmenge in einem bestimmten Verhältnis. Es genügt vorläufig die Angabe wieviel Kilogramm Anzapfdampf je Kilogramm Speisewasser im Mittel pro Vorwärmer benötigt werden, um das Speisewasser um eine konstante Temperaturspanne zu erwärmen.

Man erhält also folgende Relation für die Aufteilung der Mengen (siehe Fig. 13)

$$(1) \quad D_{AN(i)} = D_{VES(i)} \cdot \frac{1}{\alpha}; \quad [\text{kg/h}]$$

Da es nur auf das Mengenverhältnis von Anzapfdampf zu Speisewasser ankommt, kann man ohne die Allgemeingültigkeit der Betrachtung einzuschränken

$$(2) \quad D_{VES(i)} = 1; \quad [\text{kg/h}]$$

setzen.

Man hat also eine vorläufige Mengenrelation der Form

$$12.00) \quad D_{VES(i)} := 1; \quad [\text{kg/h}]$$

$$12.01) \quad D_{AN(i)} := \frac{1}{\alpha}; \quad [\text{kg/h}]$$

gefunden.

Diese Beziehungen gelten für alle i , ($i = 1, \dots, N$). -
Mit $D_{VES(i)}$ wird die Speisewassermenge und mit $D_{AN(i)}$ die zugehörige Anzapfdampfmenge bezeichnet, die den i -ten Vorwärmer durchströmt.

Um für $D_{AN(i)}$ einen geeigneten Wert annehmen zu können, muss jetzt noch der freie Parameter α bzw. der Quotient $1/\alpha$ festgelegt werden. Da der Wärmeinhalt des Anzapfdampfes grösser ist als derjenige des Speisewassers, kann die Anzapfdampfmenge die Speisewassermenge nicht überschreiten.

Dies bedeutet:

$$(3) \quad D_{AN(i)} < D_{VES(i)} \quad [\text{kg/h}]$$

Um die Mengenrelationen möglichst genau abschätzen zu können, damit der Iterationsprozess schnell konvergiert, wird für die Grösse $1/\alpha$ ein Wert aus dem Intervall

$$(4) \quad 0 < \frac{1}{\alpha} < 1;$$

in die Gleichung 12.01) eingesetzt.

a) Berechnung der Zustandsgrössen der Niederdruck-Vorwärmer:

Der Zustand des Speisewassers am Eintritt in den ersten ND-Vorwärmer ist gegeben durch:

$$12.02) \quad P_{VES(1)} = P_{KPA} - \Delta P_{LKPV}; \quad [\text{ata}]$$

$$12.03) \quad T_{VES(1)} = T_{KPA} - \Delta T_{LKPV}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$12.04) \quad E_{VES(1)} = WI (P_{VES(1)}, T_{VES(1)}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Aus der Eintrittstemperatur des Speisewassers in den ersten ND-Vorwärmer und der Eintrittstemperatur in den Verdampfer bestimmt man die Aufheizspanne ΔT_{VS} , um welche die Temperatur des Speisewassers in jedem der Vorwärmer erhöht wird.

Dabei bleibt die geringe Temperaturzunahme, die das Speisewasser durch die Druckerhöhung in der Speisewasserpumpe erfährt, vorläufig noch unberücksichtigt.

$$12.05) \quad \Delta T_{VS} = \frac{T_{SPWVD} - T_{VES(1)}}{N}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Der Austrittszustand des Speisewassers aus dem ersten Vorwärmer, oder allgemein aus dem i -ten Vorwärmer kann nun mit Hilfe von ΔT_{VS} und ΔP_{VS} bestimmt werden.

$$12.06) \quad P_{VAS(i)} = P_{VES(i)} - \Delta P_{VS}; \quad [\text{ata}]$$

$$12.07) \quad T_{VAS(i)} = T_{VES(i)} + \Delta T_{VS}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$12.08) \quad E_{VAS(i)} = WI (P_{VAS(i)}, T_{VAS(i)}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Aus programmtechnischen Gründen erfolgt noch eine Umbenennung folgender Grössen:

$$12.09) \quad P_1 := P_{VES(i)}; \quad [\text{ata}]$$

$$12.10) \quad T_1 := T_{VES(i)}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$12.11) \quad P_2 := P_{VAS(i)}; \quad [\text{ata}]$$

$$12.12) \quad T_2 := T_{VAS(i)}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Setzt man diese Werte in die Funktion EXPAN ein, so liefert diese:

aa) Dampfzustand des Anzapfdampfes beim Eintritt in den i-ten Vorwärmer:

$$12.13) \quad P_{VEP(i)} = P_0; \quad [\text{ata}]$$

$$12.14) \quad T_{VEP(i)} = T_0; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$12.15) \quad E_{VEP(i)} = E_0; \quad [\text{kcal/kg}]$$

ab) Dampfzustand des Anzapfdampfes an der i-ten Anzapfung der Leistungsturbine:

$$12.16) \quad P_{LTAN(i)} = P_{LTANO}; \quad [\text{ata}]$$

$$12.17) \quad T_{LTAN(i)} = T_{LTANO}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$12.18) \quad E_{LTAN(i)} = E_{LTANO}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$12.19) \quad X_{LTAN(i)} = X_{DAO}; \quad [\text{kg/kg}]$$

Mit Hilfe der soeben berechneten Speisewasser-austrittszustände des i-ten Vorwärmers und den Zustandsgrößen des Anzapfdampfes kann man den Wärmeinhalt des Heizkondensates beim Verlassen des i-ten Vorwärmers berechnen. Dabei wird angenommen, dass das Heizkondensat den Vorwärmer mit Sättigungstemperatur verlässt.

$$12.20) \quad E_{VAP(i)} = WI (P_0, TS (P_0)); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Berechnet man jetzt noch die Mischungsenthalpie zwischen Speisewasser und Heizkondensat, so sind damit die Eintrittszustandsgrößen des Speisewassers in den (i+1)-ten Vorwärmer festgelegt.

$$12.21) \quad E_{VES(i+1)} = \frac{E_{VAS(i)} \cdot D_{VAS(i)} + E_{VAP(i)} \cdot D_{AN(i)}}{D_{VAS(i)} + D_{AN(i)}}; \quad [kcal/kg]$$

$$12.22) \quad P_{VES(i+1)} = P_{VAS(i)}; \quad [ata]$$

$$12.23) \quad T_{VES(i+1)} = T_{VAS(i)}; \quad [^{\circ}C]$$

Die Gleichungen 12.05)- 12.23) werden zyklisch für alle i , $i = 1, \dots, M$;) nacheinander durchlaufen.

b) Bestimmung der Zustandsgrößen des Speisewassers an der Speisewasserpumpe:

Die Zustandsgrößen des Speisewassers beim Eintritt in die Speisewasserpumpe sind mit den soeben berechneten Zustandsgrößen des m -ten ND-Vorwärmers und unter Berücksichtigung der manometrischen Druckhöhe ebenfalls bekannt.

$$12.24) \quad T_{SPWPE} = T_{VES(i+1)}; \quad [^{\circ}C]$$

$$12.25) \quad P_{SPWPE} = P_{VES(i+1)} + P_{MAN}; \quad [ata]$$

$$12.26) \quad E_{SPWPE} = WI (P_{SPWPE}, T_{SPWPE}); \quad [kcal/kg]$$

Der Austrittsdruck des Speisewassers aus der Pumpe ist bestimmt durch den Eintrittsdruck in den Verdampfer und den Druckabfall des Speisewassers in den HD-Vorwärmern

$$12.27) \quad P_{SPWPA} = P_{SPWVD} + \Delta P_{VS} \cdot (N-M); \quad [ata]$$

Die Enthalpieerhöhung, die das Speisewasser durch die Förderleistung der Speisewasserpumpe erfährt, kann jetzt ermittelt werden.

$$12.28) \quad \Delta E_{SPWP} = \frac{860 \cdot 10^4 \cdot WV (P_{SPWPE}, T_{SPWPE}) \cdot (P_{SPWPA} - P_{SPWPE})}{102 \cdot 3600 \cdot \eta_{ISP}}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

Aus der Speisewasser-Enthalpieerhöhung durch die Speisepumpe und der Eintrittsenthalpie am Speisepumpeneintritt, kann man unmittelbar die Austrittsenthalpie und daraus die zugeordnete Temperatur ermitteln

$$12.29) \quad E_{SPWPA} = E_{SPWPE} + \Delta E_{SPWP}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$12.30) \quad T_{SPWPA} = WTPE (P_{SPWPA}, E_{SPWPA}); \quad [^{\circ}\text{C}]$$

c) Bestimmung der Zustandsgrößen der Hochdruck-Vorwärmer:

Auf die gleiche Art wie bei den ND-Vorwärmern berechnet man jetzt mit den Beziehungen 12.02) - 12.23) die Speisewasser- und Anzapfdampfzustandsgrößen der HD-Vorwärmer. Es muss nur darauf geachtet werden, dass den Eintrittszustandswerten des ersten HD-Vorwärmers die Zustandsgrößen am Ausgang der Speisepumpe zugeordnet werden.

Nach (N-M)-Rechenschritten liegen also auch sämtliche Zustandsgrößen der HD-Vorwärmstrecke vor. - Man kennt damit ebenfalls die Zustandsgrößen am Austritt des N-ten Vorwärmers nach der Zumischung des Heizkondensats in den Speisewasserstrang.

Setzt man nun die Speisewasser- und Anzapfdampfzustandsgrößen der gesamten Vorwärmstrecke in die Funktion MEDUSA ein, so liefert diese als Ergebnis die Speisewasserdurchsatzmengen $D_{VES(i)}$ und die zugeordneten Anzapfdampfmengen $D_{AN(i)}$ aller Vorwärmer. - Durch die Berechnung dieser Mengen $D_{VES(i)}$ und $D_{AN(i)}$ über die Funktion MEDUSA werden die vorher angenommenen Größen für $D_{VES(i)}$ und $D_{AN(i)}$ durch verbesserte Werte ersetzt.

Nun wird überprüft, ob der Absolutbetrag des relativen Fehlers zwischen der errechneten Austrittstemperatur des Speisewassers aus dem N-ten Vorwärmer und der als hier bekannt vorausgesetzten Speisewasser-Eintrittstemperatur in den Verdampfer kleiner oder gleich wie die beliebig vorgegebene Fehler-schranke ρ_{10} ist.

$$12.31) \quad \left| \frac{T_{VES(N+1)} - T_{SPWVD}}{T_{SPWVD}} \right| \leq \rho_{10};$$

Ist diese Gleichung erfüllt, so kann der Iterationsprozess abgebrochen werden. Die Speisewasser- und Anzapfdampf-Zustandsgrößen und die Durchsatzmengen der Vorwärmstrecke wurden im Rahmen der vorgegebenen Fehlerschranke mit ausreichender Genauigkeit ermittelt. Im anderen Fall, wenn der Beziehung 12.31) noch nicht entsprochen wurde, berechnet man die Teilaufheizspanne ΔT_{VS} erneut, jetzt aber unter Einbeziehung der Temperaturerhöhung des Speisewassers in der Speisewasserpumpe.

$$12.32) \quad \Delta T_{VS} = \frac{T_{SPWVD} - T_{VES(1)} - T_{SPWPA} + T_{SPWPE}}{N}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Sodann wird der Iterationsablauf bei Gleichung 12.06) wieder aufgenommen, und so lange fortgesetzt, bis Konvergenz eintritt.

13. Berechnung der Zustandsgrößen an den Anzapfstellen der Teilexpansionslinien der Leistungsturbine:

In diesem Abschnitt wird ein Verfahren behandelt, mit welchem es möglich ist, die Anzapfpunkte im Nassdampfgebiet unmittelbar in expliziter Form und auch im Heissdampfgebiet mit Hilfe eines schnell konvergierenden Iterationsverfahrens zu bestimmen.

Ausgehend von der Eintrittstemperatur T_1 und der Austrittstemperatur T_2 des Speisewassers aus einem Vorwärmer, sowie dessen Ausnutzungsgrad ϵ_{VS} berechnet man zunächst die Kondensations-Temperatur T_0 des Heizkondensates. - Da das Heizkondensat den Vorwärmer im Sättigungszustand verlässt, liegt mit der ermittelten Austrittstemperatur T_0 auch der zugehörige Sättigungsdruck fest.

$$13.00) \quad T_0 = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{\epsilon_{VS}}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Da stets: $T_1 < T_2$; und $\epsilon_{VS} < 1$; ist, folgt weiter: $T_2 < T_0$; Damit ist sichergestellt, dass in jedem Falle diese Anzapfdampfmenen Wärme an das Speisewasser übertragen können.

$$13.01) \quad P_0 = PS (T_0); \quad [\text{ata}]$$

Unter Berücksichtigung eines entsprechenden prozentualen Druckverlustes $\Delta P_{LVL T}$ in der Anzapfdampfleitung erhält man den Anzapfdruck.

$$13.02) \quad P_{00} = P_0 \cdot \left(1 + \frac{\Delta P_{LVL T}}{100}\right); \quad [\text{ata}]$$

Nun bestimmt man am Schnittpunkt der Isobaren (P_{00} [ata]) mit der Sattedampfkurve die Sättigungstemperatur und die zugehörige Enthalpie.

$$13.03) \quad T_{00} = TS (P_{00}); \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$13.04) \quad E_{00} = \text{HDI} (P_{00}, T_{00}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Diese beiden thermodynamischen Zustandsgrößen werden, falls die Anzapfung auf der Turbinen-Expansionslinie im Heissdampfgebiet zu suchen ist, als erste Näherung in den Iterationsprozess zur Bestimmung der Anzapfdampf-Zustandsgrößen eingesetzt.

Ist nun:

$$13.05) \quad \text{sign} (T_{00} - T_{\text{SEX}}) = \begin{cases} < 0 \\ = 0 \\ > 0 \end{cases}$$

so bedeutet dies:

- a) Im Falle: < 0 ; Die Anzapfung liegt im Nassdampfgebiet.
- b) Im Falle: $= 0$; Die Anzapfung befindet sich genau am Schnittpunkt der Expansionslinie mit der Sättigungskurve und die Zustandsgrößen am Anzapfpunkt sind gegeben durch:

$$13.06) \quad P_{\text{LTANO}} = P_{00}; \quad [\text{ata}]$$

$$13.07) \quad T_{\text{LTANO}} = T_{00}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$13.08) \quad E_{\text{LTANO}} = E_{00}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$13.09) \quad X_{\text{DAO}} : = 1; \quad [\text{kg/kg}]$$

- c) Im Falle: > 0 ; Die Anzapfung liegt im Heissdampfgebiet.

a) Berechnung der Anzapfstellen im Nassdampfgebiet:

Im Nassdampfgebiet verläuft die Zustandsänderung der Anzapfdampfmenge zwischen der Anzapfstelle der Leistungsturbine und dem Austritt des Heizkondensates aus dem Vorwärmer etwa isotherm. Zur Bestimmung der Zustandsgrößen des Anzapfdampfes an einer Anzapfstelle im Nassdampfgebiet, berechnet man zunächst die Zustandsgrößen an den Schnittpunkten der Anzapfdampfisotherme mit der Sättigungslinie auf der Wasser- und auf der Dampfseite (siehe Fig. 16).

$$13.10) \quad S_W = WS(P_{00}, T_{00}); \quad [\text{kcal/kg}^\circ\text{K}]$$

$$13.11) \quad E_W = WI(P_{00}, T_{00}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$13.12) \quad S_{HD} = HDS(P_{00}, T_{00}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

$$13.13) \quad E_{HD} = HDI(P_{00}, T_{00}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Benutzt man jetzt noch die bereits in Abschnitt 8. berechnete Entropie S_A und Enthalpie E_A am Ende der ND-Expansionslinie, so kann man die Dampfeuchte und die Enthalpie am Schnittpunkt der zu S_A gehörenden Isentropen mit der Anzapfdampfisothermen ermitteln.

$$13.14) \quad X_{DAFAD} = \frac{S_A - S_W}{S_{HD} - S_W}; \quad [\text{kg/kg}]$$

$$13.15) \quad E_{AAD} = E_W + X_{DAFAD} (E_{HD} - E_W); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Das Enthalpiegefälle zwischen der Anzapfstelle und dem Ende der ND-Expansionslinie ist nun leicht zu berechnen.

$$13.16) \quad \Delta E = (E_{AAD} - E_A) \cdot \eta_{ND}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

Addiert man nun das soeben ermittelte Enthalpiegefälle zur Enthalpie am Ende der ND-Expansionslinie, so erhält man die Enthalpie des Anzapfdampfes an der Anzapfstelle der Leistungsturbine

$$13.17) \quad E_{LTANO} = E_A + \Delta E; \quad [\text{kcal/kg}]$$

Die Dampfeuchte des Anzapfdampfes ist gegeben durch:

$$13.18) \quad X_{DAO} = \frac{E_{LTANO} - E_W}{E_{HD} - E_W}; \quad [\text{kg/kg}]$$

Aus programmtechnischen Gründen werden noch Anzapfdruck und -Temperatur umbenannt:

$$13.19) \quad P_{LTANO} = P_{OO}; \quad [\text{ata}]$$

$$13.20) \quad T_{LTANO} = T_{OO}; \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Unter Berücksichtigung eines entsprechenden Wärmeverlustes in den Anzapfdampfleitungen erhält man die Eintrittsenthalpie des Anzapfdampfes in den Vorwärmer.

$$13.21) \quad E_O = E_{LTANO} - \Delta W_{LVLT}; \quad [\text{kcal/kg}]$$

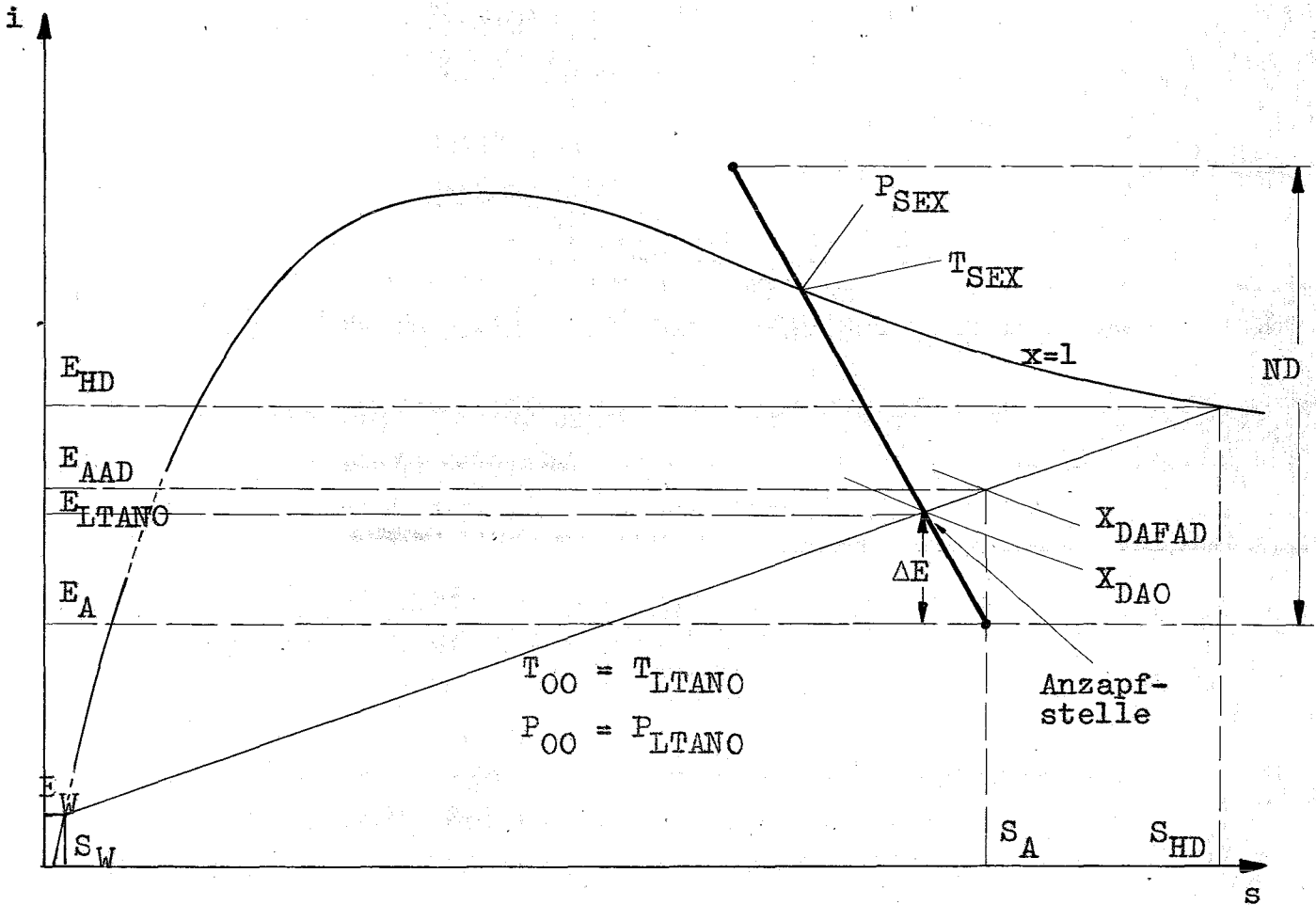


Fig. 16: Schematische Darstellung zur Berechnung der Anzapfstellen im Nassdampfgebiet

b) Berechnung der Anzapfstellen im Heissdampfgebiet:

Wie bereits erwähnt, lassen sich die Zustandsgrößen der Anzapfdampfmen gen an den Anzapfstellen im Heissdampfgebiet nicht mehr in expliziter Form ermitteln. Da im Heissdampfgebiet die Isothermen nicht mit den Isobaren zusammenfallen, muss die Temperatur am Schnittpunkt der Isobaren des Anzapfdruckes mit der jeweilig in Frage kommenden Teilexpansionslinie auf iterativem Rechenwege bestimmt werden.

Zunächst grenzt man die für die Anzapfung vorgesehene Teilexpansionslinie durch nachfolgendes Kriterium näher ab:

Ist

$$13.22) \quad \text{sign} (T_{00} - T_{LTNDE}) = \begin{cases} \leq 0 \\ > 0 \end{cases};$$

so sind folgende Unterscheidungsfälle zu beachten:

- a) Im Fall: ≤ 0 : Die Anzapfung erfolgt auf der ND-Teilexpansionslinie im Heissdampfgebiet.
- b) Im Fall: > 0 : Die Anzapfstelle liegt auf der MD-Teilexpansionslinie im Heissdampfgebiet.

Nun berechnet man, je nachdem ob Fall a) oder b) vorliegt, das Steigungsverhältnis der entsprechenden Teilexpansionslinie.

$$13.23) \quad A = \frac{S_{1X} - S_{0X}}{E_{1X} - E_{0X}};$$

Dieses Steigungsverhältnis setzt man in die 2-Punkte-Form der Geradengleichung ein, mit welcher der Teilexpansionslinienverlauf beschrieben wird.

(Siehe auch Abschnitt 8. und Abschnitt 9.)

$$13.24) \quad S_{00} = S_{1X} - A \cdot (E_{1X} - E_{00}) \quad [\text{kcal/kg } ^\circ\text{K}]$$

Der Teilexpansionslinienverlauf wird also durch eine Funktion der Form $S_{00} = f(E_{00})$ dargestellt, in welcher die Temperatur nicht explizit auftritt.

Die Iteration zur Berechnung der Temperatur an der Anzapfstelle wird eingeleitet mit der Bestimmung

der Enthalpie am Schnittpunkt der Isothermen T_{00} mit der Isobaren P_{00} (siehe Fig. 17). - Beim ersten Iterationsschritt liegt dieser Schnittpunkt auf der Sättigungskurve.

$$13.25) \quad E_{00} = \text{HDI} (P_{00}, T_{00}); \quad [\text{kcal/kg}]$$

Substituiert man E_{00} in die Geradengleichung, so liefert diese als Funktionswert die Entropie S_{00} am Schnittpunkt der Teilexpansionslinie mit der Isenthalpen E_{00}

$$13.26) \quad S_{00} = S_{1X} - A \cdot (E_{1X} - E_{00}); \quad [\text{kcal/kg } ^\circ\text{K}]$$

Ermittelt man jetzt die Temperatur, die sich am Schnittpunkt der Isentropen S_{00} mit der Isobaren P_{00} einstellt, so erhält man für die gesuchte Temperatur an der Anzapfstelle einen verbesserten Wert.

$$13.27) \quad T_{01} = \text{HDS} (P_{00}, S_{00}); \quad [^\circ\text{C}]$$

Nun wird die inzwischen erreichte Genauigkeit der Iteration ermittelt.

$$13.28) \quad \left| \frac{T_{00}}{T_{01}} - 1 \right| \leq \rho;$$

Ist der Konvergenzradius dieser Iteration noch nicht erreicht, so wird der Temperatur T_{00} der inzwischen verbesserte Wert von T_{01} zugeordnet

$$13.29) \quad T_{00} := T_{01}; \quad [^\circ\text{C}]$$

und das Rechenverfahren ab Gleichung 13.25) erneut wieder aufgenommen, bis Konvergenz eintritt.

Hat das Verfahren die geforderte Genauigkeit, die durch die Fehlerschranke ρ gegeben ist, erreicht, so wird der Iterationsprozess abgebrochen. Die gesuchte Temperatur an der Anzapfstelle und alle weiteren Zustandsgrößen sind somit bekannt. Aus rechen-technischem Grund werden die Zustandsgrößen an der Anzapfstelle umbenannt.

$$13.30) \quad P_{LTANO} = P_{00}; \quad [ata]$$

$$13.31) \quad T_{LTANO} = T_{00}; \quad [^{\circ}C]$$

$$13.32) \quad E_{LTANO} = E_{00}; \quad [kcal/kg]$$

$$13.33) \quad X_{DAO} : = 1; \quad [kg/kg]$$

Unter Beachtung von Druck- und Wärmeverlusten in den Anzapfdampfleitungen können die Anzapfdampf-Zustandsgrößen an den Vorwärmern ermittelt werden.

$$13.34) \quad P_0 = P_{LTANO} \cdot \left(1 - \frac{\Delta P_{LVLT}}{100}\right); \quad [ata]$$

$$13.35) \quad E_0 = E_{LTANO} - \Delta W_{LVLT}; \quad [kcal/kg]$$

$$13.36) \quad T_0 = TPE(P_0, E_0); \quad [^{\circ}C]$$

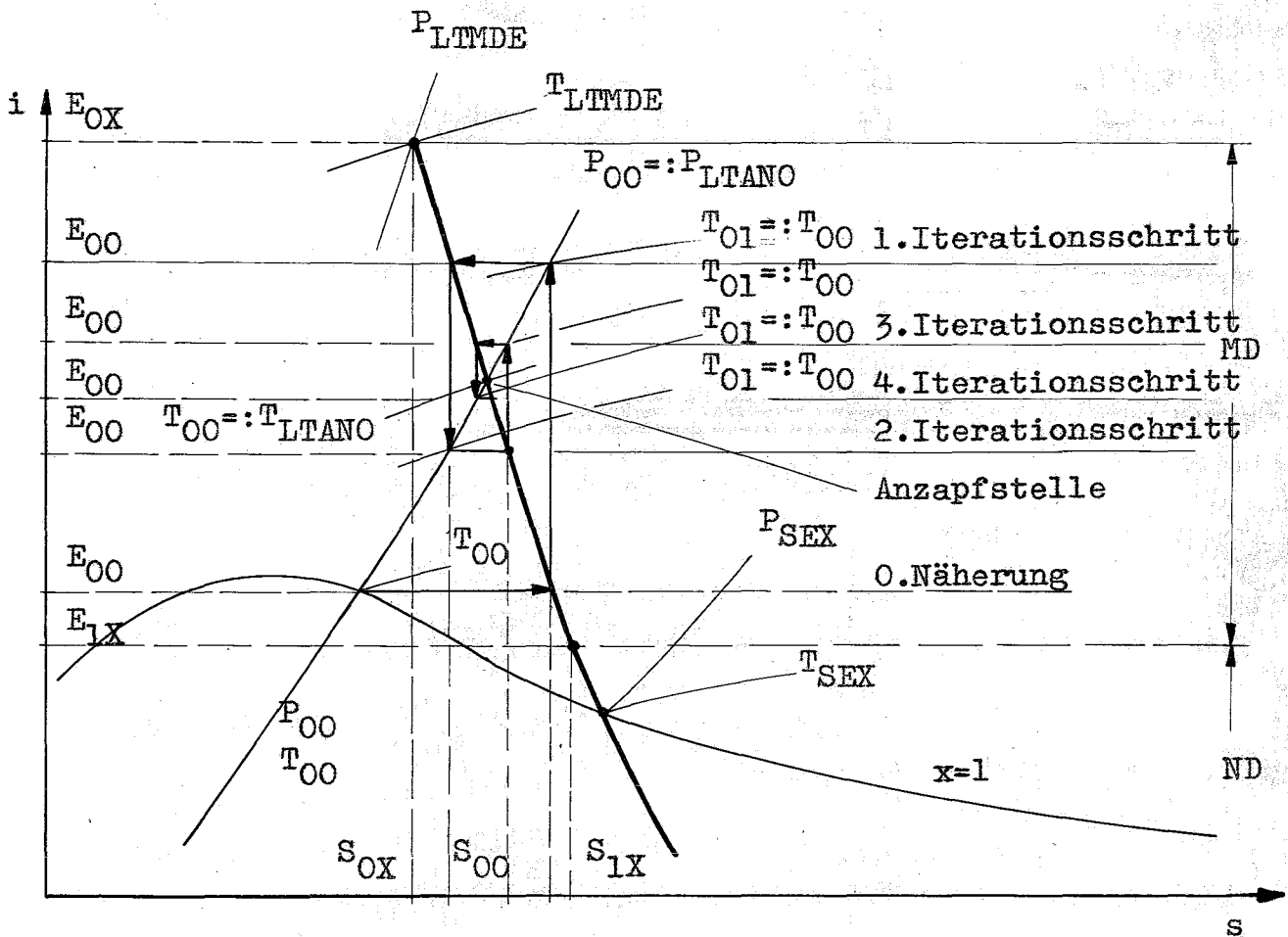


Fig. 17: Schematische Darstellung zur Berechnung der Anzapfstellen im Heissdampfgebiet

14. Berechnung der Durchsatzmengen:

a) Durchsatzmengen der Vorwärmstrecke:

Bei der Berechnung der Speisewasser- und Anzapfdampfmen- gen der Vorwärmstrecke geht man von der bereits früher bestimmten Speisewasser-Gesamtmenge D_{SPWVD} beim Eintritt in den Verdampfer aus. - Diese Speisewasser-Gesamtmenge ist gleich der

Menge an Speisewasser, die nach der Einspeisung des Heizkondensates aller Vorwärmer die Vorwärmstrecke verlässt.

$$14.00) \quad D_{VAS(n)} = D_{SPWVD}; \quad [\text{kg/h}]$$

Stellt man für einen Vorwärmer die Kontinuitätsgleichung

$$(1) \quad D_{VAS} = D_{VES} + D_{AN}; \quad [\text{kg/h}]$$

und eine Beziehung für die ausgetauschten Wärmemengen

$$(2) \quad D_{VAS} \cdot E_{VAS} = D_{VES} \cdot E_{VES} + D_{AN} \cdot E_{VEP}; \quad [\text{kcal/h}]$$

auf, so erhält man eine Relation für die gesuchte Anzapfdampfmenge.

$$(3) \quad D_{AN} = D_{VAS} \cdot \frac{E_{VAS} - E_{VES}}{E_{VEP} - E_{VES}}; \quad [\text{kg/h}]$$

Den Einflüssen gewisser unvermeidbarer Wärmeverluste in den Vorwärmern wird durch einen prozentualen Verlustfaktor V_F [%] Rechnung getragen. Mit Hilfe des Verlustfaktors wird die Anzapfmenge korrigiert:

$$14.01) \quad D_{AN(i)} = \left(1 + \frac{V_F}{100}\right) \cdot D_{VAS(i)} \cdot \frac{E_{VAS(i)} - E_{VES(i)}}{E_{VEP(i)} - E_{VES(i)}}; \quad [\text{kg/h}]$$

Aus der Speisewasser-Austrittsmenge und der Anzapfdampfmenge bestimmt man die Speisewasser-Eintrittsmenge in einen Vorwärmer.

$$14.02) \quad D_{VES(i)} = D_{VAS(i)} - D_{AN(i)}; \quad [\text{kg/h}]$$

Diese Eintrittsmenge in den i-ten Vorwärmer ist zugleich die Speisewasseraustrittsmenge des (i-1)-ten Vorwärmers.

$$14.03) \quad D_{VAS(i-1)} = D_{VES(i)}; \quad [\text{kg/h}]$$

Werden die Gleichungen 14.01) - 14.03) zyklisch für alle i mit $i=N, \dots, 0$; durchlaufen, so sind nach $N+1$ Berechnungsschritten die gesuchten Speisewasser- und Anzapfdampfmengen der Vorwärmstrecke bekannt.

b) Durchsatzmenge der Speisewasserpumpe:

Bei der Berechnung der Speisewasser- und Anzapfdampfmengen erhält man die Speisepumpen-Durchsatzmenge unmittelbar aus der Speisewasseraustrittsmenge des m-ten Vorwärmers.

$$14.04) \quad D_{SPWP} = D_{VAS(m)}; \quad [\text{kg/h}]$$

c) Durchsatzmengen der Leistungsturbine:

a) Dampfeintrittsmenge in den MD-Teil:

$$14.05) \quad D_{LTM} = D_{LTE} + D_{GT} \cdot |GTIPK-1|; \quad [\text{kg/h}]$$

b) Abdampfmenge aus dem ND-Teil:

$$14.06) \quad D_{LTA} = D_{LTE} - \sum_{i=1}^N D_{AN(i)} + D_{GT} \cdot |GTIPK-1|; \quad [\text{kg/h}]$$

d) Durchsatzmengen des Kondensators:

Kondensatmenge:

Die Kondensatmenge die den Kondensator primärseitig durchströmt, ergibt sich unmittelbar aus der Abdampfmenge des ND-Teils der Leistungsturbine.

$$14.07) \quad D_{KEP} = D_{LTA} \left(|\text{SIGN22}-1| + \frac{91.8}{100} \cdot \text{SIGN22} \right) \text{ [kg/h]}$$

Bei einer als Beispiel angenommenen 6-stufigen Entwässerung des ND-Teiles der Leistungsturbine werden etwa 8,2 % der Durchsatzmenge in Form von Wasser aus der Turbine ausgeschieden und nach dem Kondensator wieder in den Kreislauf eingespeist. - Diese Mengenabnahme am Kondensator wird mit Hilfe des Faktors, der bei D_{LTA} steht, berücksichtigt. - SIGN22 ist eine Steuergrösse, deren Wert Eins wird (SIGN22:=1) wenn die zulässige Endfeuchte am ND-Teil der Leistungsturbine überschritten wurde.

Kühlwassermenge:

In Abschnitt 10. Teil c) wurde für das Verhältnis von Kühlwassermenge zu Kondensatmenge folgende Beziehung aufgestellt:

$$(1) \quad D_{KES} : D_{KEP} = \gamma : 1$$

Der Grösse γ wurde der Zahlenwert 50 als Erfahrungswert zugeordnet. Durch Umformung der Beziehung (1) erhält man also die benötigte Kühlwassermenge in Abhängigkeit der im Kondensator anfallenden Kondensatmenge.

$$14.08) \quad D_{KES} = D_{KEP} \cdot \gamma; \quad \text{[kg/h]}$$

15. Berechnung der diskreten Leistungen:

a) Leistungsturbine:

$$\begin{aligned}
 15.00) \quad Q_{LT} &= \frac{\eta_{MLT}}{860 \cdot 10^3} \cdot \\
 &\cdot \left\{ (E_{LTHDE} - E_{LTHDA}) \cdot D_{LTE} \right. \\
 &+ (E_{LTMDE} - E_{LTMDA}) \cdot D + E_{LTMDA} \cdot D1 - D2 \\
 &+ ((E_{LTNDE} - E_{LTNDA}) \cdot D - E_{LTNDE} \cdot D1 - D3 \\
 &\left. + E_{LTNDA} \cdot D4) \cdot X_C \right\}; \quad [MW]
 \end{aligned}$$

Mit:

$$\begin{aligned}
 (1) \quad D1 &= \sum D_{AN(i)}; \quad \forall E_{LTAN(i)} > E_{LTNDE}; \quad i \in N; \\
 (2) \quad D2 &= \sum D_{AN(i)} \cdot E_{LTAN(i)}; \quad \forall E_{LTAN(i)} > E_{LTNDE}; \quad i \in N; \\
 (3) \quad D3 &= \sum D_{AN(i)} \cdot E_{LTAN(i)}; \quad \forall E_{LTAN(i)} \leq E_{LTNDE}; \quad i \in N; \\
 (4) \quad D4 &= \sum D_{AN(i)}; \\
 (5) \quad D &= D_{LTE} + D_{GT} \cdot |GTIPK - 1|;
 \end{aligned}$$

Der multiplikative Faktor

$$(6) \quad X_C = (|SIGN 22-1| + (1 + \frac{X_F}{100}) \cdot SIGN 22)$$

gilt nur wenn folgende Beziehung erfüllt ist:

$$(E_{LTAN(i)} - E_{LTNDE}) \leq 0$$

X_F ist ein Faktor zur Korrektur der Fallhöhe und Durchsatzmenge im ND-Teil der Leistungsturbine und hängt im Wesentlichen von der Anzahl der Entwässerungsstufen und den Drücken am Turbinenteil ab.

Bei einer 7-stufigen Entwässerung, einem Trenndruck zwischen MD- und ND-Teil von 3,0 at und einem Kondensatordruck von 0,04 at hat X_F den Wert 42,9 [%].

SIGN 22 ist eine Steuergrösse, die in Abschnitt 8.c) definiert gesetzt wird, und die darüber Auskunft gibt, ob die vorgegebene Grenzdampfdrucke X_{LIMIT} überschritten wurde.

b) Kondensator:

$$15.01) \quad Q_K = \frac{1}{860 \cdot 10^3} \cdot D_{KEP} \cdot (E_{KEP} - E_{KAP}); \quad [MW]$$

c) Kühlwasserpumpe:

$$15.02) \quad Q_{KWP} = \frac{D_{KEP} \cdot 50 \cdot WV(P_{KES}, T_{KES}) \cdot 3}{10,2 \cdot 3600 \cdot \eta_{MKP} \cdot \eta_{iKP}}; \quad [MW]$$

Als Förderhöhe der Kühlwasserpumpe wurden 3 at angenommen.

d) Kondensatpumpe:

$$15.03) \quad Q_{KP} = \frac{D_{KEP} \cdot WV(P_{KPA}, T_{KPA}) \cdot (P_{KPA} - P_{KPE})}{10,2 \cdot 3600 \cdot \eta_{MKP} \cdot \eta_{iKP}}; \quad [MW]$$

e) Speisewasserpumpe:

$$15.04) \quad Q_{SPWP} = \frac{1}{\eta_{MSP} \cdot 860 \cdot 10^3} \cdot (E_{SPWPA} - E_{SPWPE}) \cdot D_{SPWP}; \quad [MW]$$

f) Kondensatumwälzpumpen der Vorwärmer:

$$15.05) \quad Q_{VKUMP} = \sum_{i=1}^N \frac{D_{AN(i)} \cdot WV(P_{VEP(i)}, T_{VEP(i)}) \cdot (P_{VAS(i)} - P_{VEP(i)})}{10,2 \cdot 3600 \cdot \eta_{MVP} \cdot \eta_{iVP}};$$

[MW]

g) Generator-Leistung:

$$15.06) \quad Q_{\text{GEN}} = Q_{\text{LT}} \cdot \eta_{\text{GEN}}; \quad [\text{MW}]$$

h) Eigenbedarf:

Die Gesamt-Eigenbedarfsleistung setzt sich aus den Pumpenleistungsleistungen und dem Eigenbedarf zur Versorgung verschiedener Hilfseinrichtungen zusammen.

$$15.07) \quad Q_{\text{EIGEN}} = Q_{\text{KWP}} + Q_{\text{KP}} + Q_{\text{VKUMP}} + Q_{\text{SPWP}} + Q_{\text{EIGEN}}; \quad [\text{MW}]$$

Mit Hilfe der Generatorleistung und der thermischen Reaktorleistung lässt sich der Wirkungsgrad des Gesamtprozesses der sog. Prozesswirkungsgrad berechnen.

$$15.08) \quad \eta_{\text{PR}} = \frac{Q_{\text{GEN}}}{Q_{\text{THR}}};$$

Die Differenz zwischen der erzeugten Leistung des Generators und der Gesamt-Eigenbedarfsleistung liefert einen nun verbesserten Wert für die elektrische Netto-Leistung des Kernkraftwerkes.

$$15.09) \quad Q_{\text{ELO}} = Q_{\text{GEN}} - Q_{\text{EIGEN}}; \quad [\text{MW}]$$

Um eine Aussage über die Energieausnutzung der Gesamtanlage machen zu können, berechnet man den sog. Nettowirkungsgrad. Dieser Nettowirkungsgrad wird definiert als das Verhältnis der erzeugten elektrischen Netto-Leistung zur thermischen Reaktor-Leistung, die im Reaktor erzeugt wurde.

$$15.10) \quad \eta_N = \frac{Q_{ELO}}{Q_{THR}};$$

Nun überprüft man die Genauigkeit zwischen der als Eingabeparameter vorgegebenen elektrischen Leistung und der mit der Beziehung 15.09) berechneten elektrischen Leistung.

$$15.11) \quad \left| \frac{Q_{ELO} - Q_{EL}}{Q_{EL}} \right| \leq \rho_{12};$$

Ist der relative Fehler zwischen der errechneten und der vorgegebenen elektrischen Netto-Leistung kleiner oder gleich wie die beliebig gewählte Fehlerschranke ρ_{12} so kann der Iterationsprozess, der sich über die gesamten Berechnungsformeln des Dampfkühlungskreisprozesses erstreckt, abgebrochen werden. Alle gesuchten Zustandsgrößen, Durchsatzmengen und Leistungen wurden im Rahmen der geforderten Genauigkeit berechnet und sind damit bekannt.

Ist dagegen die Beziehung 15.11) noch nicht erfüllt, so wird dem für die Rechnung verwendeten Wert für den Nettowirkungsgrad η_{No} die inzwischen verbesserte Grösse des Nettowirkungsgrades zugewiesen.

$$15.12) \quad \eta_{No} := \eta_N;$$

und der Iterationsprozess wird ab Gleichung 1.00) erneut wieder aufgenommen und so lange fortgesetzt, bis Konvergenz eintritt.

V. Beschreibung des organisatorischen Aufbaues der Rechenprogramme

1. Prinzipielle Programmstruktur

Das vorliegende Programm ist, um die Programmierung und den Rechenablauf übersichtlich zu gestalten, nach dem "Baukastenprinzip" aufgebaut (siehe Blockdiagramm Fig. 18).

Dieses Aufbauschema garantiert eine grösstmögliche Flexibilität bezüglich verschiedener Schaltungen und Erweiterungsmöglichkeiten späterer Ausbaustufen. Der Programmaufbau erlaubt auch eine relativ einfache Verkoppelung mit anderen, geeigneten Programmen, zum Beispiel mit einem thermodynamischen und strukturellen Core-Berechnungsprogramm.

Diese prinzipielle Strukturierung zerlegt das gesamte Rechenprogramm in drei Programmgruppen. Das Hauptprogramm, die Gruppe der Berechnungsprogramme zur Ermittlung der thermodynamischen Zusammenhänge der in den Schaltsystemen verwendeten technischen Bauteile und die Gruppe von Unterprogrammen zur Bestimmung der thermodynamischen Zustandsgrössen des Arbeitsmediums.

Das Hauptprogramm steuert und organisiert in Zusammenarbeit mit den Teilsteuerprogrammen den gesamten Programmablauf, d.h. es simuliert die von dem Benutzer gewählte Schaltungsgeometrie eines thermodynamischen Kreisprozesses.

Jedes der in der Kreisprozess-Schaltung vorkommenden technischen Bauelemente, oder, wenn es sich um Baugruppen

mit gleichen Funktionen handelt, wird durch jeweils ein Unterprogramm dargestellt. Beim Aufruf eines solchen Unterprogrammes werden durch dieses sämtliche, an dieser Stelle der Schaltung benötigten Zustandsgrößen und Steuersignale ermittelt und dem Hauptprogramm zur Weiterverarbeitung angeboten.

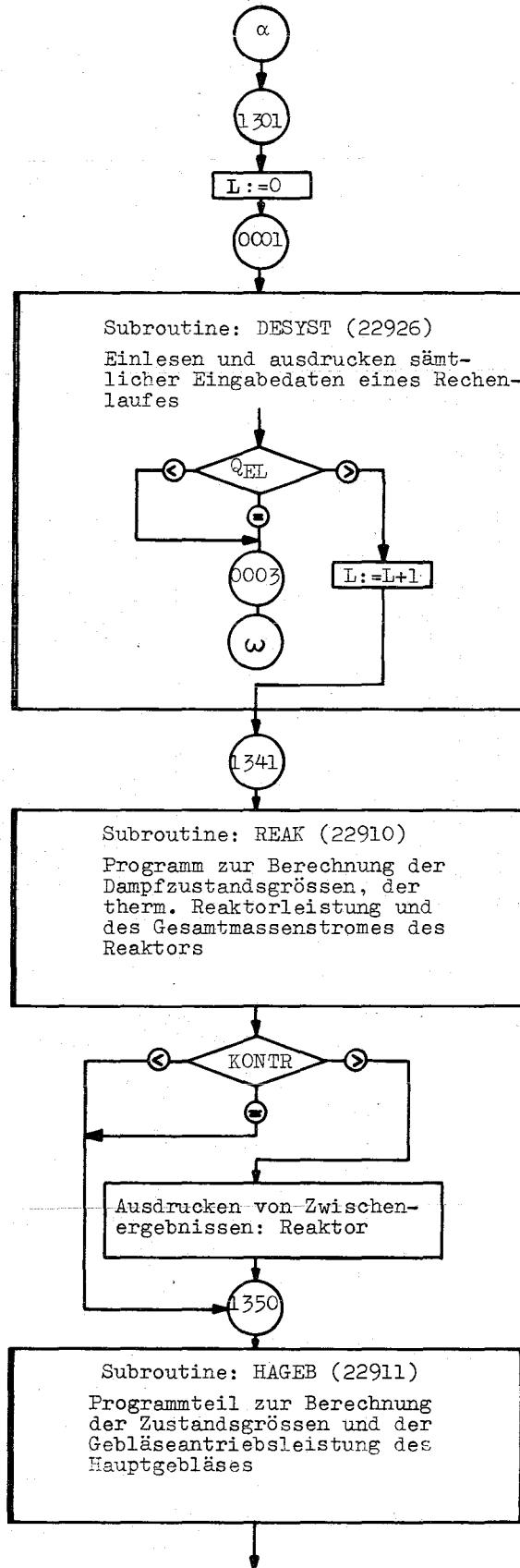
Bemerkung:

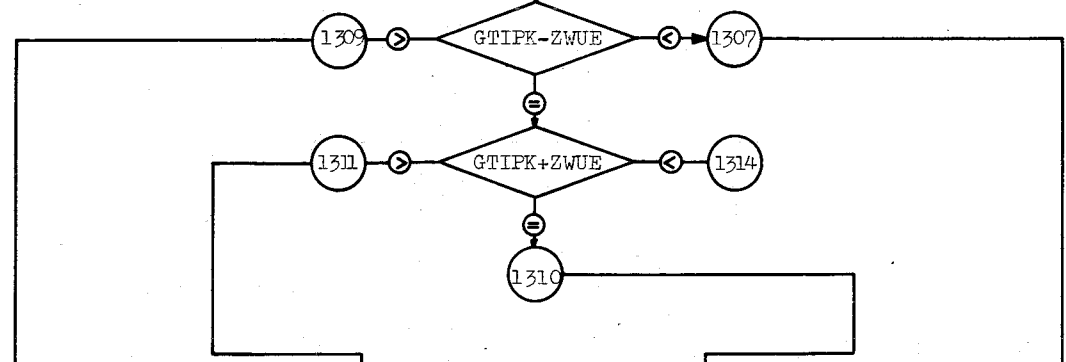
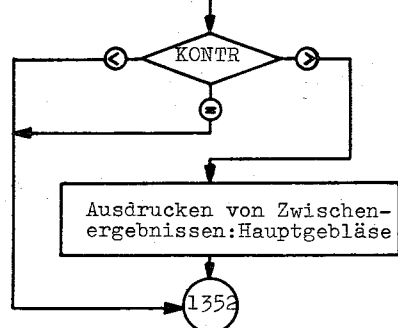
Der Austausch von Unterprogrammen ist nur dann ohne wesentliche Änderung der Struktur des Gesamtprogrammes möglich, wenn die Argumentlisten und die indizierten Variablen der ausgetauschten Unterprogramme mit dem Vereinbarungsteil der globalen Parameter des Hauptprogrammes identisch sind.

Der Name eines solchen ausgewechselten Unterprogrammes muss mit dem Namensaufruf im Hauptprogramm übereinstimmen.

Fig. 18: BLOCKDIAGRAMM DES PROGRAMMES

THEDYBER





Subroutine: PHASE 1
(22912)

(GTIPK=1; ZWUE=0)
Programm zur Berechnung der Zustandsgrößen des Verdampfers, und Bestimmung der Teilmassenströme bei Turbinen-Reihenschaltung ohne Zwischenüberhitzung

Subroutine: HGTURB
(22924)
Berechnung der Zustandsgrößen der Hauptgebläseturbine (Reihenschaltung)

Subroutine: PHASE 2
(22913)

(GTIPK=1; ZWUE=1)
Programm zur Berechnung der Zustandsgrößen des Verdampfers, des Zwischenüberhitzers und iterative Bestimmung der Teilmassenströme bei Turbinen-Reihenschaltung mit Zwischenüberhitzung

Subroutine: HGTURB
(22924)
Berechnung der Zustandsgrößen der Hauptgebläseturbine (Reihenschaltung)

Subroutine: PHASE 3
(22914)

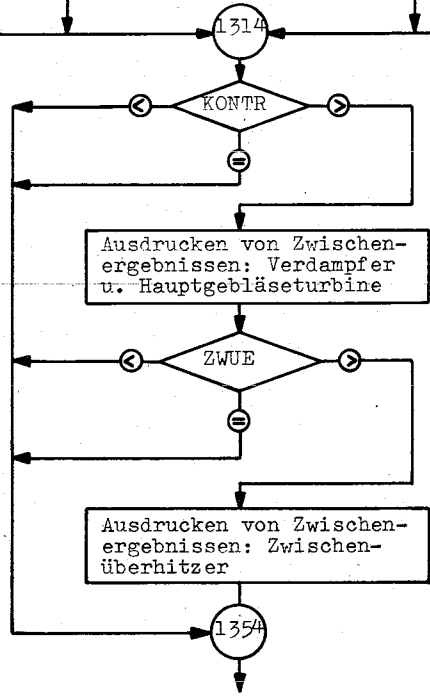
(GTIPK=0; ZWUE=0)
Programm zur Berechnung der Zustandsgrößen des Verdampfers und Bestimmung der Teilmassenströme bei Turbinen-Parallelschaltung ohne Zwischenüberhitzung

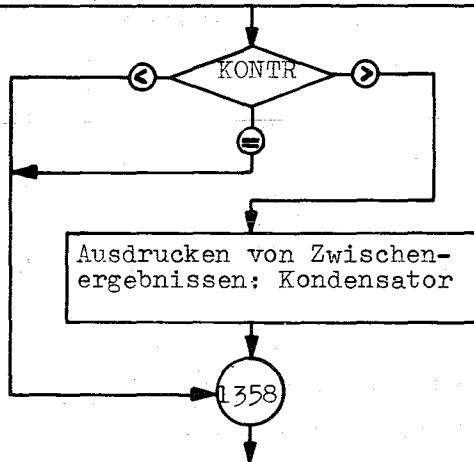
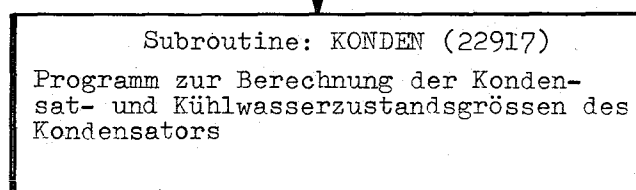
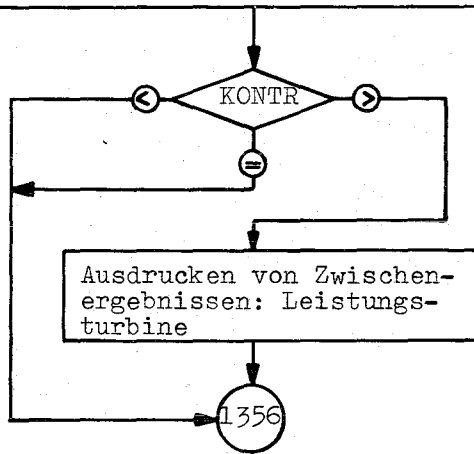
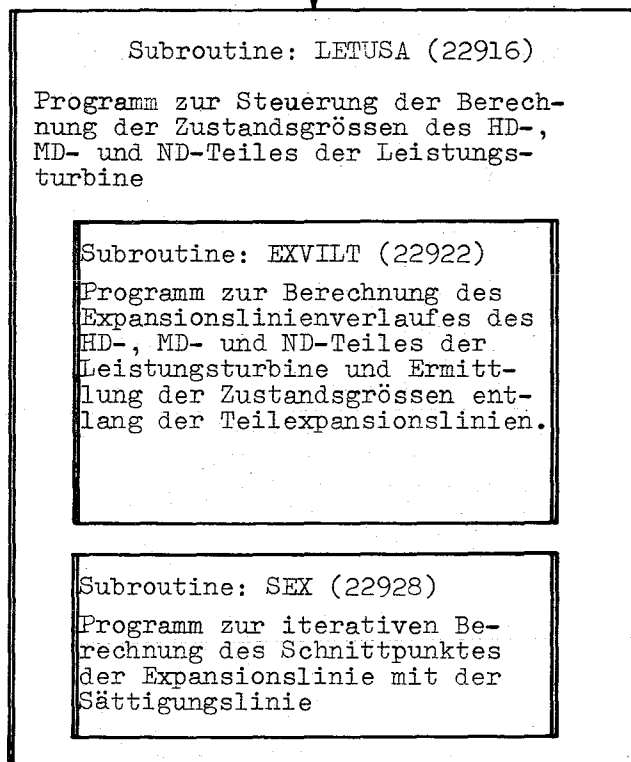
Subroutine: HGTURB
(22924)
Berechnung der Zustandsgrößen der Hauptgebläseturbine (Parallelschaltung)

Subroutine: PHASE 4
(22915)

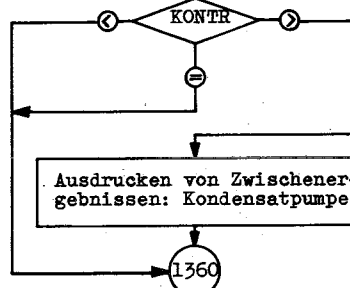
(GTIPK=0; ZWUE=1)
Programm zur Berechnung der Zustandsgrößen des Verdampfers, des Zwischenüberhitzers und iterative Bestimmung der Teilmassenströme bei Turbinen-Parallelschaltung mit Zwischenüberhitzung

Subroutine: HGTURB
(22924)
Berechnung der Zustandsgrößen der Hauptgebläseturbine (Parallelschaltung)

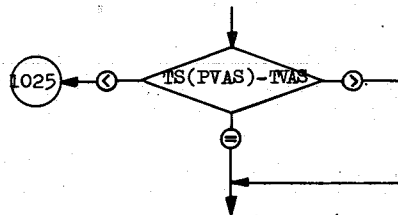




Subroutine: KOPUMP (22918)
Programm zur Berechnung der Zustandsgrößen des Kondensates am Ein- und Austritt der Kondensatpumpe

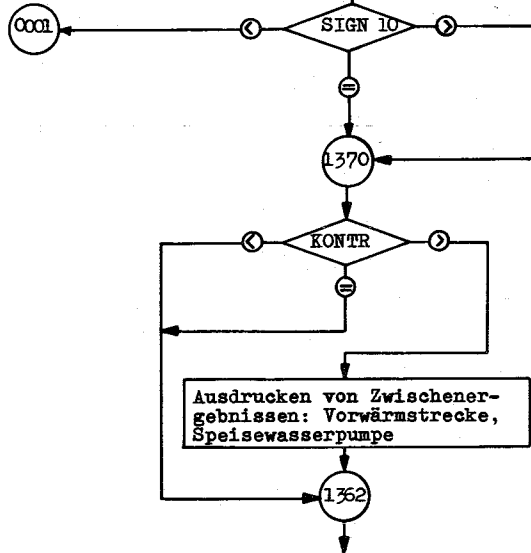
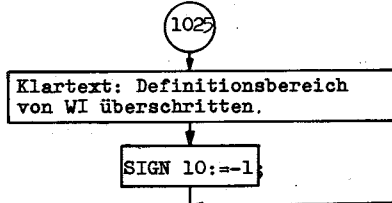


Subroutine: REVOS (22919)
Programm zur Steuerung der Berechnung der Zustandsgrößen und diskreten Konstanten der regenerativen Speisewasservorwärmung



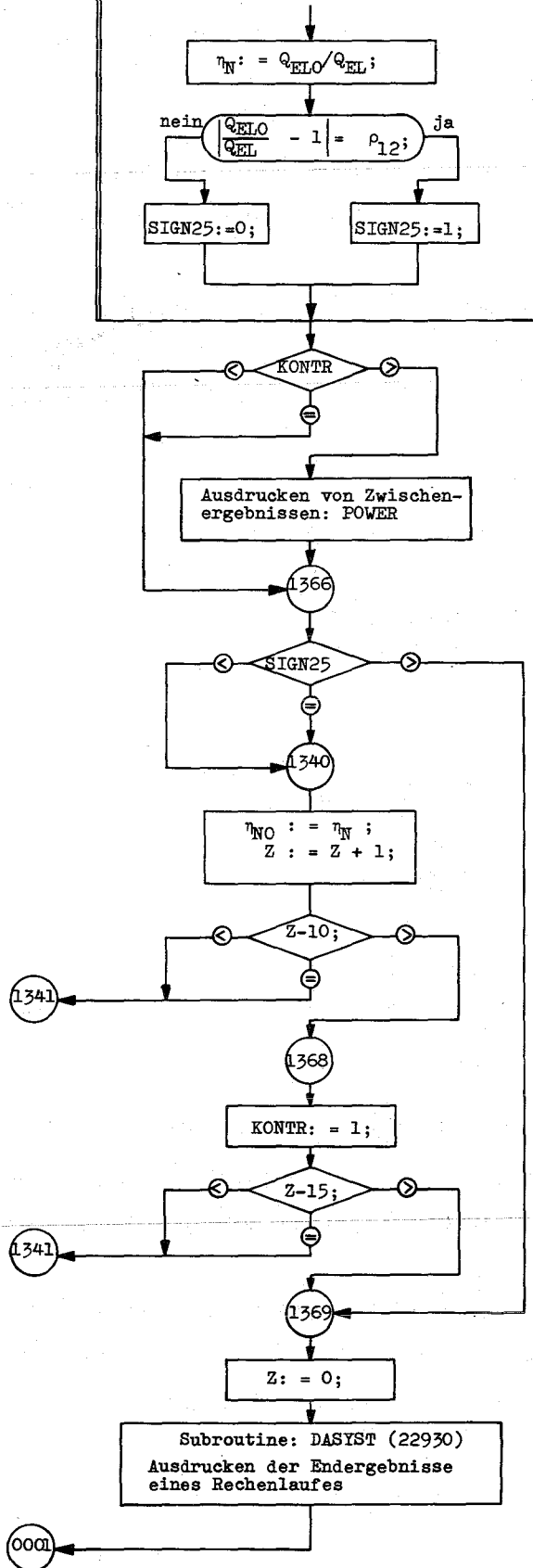
Subroutine: EXPAN (22923)
Programm zur Berechnung der Anzapfpunkte im Nassdampf und im Heissdampfgebiet und Bestimmung der Zustandsgrößen der Anzapfdämpfe an der Leistungsturbine und den Vorwärmern

Subroutine: MEDUSA (22920)
Programm zur Berechnung der diskreten Speisewasser- und Anzapfdampfmengen der Vorwärmstrecke



Subroutine: POWER (22925)

Programm zur Berechnung der diskreten Leistungen und der Ermittlung des Wirkungsgrades des Gesamtprozesses. Überprüfung der Iterationsgenauigkeit von Q_{EL} und Setzen von Steuergrößen



2. Spezielle Programmspeicherungsstruktur

Die Speicherkapazität der zur Verfügung stehenden Rechenanlage IBM 7074 mit 10 000 Speicherplätzen ist zu klein, um das gesamte Programm auf einmal aufzunehmen.

Aus diesem Grunde wurde das Programm in nachfolgend beschriebener Weise aufgeteilt (Fig. 19).

Das Stammsegment besteht aus dem Hauptsteuerprogramm (THEDYBER). Es regelt den Aufruf der einzelnen Zweigsegmente, sowie den Iterationsablauf für QEL.

Das Zweigsegment 1 umfasst das Teilsteuerprogramm 1 (SUBROUTINE PART 1).

Die Programmkomponenten:

SUBROUTINE	REAK
SUBROUTINE	HAGEB
SUBROUTINE	PHASE 1
SUBROUTINE	PHASE 2
SUBROUTINE	PHASE 3
SUBROUTINE	PHASE 4
SUBROUTINE	HGTURB
SUBROUTINE	LETUSA
SUBROUTINE	EXVILT
SUBROUTINE	SEX

sowie die erforderlichen Unterprogramme zur Bestimmung der thermischen Zustandsgrößen von Wasser und Dampf sind gleichfalls im Zweigsegment 1 enthalten.

Die SUBROUTINE PART 1 steuert den Programmaufruf oben genannter Unterprogramme entsprechend der vom Benutzer vorgegebenen Schaltung.

Das Zweigsegment 2 setzt sich zusammen aus dem Teilsteuerprogramm 2 (SUBROUTINE PART 2), den Unterprogrammen

SUBROUTINE	KONDEN
SUBROUTINE	KOPUMP
SUBROUTINE	REVOS
SUBROUTINE	MEDUSA
SUBROUTINE	EXPAN
SUBROUTINE	POWER

und den Programmteilen zur Berechnung der kalorischen Zustandsgrößen des Arbeitsmediums.

Die Steuerung der Programmaufrufe obiger Unterprogramme erfolgt in der SUBROUTINE PART 2.

Bemerkung:

Die Schaltung eines thermodynamischen Kreisprozesses, sowie alle vom Benutzer vorgegebenen Variationen bezüglich des Grundschaltungsschemas werden entsprechend der Konzeption des Gesamtprogrammes in den Teilsteuerprogrammen 1 und 2 realisiert.

Das Zweigsegment 3 enthält das Unterprogramm (SUBROUTINE DESYST), mit welchem alle Eingabeinformationen eines Rechenlaufes eingelesen und ausgedruckt werden.

Das im Zweigsegment 4 befindliche Datenausgabesystem (SUBROUTINE DASYST) druckt die Endergebnisse eines Rechenlaufes.

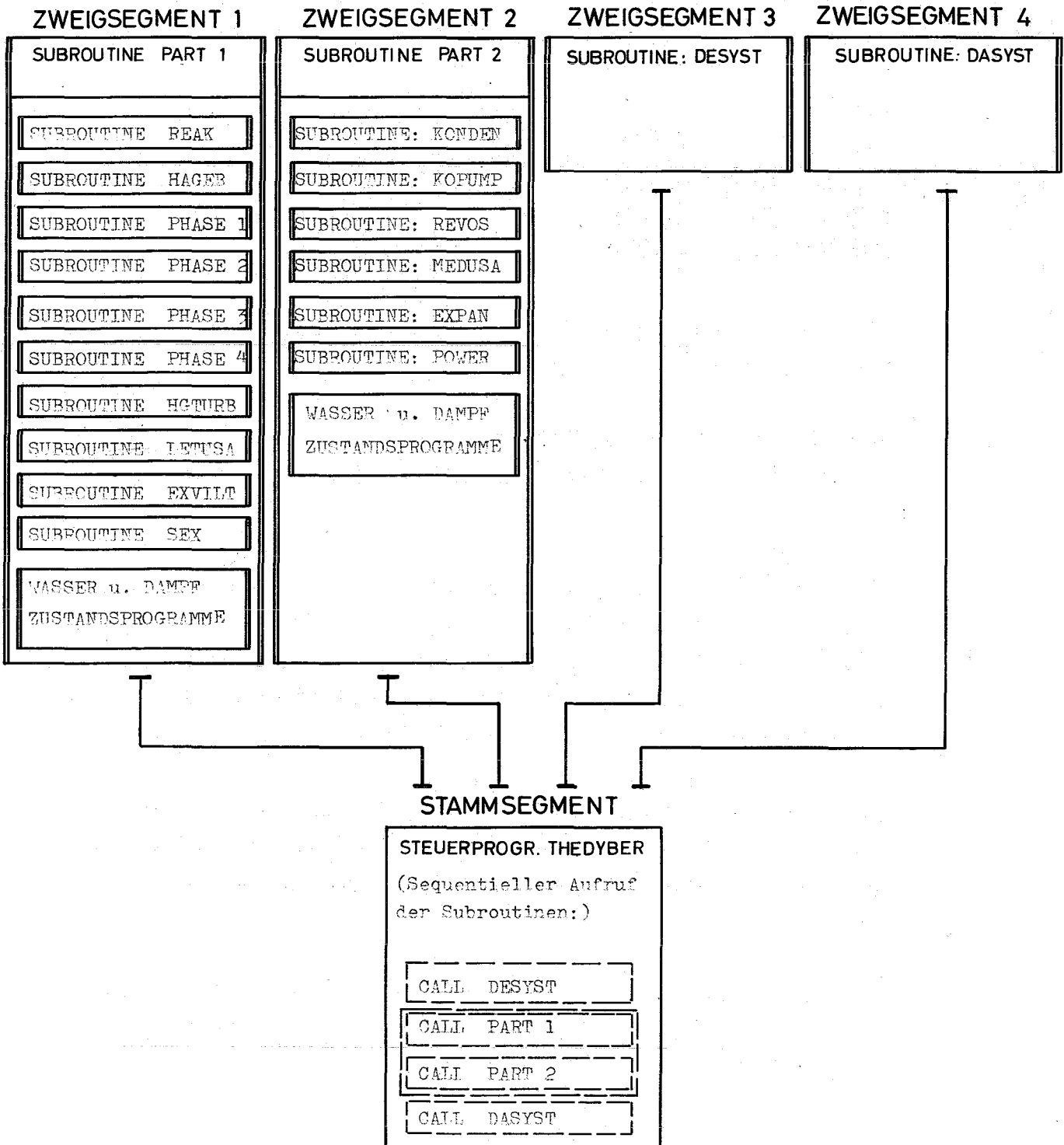


Fig. 19: Programmspeicherungsstruktur

VI. Beschreibung der einzelnen Programmkomponenten

1. Hauptsteuerprogramm: THEDYBER (22927)

In dem Hauptsteuerprogramm ist die Makrostruktur des logischen Gesamtablaufes des Kreisprozess-Berechnungsprogrammes festgelegt.

Zu Programmbeginn werden alle globalen Variablen in einem COMMON-Speicher, und alle indizierten Größen in einem DIMENSION-Feldvereinbarungsteil aufgeführt. Alle im Gesamtprogramm auftretenden Unterprogramme haben den gleichen COMMON-Speicher und DIMENSION-Feldvereinbarungsteil wie das Hauptprogramm.

Ausgenommen davon sind die Programme zur Berechnung der Zustandsgrößen für Wasser und Dampf.

Nach dem Start des Hauptprogrammes wird bei STATEMENT Nr. 1301 die Zählgröße L in eine definierte Anfangsstellung gebracht. Mit Hilfe von L werden die einzelnen Rechenläufe sequentiell durchnummeriert. Sodann erfolgt bei STATEMENT Nr. 0001 der Aufruf des Dateneingabesystems (SUBROUTINE DESYST). Dieses liest alle benötigten Eingabeinformationen eines Rechenlaufes für eine Kreisprozessberechnung von dem Eingabeband ein: Unmittelbar nach den getrennten Aufrufen der Teilsteuerprogramme SUBROUTINE PART 1 und SUBROUTINE PART 2 wird in einer Abfrage der Wert der Steuergröße SIGN 10 festgestellt.

Ist der Wert von SIGN 10 = -1, so wurde in der SUBROUTINE REVOS der Definitionsbereich der Wasserzustands-Berechnungsprogramme überschritten. Der

aktuelle Rechenablauf wird daraufhin abgebrochen; es erfolgt ein Rücksprung auf die STATEMENT Nr. 0001, und es werden neue Eingabedaten vom Eingabeband über die SUBROUTINE DESYST in das Programm eingebracht. Wenn in der SUBROUTINE REVOS die Wertzuweisung an SIGN 10 = 0 v 1 erfolgte, so wird der Programmablauf bei STATEMENT Nr. 1366 fortgesetzt. Durch die Abfrage der Steuergrösse SIGN 25 wird festgestellt, ob in der SUBROUTINE POWER der relative Fehler von QEL zu QELO bereits innerhalb der vorgegebenen Fehlerschranke RHO 25 liegt. Beträgt der Wert von SIGN 25 = 1 v 0, so ist die geforderte Genauigkeit der Gesamtiteration noch nicht erreicht und es erfolgt ein Sprung auf STATEMENT Nr. 1340. Damit wird ETANO (vorläufiger Netto-Wirkungsgrad) dem durch Rechnung verbesserten Wert von ETAN (Netto-Wirkungsgrad) zugewiesen. Sodann wird die Schleifendurchlauf-Zählgrösse Z um Eins erhöht. War die geforderte Genauigkeitsschranke für QELO noch nicht erreicht und der Summenwert von (Z-10) noch kleiner oder höchstens gleich Null, so erfolgt ein Rücksprung auf STATEMENT Nr. 1341 und der nächste Iterationsschritt zur Verbesserung von QELO wird eingeleitet. Ist dagegen der Wert von Z grösser als die Begrenzungszahl 10, so wird bei STATEMENT Nr. 1368 die Steuergrösse KONTR = 1; gesetzt.

Damit wird unabhängig von der vom Benutzer in den Eingabedaten erfolgten Wertzuweisung an KONTR ein zwangsweises Ausdrucken von wichtigen Zwischenergebnissen nach dem Durchlaufen eines jeden Unterprogrammes für die Iterationsschritte von Z = 10 bis Z = 15 eingeleitet.

Dieses Organisationsschema erleichtert es dem Benutzer, eventuelle Fehler oder besonders "kritische" Wertekombinationen in den Eingabedaten aufzufinden.

Darüber hinaus soll durch die Begrenzung auf maximal fünfzehn Gesamtiterationsschritte verhindert werden, dass grössere Rechenläufe durch Zeitüberschreitung ungewollt abgebrochen werden. Zeigt eine Abfrage bei STATEMENT Nr. 1366, dass der Wert von SIGN 25 = 1; ist, oder wurde der Maximalwert für die Grösse Z überschritten, so erfolgt ein Programmsprung nach STATEMENT Nr. 1369. Es wird das Datenausgabesystem (SUBROUTINE DASYST) aufgerufen. Dieses druckt alle Endergebnisse eines Rechenlaufes aus. Sodann erfolgt wieder der Rücksprung auf die STATEMENT Nr. 0001 und es werden neue Eingabedaten eingelesen.

2. Teilsteuerprogramm: SUBROUTINE PART 1 (22931)

Der Anruf dieses Programmes erfolgt im Hauptsteuerprogramm.

Das Teilsteuerprogramm organisiert im wesentlichen, je nach der vom Benutzer gewählten Schaltung, den Anruf der Unterprogramme zur Berechnung der Zustandsgrössen und Durchsatzmengen des Reaktors, des Gebläses, der Gebläseantriebsturbine bei Reihen- oder Parallelschaltung, der Leistungsturbine, des Verdampfers und des Zwischenüberhitzers.

Nach dem Aufruf der Unterprogramme zur Berechnung der Zustandsgrössen am Reaktor SUBROUTINE REAK und am Gebläse SUBROUTINE HAGEB, wird über die Abfragen bei STATEMENT Nr. 1352 und STATEMENT Nr. 1308 entschieden, welche Schaltung vom Benutzer gewählt wurde.

Ist $GTIPK = 1$; und $ZWUE = 0$; so wird bei STATEMENT Nr. 1309 die SUBROUTINE PHASE 1 aufgerufen und es werden die Zustandsgrößen sowie die Durchsatzmengen der Gebläseturbine bei Reihenschaltung und die des Verdampfers ermittelt.

Ist $GTIPK = 1$; und $ZWUE = 1$; so erfolgt ein Sprung nach STATEMENT Nr. 1311 und es kommt das Programm SUBROUTINE PHASE 2 zum Aufruf. In diesem Programmteil werden die Zustandsgrößen und Durchsatzmengen an der Gebläseturbine bei Reihenschaltung, am Verdampfer und am Zwischenüberhitzer berechnet.

Für $GTIPK = 0$; und $ZWUE = 0$; wird bei STATEMENT Nr. 1310 das Unterprogramm SUBROUTINE PHASE 4 angefahren. Es berechnet die Durchsatzmengen und Zustandsgrößen der Gebläseturbine bei Parallelschaltung und die des Verdampfers.

Für $GTIPK = 0$; und $ZWUE = 1$; erfolgt ein Sprung nach STATEMENT Nr. 1307 und das Unterprogramm SUBROUTINE PHASE 4 zur Berechnung der Zustandsgrößen und Mengen an der Gebläseturbine bei Parallelschaltung des Verdampfers und des Zwischenüberhitzers wird angesprochen. Nach dem wahlweisen Durchlauf einer der oben genannten vier Unterprogramme springt das Programm auf die STATEMENT Nr. 1314.

In dem weiteren Programmablauf ist der Aufruf an der Leistungsturbine SUBROUTINE LETUSA bei STATEMENT Nr. 1354 zu finden.

Der Rücksprung aus dem Teilsteuerprogramm in das Hauptsteuerprogramm befindet sich bei STATEMENT Nr. 1356. Die Druckbefehle zum Ausdrucken von

Zwischenergebnissen nach dem Durchlaufen jedes einzelnen Unterprogrammes werden nur dann ausgeführt, wenn der Wert von KONTR = 1 ist, oder wenn für $Z > 10$ zwangsweise die Steuergrösse KONTR = 1 gesetzt wurde

Für KONTR = 0 unterbleibt die Ausgabe von Zwischenwerten.

3. Teilsteuerprogramm: SUBROUTINE PART 2 (22932)

Der Aufruf dieses Programmes erfolgt im Hauptsteuerprogramm THEDYBER.

In diesem Teilsteuerprogramm sind die Programmaufrufe der Unterprogramme zur Berechnung der Durchsatzmengen und Zustandsgrössen am Kondensator, der Kondensatpumpe und der regenerativen Speisewasservorwärmung sowie das Programm zur Bestimmung der diskreten Leistungen und Wirkungsgrade zusammengefasst.

Zuerst wird von dem Teilsteuerprogramm SUBROUTINE PART 1 das Unterprogramm SUBROUTINE KONDEN zur Berechnung der Kühlwasser- und Kondensatzustandsgrössen angelaufen.

Sodann werden in der SUBROUTINE KOPUMP die Ein- und Austrittszustandsgrössen des Kondensates an der Kondensatpumpe ermittelt. Danach werden in der SUBROUTINE REVOS die Speisewasser- und Anzapfdampf-Zustandsgrössen und Durchsatzmengen der regenerativen Speisewasservorwärmung iterativ berechnet. In einem weiteren Unterprogramm SUBROUTINE EXPAN, dessen Aufruf in der SUBROUTINE REVOS zu finden ist, erfolgt die Berechnung der Zustandsgrössen der Anzapfdampfmengen und die Lage der Anzapfpunkte an der Leistungsturbine.

Nach dem Durchlauf der SUBROUTINE REVOS wird der Wert der Steuergrösse SIGN 10 abgefragt. Ist SIGN 10 = -1, so wurde in dem genannten Unterprogramm der Definitionsbereich der Programme zur Berechnung der thermodynamischen Zustandsgrössen von Wasser überschritten. Daraufhin wird der weitere Rechenablauf abgebrochen und das Programmende bei STATEMENT Nr. 1366 angelaufen. Erfolgte aber die Wertzuweisung an SIGN 10 = 0 v 1; so wird nach der Abfrage von KONTR (STATEMENT Nr. 1367) der Rechenablauf bei STATEMENT Nr. 1362 mit der Berechnung der diskreten Leistungen und des Prozess- und Nettowirkungsgrades in der SUBROUTINE POWER weitergeführt. Für das Ausdrucken von Zwischenergebnissen nach jedem Durchlauf der oben genannten Subroutinen gilt sinngemäss das gleiche, wie bereits für das Teilsteuerprogramm SUBROUTINE PART 1 näher erläutert wurde (siehe Abschnitt VI, 2.).

4. Reaktor-Berechnungsprogramm: SUBROUTINE REAK (22910)

Dieses Programm wird vom Teilsteuerprogramm SUBROUTINE PART 1 aufgerufen.

In dem Reaktor-Berechnungsprogramm wird der Ein- und Austrittszustand des Dampfes am Reaktor ermittelt.

Weiterhin berechnet es die thermische Reaktorleistung und den Gesamtmassendurchsatz durch den Reaktor.

5. Gebläse-Berechnungsprogramm: SUBROUTINE HAGEB (22911)

Dieses Programm wird von dem Teilsteuerprogramm SUBROUTINE PART 1 aufgerufen.

Das Programm HAGEB berechnet unter Zuhilfenahme von bereits in der SUBROUTINE REAK ermittelten Zustandsgrößen die thermodynamischen Zustandswerte des Dampfes am Ein- und Austritt und die benötigte Antriebsleistung des Gebläses.

6. Rechenprogramm: SUBROUTINE PHASE 1 (22912)

Das Programm wird vom Teilsteuerprogramm SUBROUTINE PART 1 nur dann aufgerufen, wenn GTIPK = 1 und ZWUE = 0 ist.

Es berechnet die Zustandsgrößen des Arbeitsmediums und die Teilmassenströme am Verdampfer und an der Gebläseantriebsturbine, wenn diese in Reihe zur Leistungsturbine geschaltet ist und keine Zwischenüberhitzung stattfindet.

7. Rechenprogramm: SUBROUTINE PHASE 2 (22913)

Der Aufruf dieses Programmes erfolgt vom Teilsteuerprogramm SUBROUTINE PART 1 nur dann, wenn GTIPK = 1 und ZWUE = 1 ist.

In diesem Programmteil werden die Zustandsgrößen und die Durchsatzmengen am Verdampfer, an der Gebläseturbine bei Reihenschaltung zur Leistungsturbine und am Zwischenüberhitzer auf iterativem Rechenwege ermittelt.

Der Iterationsprozess verläuft zwischen der STATEMENT Nr. 33 und der STATEMENT Nr. 32 und umfasst die Bestimmung der Teilmassenströme und der Wärmebilanzen oben genannter Bauelemente.

8. Rechenprogramm: SUBROUTINE PHASE 3 (22914)

Dieses Programm wird vom Teilsteuerprogramm SUBROUTINE PART 1 nur dann angelaufen, wenn GTIPK = 0 und ZWUE = 0 ist.

Das Programm berechnet die Zustandsgrößen und Teildurchsatzmengen am Verdampfer und an der Gebläseturbine bei Parallelschaltung zur Leistungsturbine ohne Zwischenüberhitzung.

9. Rechenprogramm: SUBROUTINE PHASE 4 (22915)

Der Aufruf dieses Programmes erfolgt im Teilsteuerprogramm SUBROUTINE PART 1, wenn die Steuergrößen GTIPK = 0 und ZWUE = 1 sind.

In dem Programmabschnitt werden die Zustandsgrößen am Verdampfer, an der Gebläseturbine bei Parallelbetrieb zur Leistungsturbine und am Zwischenüberhitzer auf iterativem Rechenwege ermittelt. In dem Iterationsprozess zwischen der STATEMENT Nr. 39 und der STATEMENT Nr. 38 ist, um die Mischungsenthalpie zwischen dem Abdampf der Gebläseturbine und des HD-Teils der Leistungsturbine sowie die Teilmassenströme zu bestimmen, die Berechnung des HD-Teiles der Leistungsturbine einbezogen.

10. Gebälseturbine-Berechnungsprogramm:

SUBROUTINE HGTURB (22924)

Der Aufruf dieses Programmes erfolgt jeweils gemäss der gewählten Schaltung in den Unterprogrammen SUBROUTINE PHASE 1, SUBROUTINE PHASE 2, SUBROUTINE PHASE 3, SUBROUTINE PHASE 4.

Dieses Programm berechnet entsprechend der gegebenen Schaltung die Dampfaustrittszustandsgrössen der Gebläseturbine bei Reihen- oder bei Parallelschaltung. Die Umsteuerung auf Berechnungsformeln für Reihen- oder Parallelschaltung wird über eine Abfrage auf den Wert von GTIPK erreicht. Ist GTIPK = 1, so erfolgt ein Sprung auf die STATEMENT Nr. 34, und es werden die Austrittszustandsgrössen bei Reihenschaltung ermittelt.

Für GTIPK = 0 werden ab STATEMENT Nr. 36 die Dampfungszustandsgrössen am Turbinenaustritt für Parallelbetrieb berechnet.

Um einen einwandfreien Programmablauf zu gewährleisten, wird vorausgesetzt, dass sowohl die Eintritts- als auch die Austrittszustandsgrössen im Heissdampfgebiet liegen.

11. Leistungsturbine-Berechnungsprogramm:

SUBROUTINE LETUSA (22916)

Der Programmaufruf erfolgt im Teilsteuerprogramm SUBROUTINE PART 1.

Das Leistungsturbinen-Berechnungsprogramm organisiert in drei getrennten Blöcken die Berechnung der Ein- und Austrittszustandsgrössen des HD-Teiles, des MD- und des ND-Teiles der Leistungsturbine.

In jedem der drei Berechnungsabschnitte erfolgt der Aufruf der SUBROUTINE EXVILT. Diese liefert die für den weiteren Programmablauf des jeweilig zur Berechnung gelangten Teilexpansionsabschnittes erforderlichen Austrittszustandsgrössen des Dampfes. Beim Übergang vom HD- zum MD-Teil der Leistungsturbine STATEMENT Nr. 1601 bis STATEMENT Nr. 1603 wird durch Einbeziehen der Steuergrössen GTIPK und ZWUE in die Berechnungsformeln darüber entschieden, ob der MD-Teil mit dem Abdampf aus dem HD-Teil oder mit dem vereinigten Abdampf aus dem HD-Teil und der Gebläseturbine oder mit Heissdampf aus dem Zwischenüberhitzer gespeist wird.

Ein einwandfreier Programmablauf kann nur dann erreicht werden, wenn nachfolgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- a) Der Expansionsverlauf des HD-Teiles liegt ausschliesslich im Heissdampfgebiet.
- b) Die Expansion im MD-Teil wird im Heissdampfgebiet, im Nassdampfgebiet oder in beiden Bereichen vollzogen.
- c) Der Austrittspunkt des ND-Teiles wird im Nassdampfgebiet erwartet.

Nach der Berechnung des Expansionsverlaufes in der Leistungsturbine wird mittels der SUBROUTINE SEX noch der Schnittpunkt der Sättigungskurve mit der Expansionslinie bestimmt.

12. Programm zur Berechnung des Expansionsverlaufes in der Leistungsturbine: SUBROUTINE EXVILT (22922)

Der Aufruf dieses Programmes erfolgt in der SUBROUTINE LETUSA.

In der SUBROUTINE EXVILT werden die drei Teilexpansionslinien und zwar die des HD-Teiles, des MD-Teiles und des ND-Teiles der Leistungsturbine ermittelt.

Für die Berechnung eines Teilexpansionsverlaufes werden für diesen die Eintrittszustandsgrößen (Druck, Temperatur, Enthalpie), der Wirkungsgrad sowie der Austrittsdruck (= Trenndruck), an dem die Teilexpansionslinie endet, als bekannt vorausgesetzt. Diese Zustandsgrößen werden vor dem Programmaufruf der Subroutine EXVILT in dem Oberprogramm SUBROUTINE LETUSA bereitgestellt. Zu Eingang des Programmes EXVILT werden die Sättigungstemperatur am Beginn und am Ende der jeweilig zur Berechnung gelangten Teilexpansionslinie bestimmt.

Sodann wird der Wert von (TSATE-TE) abgefragt, d.h. ob die Eintrittszustandsgrößen der Teilexpansionslinie im Heissdampf- oder im Nassdampfgebiet liegen. - Diese Überprüfung stellt sicher, dass die Berechnung der Entropie (SAAD) einer vorläufig angenommenen adiabaten Expansion mit den richtigen Beziehungen erfolgt.

In einer nachfolgenden Abfrage wird die Lage des Endpunktes der Teilexpansionslinie festgestellt. - Befindet sich dieser aufgrund des vorgegebenen Trenndruckes im Heissdampfgebiet, so werden die Beziehungen

bei STATEMENT Nr. 6002 angelaufen; liegt er dagegen im Nassdampfgebiet, so erfolgt ein Sprung auf die STATEMENT Nr. 6001.

Eine Abfrage am Programmende überprüft nochmals, ob für die Berechnung des Expansionsverlaufes die infrage kommenden Beziehungen zutreffend waren.

13. Programm zur Berechnung des Schnittpunktes der Sättigungskurve mit der Expansionslinie SUBROUTINE SEX (22928)

Der Programmaufruf erfolgt in der SUBROUTINE LETUSA.

Das Programm SEX berechnet auf iterativem Wege die Zustandsgrößen im Schnittpunkt der Expansionslinie mit der Sättigungskurve.

Zunächst wird festgestellt, ob die Dampffuchte am Austritt des MD-Expansionsverlaufes < 1 , oder $= 1$ ist.

Im ersteren Fall erfolgt ein Sprung auf die STATEMENT Nr. 1401, d.h. die Schnittstelle liegt auf dem MD-Teil der Expansionslinie.

Wird dagegen aufgrund der vorangegangenen Abfrage die STATEMENT Nr. 1402 angelaufen, so befindet sich der Schnittpunkt im ND-Teil der Expansionslinie.

Zu beiden Fällen werden die Ein- und Austrittszustandsgrößen der jeweiligen Teilexpansionslinie neu formuliert und die Anfangswerte für den Iterationsprozess zugewiesen.

Sodann wird bei STATEMENT Nr. 1403 das Steigungsverhältnis der Geradengleichung (zwei-Punkte-Form) der entsprechenden Expansionslinie bestimmt, auf welcher das Schnittgebilde liegt.

Die Beziehungen zur iterativen Berechnung des Schnittpunktes beginnen bei STATEMENT Nr. 1406 und werden einschliesslich einer Abfrage auf den Wert der Grösse K, sequentiell durchlaufen. Mit Hilfe von K wird die Anzahl der Iterationsschritte mitgezählt.

Der Iterationsprozess benützt stets die Eintrittszustandsgrössen der als Schnittpunktträger infrage kommenden Teilexpansionslinie als erste, grobe Näherung. Das Verfahren konvergiert einseitig aus dem Heissdampfgebiet gegen die Schnittstelle auf die Sättigungskurve.

Hat das Verfahren die geforderte Genauigkeit erreicht, so werden bei STATEMENT Nr. 1404 die errechneten Werte des Schnittpunktes an die dafür vereinbarten Bezeichnungen zugewiesen.

Konnte dagegen keine Konvergenz bei diesem Verfahren erzielt werden ($K > 50$), so wird der Kommentar ausgedruckt: "KEINE KONVERGENZ IM PROGRAMMTEIL SEX" und der Programmausgang über die STATEMENT Nr. 1404 angesteuert.

Ein einwandfreier Programmablauf der SUBROUTINE SEX ist nur dann gegeben, wenn der Schnittpunkt im MD-, oder ND-Teil der Expansionslinie liegt.

14. Kondensator-Berechnungsprogramm: SUBROUTINE

KONDEN (22917)

Der Aufruf dieses Programmes erfolgt im Teilsteuerprogramm SUBROUTINE PART 2.

Das Programm KONDEN berechnet die Ein- und Austrittszustandsgrößen des Kondensates und des Kühlwassers am Kondensator.

15. Kondensatpumpe-Berechnungsprogramm: SUBROUTINE

KOPUMP (22918)

Dieses Programm wird in dem Teilsteuerprogramm SUBROUTINE PART 2 angelaufen.

Die SUBROUTINE KOPUMP ermittelt die Ein- und Austrittszustandsgrößen des Kondensates an der Kondensatpumpe.

16. Steuerprogramm zur Berechnung der regenerativen Speisewasservorwärmung: SUBROUTINE REVOS (22919)

Der Programmaufruf der SUBROUTINE REVOS wird im Teilsteuerprogramm SUBROUTINE PART 2 vorgenommen.

Das Programm REVOS steuert und koordiniert die Berechnung der Zustandsgrößen der Vorwärmstrecke, der Anzapfdampfmengen an der Leistungsturbine und des Speisewassers an der Speisewasserpumpe.

Zu Beginn des Programmes wird die Zählgrösse K und die Steuergrösse SIGN 10 in eine definierte Anfangsstellung gebracht. Zunächst wird in einer "DO"-Schleife, die bis zu der STATEMENT Nr. 1024 läuft, eine Wertzuweisung an die Bezeichnungen für die Speisewasser- und Anzapfdampfmengen der gesamten Vorwärmstrecke vorgenommen. Diese vorläufige Wertzuweisung an die Grössen DVES und DAN werden für die an späterer Stelle erfolgende Berechnung der Mischungsenthalpie am Austritt eines jeden Vorwärmers zwischen Anzapfkondensat und Speisewasser benötigt. (Die genaue Ermittlung der Massendurchsätze der Vorwärmstrecke erfolgt am Programmende in der SUBROUTINE MEDUSA.)

Sodann werden die Eintrittszustandsgrössen des Speisewassers in den ersten Vorwärmer der Vorwärmstrecke festgelegt. Es folgt die Berechnung der vorläufigen Aufheiztemperaturspanne DTVS des Speisewassers je Vorwärmer.

Der nachfolgende "DO"-Zyklus zwischen dem STATEMENT Nr. 1005 und der STATEMENT Nr. 1001 umfasst die Beziehungen zur Berechnung der Zustandsgrössen des Speisewassers am Ein- und Austritt der ND-Vorwärmer. Diese Grössen sind gleichzeitig, nach vollzogener Umbenennung, Eingangsparameter in die SUBROUTINE EXPAN. Bei Aufruf des Unterprogrammes EXPAN werden von diesem die Zustandsgrössen des Anzapfdampfes des jeweiligen ND- (oder HD-) Vorwärmers und an der Anzapfstelle der Leistungsturbine in den Berechnungsablauf eingebracht.

Anschliessend werden die Ein- und Austrittszustandsgrössen der zwischen ND- und HD-Vorwärmer eingeschalteten Speisewasserpumpe ermittelt. - Die Berechnung

der Zustandswerte von Speisewasser und Anzapfdampf der HD-Vorwärmstrecke in den nachfolgend beginnenden "DO"-Zyklus, der bis zu der STATEMENT Nr. 1002 reicht, vollzieht sich in der gleichen Weise, wie bei den ND-Vorwärmern. Es sind damit alle Wärmebilanzen der Vorwärmer in der Speisewasservorwärmstrecke bekannt.

Nun gelangt die SUBROUTINE MEDUSA zum Aufruf. Diese berechnet mit Hilfe der Wärmebilanzen der Vorwärmstrecke die diskreten Speisewasser- und Anzapfdampfmengen für alle Vorwärmer. - In der sich anschließenden Abfrage wird geprüft, ob die berechnete Speisewasserendtemperatur des letzten Vorwärmers nach der Zumischung des Heizkondensates mit dem vorgegebenen Sollwert TSPWVD, der bereits vorher errechnet worden war, innerhalb der gegebenen Fehlertoleranz übereinstimmt. - Zeigt diese Abfrage, dass die vorgegebene Fehlerschranke RHO 10 unterschritten wurde, so wird der Programmausgang bei STATEMENT Nr. 1003 angefahren. Im anderen Fall wird bei STATEMENT Nr. 1004 ein neuer, verbesserter Wert für die Teilauflaufspanne DTVS berechnet. Über eine Abfrage auf den aktuellen Wert der Schleifendurchlaufzählgrösse K, wird, falls $K \leq 50$; ist, der nächste Iterationsschritt zur Berechnung der Zustandsgrößen der Speisewasservorwärmung bei STATEMENT Nr. 1005 eingeleitet. Ist dagegen $K > 50$; so wird der Berechnungsablauf zwangsweise beendet. Die Steuergrösse SIGN 10 erhält dabei den Wert Null, (SIGN 10 := 0;). Es erscheint der Kommentartext: "KEINE KONVERGENZ IM PROGRAMMTEIL REVOS", und die Rückkehr in das Oberprogramm wird vollzogen.

17. Programm zur Berechnung der Anzapfdampf-Zustandsgrößen SUBROUTINE EXPAN (22923)

Dieses Programm wird in der SUBROUTINE REVOS aufgerufen.

Das Programm EXPAN berechnet die Zustandsgrößen der Anzapfdampfmengen an den Anzapfungen der Leistungsturbine und am Eintritt in die Vorwärmer.

Das Programm ist so gegliedert, dass im ersten Teil zwischen der STATEMENT Nr. 1014 und dem ersten Rücksprungbefehl (RETURN) die Zustandsgrößen der Anzapfdampfmengen an den Anzapfungen des ND- und MD-Teiles der Leistungsturbine berechnet werden, die im Nassdampfgebiet liegen.

Zwischen STATEMENT Nr. 1016 und dem zweiten RETURN-Befehl befinden sich unter anderem die Beziehungen zur iterativen Berechnung der Anzapfpunkte und der zugehörigen Zustandswerte der Anzapfdampfmengen, die auf dem ND- und MD-Teil der Leistungsturbine im Heissdampfgebiet liegen. Eine Abfrage auf den Wert von $(T_{00} - T_{SEX})$, T_{SEX} ist die Temperatur am Schnittpunkt der Sättigungskurve mit der Expansionslinie, T_{00} die Temperatur des Anzapfdampfes - stellt fest, ob die Anzapfung im Nassdampf-, oder Heissdampfgebiet oder genau auf der Sättigungskurve erfolgt. Ist $(T_{00} - T_{SEX}) < 0$, so werden die Zustandsgrößen ab STATEMENT Nr. 1014 im Nassdampfgebiet ermittelt.

Für $(T_{00} - T_{SEX}) = 0$ erfolgt ein Sprung auf STATEMENT Nr. 1015, was bedeutet, dass die Anzapfstelle und der Schnittpunkt der Expansionslinie mit der Sättigungskurve zusammenfallen.

Bei einem Sprung auf die STATEMENT Nr. 1016 wurde erkannt, dass die Anzapfung sich im Heissdampfgebiet befindet. Erfolgt nun die Berechnung der Anzapfstelle im Nassdampfgebiet, so wird über (TOO - TLTINDE) ermittelt, ob der Anzapfpunkt auf dem ND- oder dem MD-Teil der Leistungsturbine zu berechnen ist.

Eine dem Sinne nach gleiche Abfrage bei STATEMENT Nr. 1016 steuert den iterativen Berechnungsablauf im Heissdampfgebiet auf den ND- oder den MD-Teil der Expansionskurve.

Erfolgt die Berechnung der Anzapfpunkte und der Zustandsgrößen auf dem im Heissdampfgebiet verlaufenden Teilstück der Expansionskurve des ND- und MD-Teiles in der Leistungsturbine, so dienen die Beziehungen ab STATEMENT Nr. 1017 bis STATEMENT Nr. 1019 der Vorbereitung des iterativen Berechnungsprozesses der Anzapfstelle, der sich zwischen der STATEMENT Nr. 1019 und der STATEMENT Nr. 1015 abspielt. Das Iterationsverfahren konvergiert sehr schnell gegen die gesuchte Lösung; das sind die unbekanntenen Zustandsgrößen an der Anzapfstelle, so dass eine Begrenzung der Anzahl der Iterationsschritte nicht vorgesehen zu werden brauchte.

Hat das Näherungsverfahren die geforderte Genauigkeit erreicht, so erfolgt ein Sprung auf die STATEMENT Nr. 1015. Dort werden die in dem Iterationsprozess gefundenen Zustandsgrößen an der Anzapfstelle und am Eintritt des Vorwärmers an die Ausgangsparameter der SUBROUTINE EXPAN zugewiesen. Anschliessend wird der Rückkehrbefehl in das aufrufende Oberprogramm ange-laufen.

18. Programm zur Berechnung der Durchsatzmengen:
SUBROUTINE MEDUSA (22920)

Die SUBROUTINE MEDUSA wird im zugehörigen Oberprogramm SUBROUTINE REVOS aufgerufen.

Die Wärmebilanzen der Vorwärmer in der Speisewasservorwärmstrecke bilden die Eingangparameter der SUBROUTINE MEDUSA. Diese Wärmebilanzen, also die Zustandsgrößen des Speisewassers und des Anzapfdampfes an den Vorwärmern wurden mit Hilfe des Zusammenspiels der SUBROUTINE REVOS und SUBROUTINE EXPAN ermittelt. In dem Unterprogramm MEDUSA werden aufgrund dieser nun bekannten Zustandsgrößen eines jeden Vorwärmers die zugehörigen Speisewasser- und Anzapfdampfmengen berechnet.

Die Berechnung der Anzapfdampf- und Speisewassermengen beginnt mit dem N-ten, also dem letzten HD-Vorwärmer, von dem die Gesamtaustrittsmenge DVAS (N) nach der Einspeisung des Heizkondensates bekannt ist.

Die bei STATEMENT Nr. 1011 stehende Beziehung, die aus der Zusammenfügung der Kontinuitätsgleichung und Wärmebilanz eines Vorwärmers entstanden war, liefert die zur Erwärmung des Speisewassers benötigte Anzapfdampfmenge.

Die Differenz zwischen Speisewasseraustrittsmenge DVES (I) und Anzapfdampfmenge DAN (I) ergibt die Speisewassereintrittsmenge DVES (I) des i-ten Vorwärmers und damit die Austrittsmenge des (i-1)-ten Vorwärmers. Mit Hilfe dieser Rekursion, beginnend beim N-ten Vorwärmer werden alle weiteren Durchsatzmengen der Vorwärmer mit nächstniederer Indexziffer ermittelt.

Wurde bei diesem Rechenablauf, der zwischen STATEMENT Nr. 1011 und STATEMENT Nr. 1009 eingebettet ist, der Wert des Index I schrittweise bis auf "Null" abgebaut, so erfolgt aufgrund einer Abfrage ein Programmsprung auf die STATEMENT Nr. 1008. Dort werden in den nachfolgenden Beziehungen die Durchsatzmengen durch die Leistungsturbine, den Kondensator und der Kondensatpumpe berechnet. Sodann erfolgt die Rückkehr in das Oberprogramm.

19. Programm zur Berechnung der diskreten Leistungen:
SUBROUTINE POWER (22925)

Das Programm-SUBROUTINE POWER wird in dem Oberprogramm SUBROUTINE PART 2 aufgerufen.

Die SUBROUTINE POWER berechnet die diskreten Leistungen der Leistungsturbine (QLT), des Kondensators (QK), der Kondensatpumpe (QKP), der Speisewasserpumpe (QSPWP), des Generators (QGEN) sowie weiterer Hilfseinrichtungen. Weiterhin wird der Prozess- und der Nettowirkungsgrad ermittelt.

Die Genauigkeitsabfrage zwischen der Eingabegrösse QEL und der berechneten elektrischen Leistung QELO liefert ein Kriterium, ob der Iterationsprozess noch fortgeführt werden muss, oder ob er zu beenden sei. Diese Steuerung geschieht vermittels der Steuergrösse SIGN 25.

Ist: SIGN 25 : = 0 so wird dem Hauptsteuerprogramm THEDYBER mitgeteilt, dass der Iterationsprozess noch nicht zu Ende sei.

Hat SIGN 25 aber den Wert Eins (SIGN 25 : = 1), so kann der Rechenablauf abgebrochen werden.

Das Programm POWER ist Schlussglied in der Gruppe der reinen Berechnungsprogramme.

20. Programm zur Übernahme der Eingabedaten:
SUBROUTINE DESYST (22926)

Der Programmaufruf von DESYST erfolgt im Hauptsteuerprogramm THEDYBER.

Das Programm DESYST liest alle für einen Rechenlauf benötigten Eingabeinformationen von dem Eingabeband und druckt sie anschliessend wieder aus.

Für jeden Rechenlauf wird neben der Titelüberschrift auch die Bezeichnung der speziellen Schaltung des zu berechnenden Kreisprozesses mit ausgedruckt. Alle Rechenläufe werden über die Grösse L, die in DESYST definiert gesetzt wird, durchnummeriert.

Ausserdem wird die in verschiedenen Berechnungsprogrammen verwendete Schleifenzählgrösse $Z := 0$ gesetzt.

Die Eingabedaten werden mit Hilfe zweier getrennter Einlesebefehle (READ) in den Programmablauf eingebracht. Das erste "READ"-STATEMENT liest QEL von dem Eingabeband.

Bei $QEL = 0$; erfolgt ein Sprung nach STATEMENT Nr. 0003 und der Befehl - CALL EXIT - zur Beendigung des gesamten Programmablaufes gelangt zur Ausführung.

Für $QEL \neq 0$ werden alle weiteren Eingabedaten des ersten Datenblockes mit Hilfe des "READ"-Befehls bei STATEMENT Nr. 0004 eingelesen. Anschliessend werden die Eingabedaten ausgedruckt.

21. Programm zur Ausgabe der Endergebnisse:

SUBROUTINE DASYST (22930)

Der Aufruf der SUBROUTINE DASYST erfolgt im Hauptsteuerprogramm THEDYBER.

Das Datenausgabeprogramm DASYST kann von dem Oberprogramm nur dann aufgerufen werden, wenn die Steuergrösse SIGN 25 : = 1; ist. Das heisst, die Endergebnisse eines Rechenlaufes gelangen nur dann zur Ausgabe, wenn der Gesamtiterationsprozess die geforderte Genauigkeit erreicht hat. Die SUBROUTINE DASYST kann auch zwangsweise angelaufen werden, und zwar für $Z > 15$; . Einem erzwungenen Programmaufruf von DASYST gehen immer fünf aufeinanderfolgende Ausgaben von Zwischenergebnissen eines Rechenlaufes voraus.

VII. Programme zur Berechnung der Zustandsgrößen von Wasser und Dampf

Zur Berechnung der thermodynamischen Zustandsgrößen von Wasser und Wasserdampf werden die in der nachfolgenden Tab. 1 zusammengestellten FORTRAN Funktionen und Subroutinen benötigt. Da diese Programme aufgrund verbesserter Messmethoden zur Bestimmung der Stoffwerte einem ständigen Wandel und einer fortlaufenden Überprüfung unterzogen sind, können konkrete Aussagen über Definitionsbereich und Rechengenauigkeit nur annähernd getroffen werden. Es wird auf die einschlägigen Veröffentlichungen und Berichte hingewiesen.

Die in der Tabelle auftretenden Symbole haben folgende Bedeutung:

- ('): bedeutet: Programmbeschreibung und genaue Definitionsbereiche siehe IRB-Arbeitsbericht Nr. 8/66.
- ("): bedeutet: Programmbeschreibung und genaue Definitionsbereiche siehe INR-Arbeitsbericht Nr. 49.
- ("): bedeutet: Programmbeschreibung und genaue Definitionsbereiche siehe Externer Bericht Nr. 868/66-1

Gesuchte Zustandsgröße		Gegebene Zustandsgröße		Definitionsber.		Name der Funktion	Progr. Nr.	Unterprogr. Nr.
Sättigungstemperatur	TS T[°C]	Druck	P[at]	$0,01 \leq P \leq P_k$	(")	TS (P)	02699	
Sättigungsdruck	PS P[at]	Temperatur	T[°C]	$0 \leq T \leq t_s$	(")	PS (T)	02689	
=====								
<u>Wasser</u>								
Enthalpie	E [kcal/kg]	Druck Temperatur	P[at] T[°C]	$0,01 \leq P \leq P_k$ $0 \leq T \leq t_s^k$	(")	WI (P,T)	03751	
Spez. Volumen	V [m ³ /kg]	Druck Temperatur	P[at] T[°C]	$0,01 \leq P \leq P_k$ $0 \leq T \leq t_s^k$	(")	WV (P,T)	03750	
Entropie	S [kcal/kg ^o K]	Druck Temperatur	P[at] T[°C]	$0,01 \leq P \leq P_k$ $0 \leq T \leq t_s^k$	(")	WS (P,T)	03752	
Temperatur	T [°C]	Druck Enthalpie	P[at] E[kcal/kg ³]			WTPE(P,E)	22921	03751
=====								
<u>Heißdampf</u>								
Enthalpie	E [kcal/kg]	Druck Temperatur	P[at] T[°C]	$0,01 \leq P \leq 500$ $t_s \leq T \leq 800$	(')	HDI (P,T)	04931	
Spez. Volumen	V [m ³ /kg]	Druck Temperatur	P[at] T[°C]	$0,01 \leq P \leq 500$ $t_s \leq T \leq 800$	(')	HDV (P,T)	04944	
Entropie	S [kcal/kg ^o K]	Druck Temperatur	P[at] T[°C]	$0 \leq P \leq 500$ $t_s \leq T \leq 800$	(')	HDS (P,T)	04961	
Temperatur	T [°C]	Druck Enthalpie	P[at] E[kcal/kg]	$0 \leq P \leq 500$ $600 \leq E \leq 940$	(')	TPE (P,E)	04942	
Temperatur	T [°C]	Druck Entropie	P[at] S[kcal/kg ^o K]	$0,01 \leq P \leq 500$ $2,14 \leq S \leq 1,56$	(")	TPS (P,S)	02676	04961
Temperatur	T [°C]	Druck spez. Volumen	P[at] V [m ³ /kg]	$0,01 \leq P \leq 500$ $131,6 \geq V \geq 0,00098$	(')	TPV (P,V)	02396	
Temperatur	T [°C]	Enthalpie	E[kcal/kg]		(")	ITHD (E,S,P,T)	02678	04942 04961
Druck	P [at]	Entropie	S[kcal/kg ^o K]					

VIII. Speicherplatzbedarf und Rechenzeit

Der Speicherplatzbedarf beträgt für das gesamte Programm, einschliesslich aller Unterprogramme ca. 18200 Speicherzellen. Der COMMON-Speicher benötigt 379 Speicherplätze.

Für die Rechenzeit eines Kreisprozesses sind im Mittel ca. 5 Min. anzusetzen, wenn man die Werte der Genauigkeitsschranken $RHO\ 03 = 1.10^{-3}$; $RHO\ 10 = 1.10^{-4}$; $RHO\ 25 = 1.10^{-4}$ zugrunde legt.

IX. Schema der verwendeten Nomenklatur

Bei der Erstellung der Programmgruppe THEDYBER wurde darauf geachtet, dass im Rahmen der in der FORTRAN Programmiersprache maximal möglichen sechs Schreibzeichen für die Darstellung einer Bezeichnung, diese Bezeichnung systematisch aufzubauen und damit für den Benutzer verständlich zu halten.

Unter Verwendung der nachfolgenden Aufstellung des Aufbauschemas der Nomenklatur ist es verhältnismässig einfach, von der Abkürzung der Bezeichnung auf das ganze Wort oder die Wortgruppe zu schliessen.

1. Thermodynamische Zustandsgrössen

P.....: Druck
T.....: Temperatur
E.....: Enthalpie
S.....: Entropie
X.....: Dampfeuchte
DP.....: Druckdifferenz

DT.....: Temperaturdifferenz
DE.....: Enthalpiedifferenz
DPLT...: Druckverlust in den Rohrleitungen
DTLT...: Temperaturverlust in den Rohrleitungen
DWL....: Wärmeverlust in den Rohrleitungen
D.....: Durchsatzmenge
ETA....: Wirkungsgrad
ETAI...: Innerer Wirkungsgrad
ETAM...: Mechanischer Wirkungsgrad
Q.....: Leistung
.....E: Zustandsgrösse am Eintritt eines Bauelementes
.....A: Zustandsgrösse am Austritt eines Bauelementes
....AD: Adiabate Zustandsänderung
....EP: Zustandsgrösse am primären Eintritt eines Bauelementes
....AP: Zustandsgrösse am primären Austritt eines Bauelementes
....ES: Zustandsgrösse am sekundären Eintritt eines Bauelementes
....AS: Zustandsgrösse am sekundären Austritt eines Bauelementes
...HD.: Zustandsgrösse am Hochdruckteil der Leistungsturbine
...MD.: Zustandsgrösse am Mitteldruckteil der Leistungsturbine
...ND.: Zustandsgrösse am Niederdruckteil der Leistungsturbine

2. Kennzeichnung der Zustandsgrössen bei iterativen Rechenprozessen

...OOX: Anfangsnäherung eines iterativ zu bestimmenden Zustandes
....OO: Anfangsnäherung eines iterativ zu bestimmenden Zustandes
...O1X: Verbesselter Wert eines iterativ bestimmten Zustandes
....O1: Verbesselter Wert eines iterativ bestimmten Zustandes

-OX: Zustand am Anfang einer Teilexpansionslinie bei Iterationsprozessen
-lX: Zustand am Ende einer Teilexpansionslinie bei Iterationsprozessen
-0: Bezeichneter Zustand ist Ein- und Ausgangsgrösse eines Iterationsprozesses
-1: Bezeichneter Zustand ist Eingangsgrösse eines Iterationsprozesses
-2: Bezeichneter Zustand ist Eingangsgrösse eines Iterationsprozesses
- ...AN.: Zustandsgrösse am Anzapfpunkt der Leistungsturbine

3. Bezeichnung der Bauelemente

- .R.....: Reaktor
- .HG....: Hauptgebläse
- .GT....: Gebläseturbine
- .LT....: Leistungsturbine
- .ZW....: Zwischenüberhitzer
- .K.....: Kondensator
- .KP....: Kondensatpumpe
- .V.....: Vorwärmer
- .VKUMP: Kondensatpumpen in der Vorwärmstrecke
- .SPWK.: Speisewasserkessel
- .SPWP.: Speisewasserpumpe
- .VD....: Verdampfer
- .GEN...: Generator

4. Korrekturfaktoren

- .F.....: Korrekturfaktor

X. Hinweise für den Benutzer

Die verschiedenen mit dem Programm berechenbaren Kreislaufschaltungen wurden im Kapitel III beschrieben. Die Angabe der gewünschten Schaltung und Auslegungsparameter erfolgt mittels einer umfangreichen Eingabeliste.

Es ist möglich, eine bis zu 9-stufige regenerative Speisewasservorwärmung durchzuführen.

Eine Begrenzung der Endfeuchte am ND-Teil der Leistungsturbine kann durch Vorgabe eines Grenzwertes X_{LIMIT} erreicht werden.

1. Eingabedaten:

QEL > 0: Elektrische Leistung

QEL ≤ 0: Bewirkt Programmstopp, d.h.:

Nach den Eingabedaten für einen oder mehrere Rechenläufe muss, um eine ordnungsgemäße Programmbeendigung über CALL EXIT zu erzielen, eine Lochkarte mit einer gestanzten Null gelegt werden.

GTIPK = 1.: Gebläseturbine in Reihe geschaltet zur Leistungsturbine

GTIPK = 0 : Gebläseturbine parallel geschaltet zur Leistungsturbine

ZWUE = 0 : Ohne Zwischenüberhitzung

ZWUE = 1.: Mit Zwischenüberhitzung

ETANO : Geschätzter Nettowirkungsgrad zu wählen im Intervall: $0. < ETANO < 1.$

PGTAPS : Austrittsdruck der Gebläseantriebsturbine bei Parallelschaltung = oder zumindest $\approx PLTR 1$

KONTR = 0 : Keine Protokollierung von Zwischenergebnissen

KONTR = 1 : Protokollierung von Zwischenergebnissen

Alle weiteren Informationen über die Eingabedaten, deren Bedeutung und die Reihenfolge des Einlesens sind der nachfolgenden Tab. 2 zu entnehmen. Ein Rechenlauf benötigt insgesamt 72 (zweiundsiebzig) Einzeldaten.

E I N G A B E D A T E N THEDYBER

QEL	[MW]	= Elektr. Leistung des Reaktors
GTIPK		= Steuergrösse ... 1=Reihenschalt. 0= Parallelschalt.
ZWUE		= Steuergrösse ... 1=mit ZWUE 0= ohne ZWUE
PRA	[at]	= Reaktoraustrittsdruck
TRA	[C]	= Reaktoraustrittstemp.
DPR	[at]	= Druckverlust im Reaktor
ETANO		= Nettowirkungsgrad geschätzt
PGTAPS	[at]	= Austrittsdruck Hpt.Gebh.Turb.Parallelschaltung ...
ETAIGT		= Innerer Wirkungsgrad Hpt.Gebh.Turb.
ETAMGT		= Mech. Wirkungsgrad Hpt.Gebh.Turb.
RHO03		= Konst. für Iterationsgenauigkeit in Prg.Phase 2...
PLTTR1	[at]	= Trenndruck HD-MD-Teil Leistungsturbine
PLTTR2	[at]	= Trenndruck MD-ND-Teil Leistungsturbine
PLTND	[at]	= Austrittsdruck ND-Teil Leistungsturbine
ETAHHD		= Innerer Wirkungsgrad HD-Teil Leistungsturbine
ETAHMD		= Innerer Wirkungsgrad MD-Teil Leistungsturbine
ETAHND		= Innerer Wirkungsgrad ND-Teil Leistungsturbine
ETAMLT		= Mech. Wirkungsgrad Leistungsturbine
PKES	[at]	= Eintrittsdruck des Kühlwassers Kond. Sek.....
TKES	[C]	= Eintrittstemp. des Kühlwassers Kond. Sek.....
ETAIKP		= Innerer Wirkungsgrad Kondensatpumpe
ETAMKP		= Mech. Wirkungsgrad Kondensatpumpe(x).
N		= Gesamtanzahl der Vorwärmer(x).
M		= Anzahl der Vorwärmer bis zur Speisewasserpumpe ...

Tab. 2: Liste der Eingabeparameter

EPSIVS = Ausnutzungsgrad der Vorwärmer
 DPVS [at] = Druckverlust je Vorwärmer Sek.
 VF = Verlustfaktor der ausgetauschten Wärme.....
 RH010 = Konst. f. Iterationsgenauigkeit in Prg.REVOS
 ETAISP = Innerer Wirkungsgrad Speisewasserpumpe
 ETAMSP = Mech. Wirkungsgrad Speisewasserpumpe
 DTUE [C] = Restüberhitzungstemp. im Verdampfer
 DPVD [at] = Druckverlust im Verdampfer
 DTVD [C] = Unterkühlung des Speisewassers
 DPVCEO [at] = Geod. Wasserhöhe im Verdampfer
 DPRUCK [at] = Druckverlust durch Rückschlagklappe
 ETAIHG = Innerer Wirkungsgrad Hpt.Gebf.
 ETAMHG = Mech. Wirkungsgrad Hpt.Gebf.
 DTZWGR [C] = Grädigkeit des Zwischenüberhitzers
 DPZWP [at] = Druckverlust Zwischenüberhitzer Prim.
 DTZWP [C] = Temp.Verlust Zwischenüberhitzer Prim.
 DPZWS [at] = Druckverlust Zwischenüberhitzer Sek.
 EIGEN [MW] = Eigenbedarf
 ETAGEN = Wirkungsgrad des Generators
 RH012 = Konst. f. Iterationsgenauigkeit in Prg.POWER.....
 PSPWKE [at] = Druck Eintritt Speisewasserkessel
PMAN [at] = **Manometrische Druckhöhe**
 KONTR = Steuergrösse: Protokollierung v.Zwischenwerten.(x).
 XLIMIT [kg/kg] = Grenzdampfweichte ND-Teil
 XF [%] = Korrekturfaktor für ND-Teil

Druck- und Temperaturverluste in den Übertragungsleitungen

DPLVHG	[at]	=	Druckverlust Verdampfer-Hpt.-Gebbl.
DPLRZW	[at]	=	Druckverlust Reaktor-Zwischenüberhitzer
DTLRZW	[C]	=	Temp.Verlust Reaktor-Zwischenüberhitzer
DPLRLT	[at]	=	Druckverlust Reaktor-Leistungsturbine
DTLRLT	[C]	=	Temp.-Verlust Reaktor-Leistungsturbine
DPLRGT	[at]	=	Druckverlust Reaktor-Hpt.Gebbl.Turbine
DTLRGT	[C]	=	Temp.Verlust Reaktor-Hpt.Gebbl.Turbine
DPLRVD	[at]	=	Druckverlust Reaktor-Verdampfer
DTLRVD	[C]	=	Temp.Verlust Reaktor-Verdampfer
DPLHGR	[at]	=	Druckverlust Hpt.Gebbl.-Reaktor
DTLHGR	[C]	=	Temp.-Verlust Hpt.Gebbl.-Reaktor.....
DPLGTL	[at]	=	Druckverlust Hpt.Gebbl.Turbine-Leistungsturbine ...
DTLGTL	[C]	=	Temp.Verlust Hpt.Gebbl.Turbine-Leistungsturbine ...
DPLLTZ	[at]	=	Druckverlust Leistungsturbine-Zwischenüberhitzer .
DTLLTZ	[C]	=	Temp.-Verlust Leistungsturbine-Zwischenüberhitzer
DPLZWV	[at]	=	Druckverlust Zwischenüberhitzer-Verdampfer
DTLZWV	[C]	=	Temp.Verlust Zwischenüberhitzer-Verdampfer
DPLKKP	[at]	=	Druckverlust Kondensator-Kondensatpumpe
DTLKKP	[C]	=	Temperaturverlust Kondensator-Kondensatpumpe
DPLKPV	[at]	=	Druckverlust Kondensatpumpe-1.Vorwärmer
DTLKPV	[C]	=	Temp.Verlust Kondensatpumpe-1. Vorwärmer
DWLVLТ	[kcal/kg]	=	Wärmeverlust in den Anzapfdampfleitungen
DPLVLT	[%]	=	Prozent. Druckverlust in den Anzapfdampfltg.

(*) : Zahlen vom Typ "INTEGER"

2. Ausgabe der Endergebnisse

2.01) Reaktor:

PRE	[ata]	= Druck am Reaktoreintritt
TRE	[°C]	= Temperatur am Reaktoreintritt
ERE	[kcal/kg]	= Enthalpie am Reaktoreintritt
DRE	[kg/h]	= Durchsatzmenge
PRA	[ata]	= Druck am Reaktoraustritt
TRA	[°C]	= Temperatur am Reaktoraustritt
ERA	[kcal/kg]	= Enthalpie am Reaktoraustritt
QTHR	[MW]	= Thermische Reaktorleistung

2.02) Hauptgebläse:

PHGE	[ata]	= Druck am Hauptgebläseeintritt
THGE	[°C]	= Temperatur am Hauptgebläseeintritt
EHGE	[kcal/kg]	= Enthalpie am Hauptgebläseeintritt
DHG	[kg/h]	= Durchsatzmenge
PHGA	[ata]	= Druck am Hauptgebläseaustritt
THGA	[°C]	= Temperatur am Hauptgebläseaustritt
EHGA	[kcal/kg]	= Enthalpie am Hauptgebläseaustritt
QHG	[MW]	= Antriebsleistung

2.03) Gebläseantriebsturbine:

PGTE [ata]	= Druck am Gebläseturbineneintritt
TGTE [°C]	= Temperatur am Gebläseturbineneintritt
EGTE [kcal/kg]	= Enthalpie am Gebläseturbineneintritt
DGT [kg/h]	= Durchsatzmenge
PGTA [ata]	= Druck am Gebläseturbinenaustritt
TGTA [°C]	= Temperatur am Gebläseturbinenaustritt
EGTA [kcal/kg]	= Enthalpie am Gebläseturbinenaustritt
QGT [MW]	= Leistung der Gebläseturbine

2.04) Leistungsturbine:

PLTHDE [ata]	= Druck am Eintritt des HD-Teils der Leistungs-Turbine
TLTHDE [°C]	= Temperatur am Eintritt des HD-Teils der Leistungs-Turbine
ELTHDE [kcal/kg]	= Enthalpie am Eintritt des HD-Teils der Leistungs-Turbine
DLTE [kg/h]	= Durchsatzmenge durch den HD-Teil
PLTHDA [ata]	= Druck am Austritt des HD-Teils der Leistungs-Turbine
TLTHDA [°C]	= Temperatur am Austritt des HD-Teils der Leistungs-Turbine
ELTHDA [kcal/kg]	= Enthalpie am Austritt des HD-Teils der Leistungs-Turbine
XDFLTH [kg/kg]	= <u>Dampf</u> feuchte am Austritt des HD-Teils der Leistungs-Turbine
ETAHHD	= Innerer Wirkungsgrad des HD-Teils der Leistungs-Turbine

PLTMDE [ata]	= Druck am Eintritt des MD-Teils der Leistungs-Turbine
TLTMDE [°C]	= Temperatur am Eintritt des MD-Teils der Leistungs-Turbine
ELTMDE [kcal/kg]	= Enthalpie am Eintritt des MD-Teils der Leistungs-Turbine
DLTM [kg/h]	= Durchsatzmenge am Eintritt in den MD-Teil
PLTMDA [ata]	= Druck am Austritt des MD-Teils der Leistungs-Turbine
TLTMDA [°C]	= Temperatur am Austritt des MD-Teils der Leistungs-Turbine
ELTMDA [kcal/kg]	= Enthalpie am Austritt des MD-Teils der Leistungs-Turbine
XDFLTM [kg/kg]	= Dampffuchte am Austritt des MD-Teils
ETAIMD	= Wirkungsgrad des MD-Teils der Leistungs-Turbine
PLTNDE [ata]	= Druck am Eintritt des ND-Teils der Leistungs-Turbine
TLTNDE [°C]	= Temperatur am Eintritt des ND-Teils der Leistungs-Turbine
ELTNDE [kcal/kg]	= Enthalpie am Eintritt des ND-Teils der Leistungs-Turbine
DLTA [kg/h]	= Durchsatzmenge am Austritt aus dem ND-Teil
PLTNDA [ata]	= Druck am Austritt des ND-Teils der Leistungs-Turbine
TLTNDA [°C]	= Temperatur am Austritt des ND-Teils der Leistungs-Turbine
ELTNDA [kcal/kg]	= Enthalpie am Austritt des ND-Teils der Leistungs-Turbine
XDFLTN [kg/kg]	= Dampffuchte am Austritt des ND-Teils der Leistungs-Turbine
ETAIND	= Innerer Wirkungsgrad des ND-Teils der Leistungs-Turbine

2.05) Zustandsgrößen der Anzapfdampfmengen
an der Leistungsturbine:

PLTAN i [ata]	= Druck an der i-ten Anzapfung
TLTAN i [°C]	= Temperatur an der i-ten Anzapfung
ELTAN i [kcal/kg]	= Enthalpie an der i-ten Anzapfung
DAN i [kg/h]	= Durchsatzmenge an der i-ten Anzapfung
XLTAN i [kg/kg]	= Dampfeuchte an der i-ten Anzapfung

2.06) Zwischenüberhitzer:

PZWEP [ata]	= Druck am Eintritt Zwischenüberhitzer primär
TZWEP [°C]	= Temperatur am Eintritt Zwischenüberhitzer primär
EZWEP [kcal/kg]	= Enthalpie am Eintritt Zwischenüberhitzer primär
DZWP [kg/h]	= Durchsatzmenge primär
PZWAP [ata]	= Druck am Austritt Zwischenüberhitzer primär
TZWAP [°C]	= Temperatur am Austritt Zwischenüberhitzer primär
EZWAP [kcal/kg]	= Enthalpie am Austritt Zwischenüberhitzer primär
PZWES [ata]	= Druck am Eintritt Zwischenüberhitzer sekundär
TZWES [°C]	= Temperatur am Eintritt Zwischenüberhitzer sekundär
EZWES [kcal/kg]	= Enthalpie am Eintritt Zwischenüberhitzer sekundär
DZWS [kg/h]	= Durchsatzmenge sekundär
PZWAS [ata]	= Druck am Austritt Zwischenüberhitzer sekundär
TZWAS [°C]	= Temperatur am Austritt Zwischenüberhitzer sekundär
EZWAS [kcal/kg]	= Enthalpie am Austritt Zwischenüberhitzer sekundär

2.07) Kondensator:

PKEP	[ata]	= Druck des Abdampfes am Eintritt
TKEP	[°C]	= Temperatur des Abdampfes am Eintritt
EKEP	[kcal/kg]	= Enthalpie des Abdampfes am Eintritt
DKEP	[kg/h]	= Durchsatzmenge Abdampf
PKAP	[ata]	= Druck des Kondensates am Austritt
TKAP	[°C]	= Temperatur des Kondensates am Austritt
EKAP	[kcal/h]	= Enthalpie des Kondensates am Austritt
PKES	[ata]	= Druck des Kühlwassers am Eintritt
TKES	[°C]	= Temperatur des Kühlwassers am Eintritt
EKES	[kcal/kg]	= Enthalpie des Kühlwassers am Eintritt
DKES	[kg/h]	= Durchsatzmenge Kühlwasser
PKAS	[ata]	= Druck des Kühlwassers am Austritt
TKAS	[°C]	= Temperatur des Kühlwassers am Austritt
EKAS	[kcal/kg]	= Enthalpie des Kühlwassers am Austritt
QK	[MW]	= Leistung des Kondensators

3.08) Kondensatpumpe:

PKPE	[ata]	= Druck am Eintritt in die Kondensatpumpe
TKPE	[°C]	= Temperatur am Eintritt in die Kondensatpumpe
EKPE	[kcal/kg]	= Enthalpie am Eintritt in die Kondensatpumpe
DKP	[kg/h]	= Durchsatzmenge
PKPA	[ata]	= Druck am Austritt aus der Kondensatpumpe
TKPA	[°C]	= Temperatur am Austritt aus der Kondensatpumpe
EKPA	[kcal/kg]	= Enthalpie am Austritt aus der Kondensatpumpe
QKP	[MW]	= Antriebsleistung

3.09) Regenerative Speisewasservorwärmung

PVES i	[ata]	= Druck am Eintritt des i-ten Vorwärmers sekundär
TVES i	[°C]	= Temperatur am Eintritt des i-ten Vorwärmers sekundär
EVES i	[kcal/kg]	= Enthalpie am Eintritt des i-ten Vorwärmers sekundär
DVES i	[kg/h]	= Speisewassermenge am Eintritt
PVAS i	[ata]	= Druck am Austritt des i-ten Vorwärmers sekundär
TVAS i	[°C]	= Temperatur am Austritt des i-ten Vorwärmers sekundär
EVAS i	[kcal/kg]	= Enthalpie am Austritt des i-ten Vorwärmers sekundär
DVAS i	[kg/h]	= Speisewassermenge am Austritt

PVEP i	[ata]	= Druck des Anzapfdampfes am i-ten Vorwärmer
TVEP i	[°C]	= Temperatur des Anzapfdampfes am i-ten Vorwärmer
EVEP i	[kcal/kg]	= Enthalpie des Anzapfdampfes am i-ten Vorwärmer
DVEP i	[kg/h]	= Anzapfdampfmenge

2.10) Speisewasserpumpe:

PSPWPE	[ata]	= Druck am Eintritt in die Speisewasserpumpe
TSPWPE	[°C]	= Temperatur am Eintritt in die Speisewasserpumpe
ESPWPE	[kcal/kg]	= Enthalpie am Eintritt in die Speisewasserpumpe
DSPWP	[kg/h]	= Durchsatzmenge
PSPWPA	[ata]	= Druck am Austritt der Speisewasserpumpe
TSPWPA	[°C]	= Temperatur am Austritt der Speisewasserpumpe
ESPWPA	[kcal/kg]	= Enthalpie am Austritt der Speisewasserpumpe
QSPWP	[MW]	= Antriebsleistung

2.11) Verdampfer:

PVDE	[ata]	= Druck des Heissdampfes am Verdampfer-Eintritt
TVDE	[°C]	= Temperatur des Heissdampfes am Verdampfer-Eintritt
EVDE	[kcal/kg]	= Enthalpie des Heissdampfes am Verdampfer-Eintritt
DRVD	[kg/h]	= Heissdampfmenge

PSPWVD	[ata]	= Druck des Speisewassers am Verdampfer-Eintritt
TSPWVD	[°C]	= Temperatur des Speisewassers am Verdampfer-Eintritt
ESPWVD	[kcal/kg]	= Enthalpie des Speisewassers am Verdampfer-Eintritt
DSPWVD	[kg/h]	= Speisewassermenge
PVDA	[ata]	= Druck des erzeugten Dampfes
TVDA	[°C]	= Temperatur des erzeugten Dampfes
EVDA	[kcal/kg]	= Enthalpie des erzeugten Dampfes
DVDA	[kg/h]	= Erzeugte Dampfmenge

2.12) Leistungen und Wirkungsgrade:

QEL	[MW]	= Elektrische Nettoleistung
QTHR	[MW]	= Thermische Reaktorleistung
QHG	[MW]	= Antriebsleistung für das Hauptgebläse
QGT	[MW]	= Leistung der Gebläseantriebsturbine
QLT	[MW]	= Leistung der Leistungsturbine
QKOND	[MW]	= An das Kühlwasser abgeführte Kondensator-Leistung
QKP	[MW]	= Antriebsleistung der Kondensatpumpe
QSPWP	[MW]	= Antriebsleistung der Speisewasserpumpe
QKWP	[MW]	= Antriebsleistung der Kühlwasserpumpe
QEIGEN	[MW]	= Leistungsentnahme durch gesamten Eigenbedarf
QVKUMP	[MW]	= Antriebsleistung der Vorwärmer-Kondensatpumpen
QGEN	[MW]	= Leistung des Generators
ETAPR	[%]	= Prozesswirkungsgrad
ETAN	[%]	= Nettowirkungsgrad

3. Erläuterung der Kommentartexte

Während eines Rechenlaufes können wiederholt vom Programm Kommentare ausgedruckt werden, die den Benutzer auf Schwierigkeiten während des Programmablaufes hinweisen oder die Ursache bekannt geben, die zum Abbruch des aktuellen Rechenlaufes geführt haben.

3.01) "KEINE KONVERGENZ IM PROGRAMMTEIL SEX"

- a) Ursache: Der Schnittpunkt zwischen Expansionslinie des MD- oder ND-Teiles und der Sättigungskurve kann nicht gefunden werden.

- b) Abhilfe: 1) Eingabedaten auf Richtigkeit überprüfen.
2) Überprüfung des Expansionsverlaufes und Korrektur der entsprechenden Eingabewerte.

3.02) "KEINE KONVERGENZ IM PROGRAMMTEIL REVOS"

- a) Ursache: Das Verfahren zur iterativen Berechnung von DTVS (Teilaufwärmspanne) konvergiert zu langsam.

- b) Abhilfe: 1) Das Programm führt selbständig Korrekturen durch, die zur Erzeugung des Kommentars führten.
2) Tritt der Kommentar wiederholt auf, so ist eine Überprüfung der Eingabedaten ratsam.

3.03) "DEFINITIONSBEREICH VON WI ÜBERSCHRITTEN
PVES i = ...TVS i = ..."

- a) Ursache: Bei der Berechnung des i-ten Vorwärmers liegen Druck oder Temperatur nicht im Definitionsbereich der Funktion WI(P,T).
- b) Abhilfe: 1) Für: $i \leq M$: Den Druck PSPWKE [ata] geringfügig erhöhen, damit folgende Beziehung erfüllt wird:
TVES(I) < TS (PSPWKE).
- 2) Für: $i > M$: Erhöhung des Wertes DTVD für die Speisewasserunterkühlungstemperatur.
- 3) Überprüfung der Eingabedaten.

3.04) "KEINE KONVERGENZ IN WTPE P = E = ..."

- a) Ursache: Eingangsparameter in die Funktion zur iterativen Bestimmung von $T = f(P, E)$, beschreiben keinen Wasserzustand.
- b) Abhilfe: 1) Eingabedaten überprüfen.

Die Verfasser danken Herrn Ing. H. Schmidt für seine wertvollen Hinweise und die Unterstützung bei der Erstellung des Programms.

XI. Vorgesehene Ausbaustufen der Programmgruppe THEDYBER

1. Berechnung von Kreisprozessen im überkritischen Bereich

Ein Entwicklungspotential des dampfgekühlten schnellen Brutreaktors besteht in der Anwendung überkritischen Dampfzustandes. - Es ist daher vorgesehen, die Programmgruppe THEDYBER dahingehend zu entwickeln, dass auch Kreisprozesse im Gebiet überkritischen Dampfzustandes und unterschiedlicher Schaltung berechnet werden können.

2. Zwischenerhitzung und Entwässerung am ND-Teil der Leistungsturbine

Um die Dampffeuchte im ND-Teil der Leistungsturbine in zulässigen Grenzen zu halten, ist beabsichtigt, spezielle Programme in die Programmgruppe THEDYBER einzufügen, welche eine Zwischenerhitzung des Abdampfes aus dem MD-Teil sowie Entwässerungen im ND-Teil der Leistungsturbine berechnen (vorgesehener Programmteil: SUBROUTINE "PHASE 5").

3. Verkopplung mit einem Core-Berechnungsprogramm

Als weitere Ausbaustufe ist vorgesehen, das Programm THEDYBER mit einem Core-Berechnungs-Programm zu verkoppeln. - Diese Erweiterung kann nach Inbetriebnahme der grösseren Rechenmaschine IBM 360/65 in Angriff genommen werden (vorgesehener Programmteil: "COBRA").

4. Berechnung der Rohrleitungsverluste

Um die Druck- und Temperaturverluste in den Rohrleitungen, die z.Z. als feste Eingabewerte berücksichtigt werden, erfassen zu können, soll eine neue Programmgruppe erstellt werden, die diese Verluste berechnet. - Grundlagen eines solchen Programmes sind gewisse technische Charakteristiken eines vorgegebenen Rohrleitungsplanes wie z.B. Rohrlänge und Durchmesser, Krümmung und Bogenlänge, Rauigkeit und Wärmeabstrahlungsgrösse, u.a.m. Das vorgesehene Programm wird die Übertragungsverluste zwischen den Bauelementen numerisch erfassen und an das Kreisprozessberechnungsprogramm ("THEDYBER") weiterleiten.

(vorgesehener Programmteil: "VIRUS")

5. Graphische Darstellung von Endergebnissen und Parameterkombinationen

Es ist vorgesehen, einen Programmanhang zu schaffen, der es dem Benutzer gestattet, beliebig wählbare Parameter oder Parameterkombinationen zur einfacheren Übersichtlichkeit der funktionellen Zusammenhänge graphisch darstellen zu lassen. - Ein solches Programm übernimmt die vom Benutzer zur graphischen Darstellung ausgewählten Werte mehrerer zusammenhängender Rechenläufe für thermodynamische Kreisprozesse und bereitet sie für ein Daten-Zeichengerät vor.

(vorgesehener Programmteil "COMPLOTT")

XII. Anhang

1. Demonstrationslisten für die Ein- und Ausgabe

Die Zusammenstellung der Listen mit den Ein- und Ausgabewerten unterscheiden sich in folgenden charakteristischen Merkmalen:

- 1) Gebläse-Turbinen-Reihenschaltung ohne Zwischenüberhitzung,
- 2) Gebläse-Turbinen-Reihenschaltung mit Zwischenüberhitzung,
- 3) Gebläse-Turbinen-Parallelschaltung ohne Zwischenüberhitzung,
- 4) Gebläse-Turbinen-Parallelschaltung mit Zwischenüberhitzung.

THECYBER

THERMODYNAMISCHER DAMPFKUEHLUNGSKREISPROZESS NR. 1
HAUPTGEBLAESETURBINE IN REIHENSCHALTUNG
OHNE ZWISCHENUEBERHITZUNG

DATENEINGABESYSTEM

GEL = 1000.000 MW	PRA = 139.290 AT	DPR = 10.710 AT	TRA = 500.000 C
ETAIGT= 0.760	ETAMGT= 0.950	PGTAPS= 30.000 AT	
PLTTR1= 30.000 AT	PLTTR2= 3.000 AT	PLTND= 0.040 AT	XLIMIT= 0.890 KG/KG
ETAIRD= 0.810	ETAIRD= 0.840	ETAIND= 0.865	ETAMLT= 0.980
XF = 42.900 0/0			
PKES = 2.000 AT	TKES = 15.000 C	ETAIKP= 0.800	ETAMKP= 0.980
EPSIVS= 0.900	DPVS = 3.000 AT	VF = 1.500 0/0	
CTUE = 0.000 C	DPVD = 0.500 AT	DTVD = 112.000 C	DPVGEO= 0.025 AT
CPRUCK= 0.500 AT			
ETAISP= 0.800	ETAMSP= 0.980	ETAIHG= 0.780	ETAMHG= 0.950
DTZwGR= 30.000 C	DPZWP = 1.000 AT	DTZWP = 2.000 C	DPZWS = 0.700 AT
ANVCG = 5	ANVON = 2		
PSPwKE= 7.000 AT	PMAN = 1.000 AT	EIGEN = 20.000 MW	ETAGEN= 0.980

DRUCK-UND TEMPERATURVERLUST IN DEN LEITUNGEN

DPLVFG= 0.500 AT	DPLRZW= 0.500 AT	DTLRZW= 1.000 C	DPLRLT= 10.000 AT
DTLRLT= 5.000 C	DPLRGT= 0.200 AT	DTLRGT= 1.000 C	DPLRVD= 0.300 AT
DTLRVD= 1.000 C	DPLHGR= 0.300 AT	DTLHGR= 1.000 C	DPLGTL= 10.000 AT
DTLCTL= 5.000 C	DPLLTZ= 1.000 AT	DTLLTZ= 1.000 C	DPLZWV= 0.200 AT
DTLZWV= 1.000 C	DPLKPP= 0.000 AT	DTLKPP= 0.000 C	DPLKPV= 1.000 AT
DTLKPV= 1.000 C	DWLVLV= 2.000 KCAL/KG	DPLVLT= 2.000 0/0	

KONSTANTEN FUER ITERATIONSGENAUIGKEIT

RHO03 = 0.001000	RHO10 = 0.000100	RHO12 = 0.000100
------------------	------------------	------------------

CATENAUSGABESYSTEM

REAKTOR

PRE = 150.000 AT TRE = 344.549 C ERE = 635.447 KCAL/KG DRE = 14760896.000 KG/H
 PRA = 139.290 AT TRA = 500.000 C ERA = 795.415 KCAL/KG QTHR = 2745.657 MW

HAUPTGEBLAESE

PHGE = 137.990 AT THGE = 334.277 C EHGE = 632.968 KCAL/KG DHG = 14760896.000 KG/H
 PHGA = 150.300 AT THGA = 345.549 C EHGA = 637.295 KCAL/KG QHG = 78.171 MW

HAUPTGEBLAESETURBINE IN REIHENSCHALTUNG

PGTE = 139.090 AT TGTE = 499.000 C EGTE = 794.807 KCAL/KG DGT = 4243929.800 KG/H
 PGTA = 104.614 AT TGTA = 458.241 C EGTA = 778.967 KCAL/KG QGT = 78.171 MW

LEISTUNGSTURBINENSATZ

PLTHDE= 94.614 AT	TLTHDE= 453.241 C	ELTHDE= 779.209 KCAL/KG	DLTE = 4243929.800 KG/H	
PLTHDA= 30.000 AT	TLTHDA= 306.977 C	ELTHDA= 719.821 KCAL/KG	XDFLTH= 1.000 KG/KG	ETAHID= 0.810
PLTMDE= 30.000 AT	TLTMDE= 306.977 C	ELTMDE= 719.821 KCAL/KG	DLTM = 4243929.800 KG/H	
PLTMCA= 3.000 AT	TLTMCA= 132.843 C	ELTMCA= 627.932 KCAL/KG	XDFLTM= 0.957 KG/KG	ETAIMD= 0.840
PLTNDE= 3.000 AT	TLTNDE= 132.843 C	ELTNDE= 627.932 KCAL/KG	DLTA = 2902066.000 KG/H	
PLTNCA= 0.040 AT	TLTNDA= 28.682 C	ELTNDA= 545.874 KCAL/KG	XDFLTN= 0.890 KG/KG	ETAIND= 0.578

ZUSTANDSGROESSEN DER ANZAPFDAEMPFE DER LEISTUNGSTURBINE

PLTAN1= 0.329 AT	TLTAN1= 70.833 C	ELTAN1= 586.074 KCAL/KG	DAN 1= 217356.290 KG/H	XLTAN1= 0.926 KG/KG
PLTAN2= 1.438 AT	TLTAN2= 109.534 C	ELTAN2= 620.333 KCAL/KG	DAN 2= 236889.800 KG/H	XLTAN2= 0.959 KG/KG
PLTAN3= 4.868 AT	TLTAN3= 150.087 C	ELTAN3= 645.304 KCAL/KG	DAN 3= 265184.340 KG/H	XLTAN3= 0.980 KG/KG
PLTAN4= 12.438 AT	TLTAN4= 227.008 C	ELTAN4= 688.705 KCAL/KG	DAN 4= 288974.470 KG/H	XLTAN4= 1.000 KG/KG
PLTAN5= 27.124 AT	TLTAN5= 297.281 C	ELTAN5= 716.146 KCAL/KG	DAN 5= 333458.920 KG/H	XLTAN5= 1.000 KG/KG

KONDENSATOR

PKEP = 0.040 AT	TKEP = 28.682 C	EKEP = 545.874 KCAL/KG	DKEP = 2664096.500 KG/H
PKAP = 0.040 AT	TKAP = 28.682 C	EKAP = 28.652 KCAL/KG	
PKES = 2.000 AT	TKES = 15.000 C	EKES = 15.063 KCAL/KG	DKES = 133204820.00 KG/H
PKAS = 2.000 AT	TKAS = 25.369 C	EKAS = 25.408 KCAL/KG	QK = 1602.242 MW

KONDENSATPUMPE

RKPE = 0.040 AT	TKPE = 28.682 C	EKPE = 28.652 KCAL/KG	DKP = 2902066.000 KG/H
PKPA = 14.000 AT	TKPA = 28.782 C	EKPA = 29.063 KCAL/KG	QKP = 1.412 MW

REGENERATIVE SPEISEWASSERVORWAERMUNG

1. NIEDERDRUCKVORWAERMER

PVES 1= 13.000 AT	TVES 1= 27.782 C	EVES 1= 28.033 KCAL/KG	DVES 1= 2902065.800 KG/H
PVAS 1= 10.000 AT	TVAS 1= 66.103 C	EVAS 1= 66.205 KCAL/KG	DVAS 1= 3119422.100 KG/H
PVEP 1= 0.323 AT	TVEP 1= 70.361 C	EVEP 1= 584.074 KCAL/KG	DVEP 1= 217356.290 KG/H

2. NIEDERDRUCKVORWAERMER

PVES 2= 10.000 AT	TVES 2= 66.364 C	EVES 2= 66.470 KCAL/KG	DVES 2= 3119422.100 KG/H
PVAS 2= 7.000 AT	TVAS 2= 104.685 C	EVAS 2= 104.845 KCAL/KG	DVAS 2= 3356311.900 KG/H
PVEP 2= 1.410 AT	TVEP 2= 108.943 C	EVEP 2= 618.333 KCAL/KG	DVEP 2= 236889.800 KG/H

SPEISEWASSERPUMPE

RSPWPE= 8.000 AT	TSPWPE= 104.948 C	ESPWPE= 105.122 KCAL/KG	DSPWP = 3119422.100 KG/H
RSPWPA= 148.015 AT	TSPWPA= 106.795 C	ESPWPA= 109.416 KCAL/KG	QSPWP = 15.892 MW

3. HOCHDRUCKVORWAERMER

PVES 3= 148.015 AT	TVES 3= 106.795 C	EVES 3= 109.416 KCAL/KG	DVES 3= 3356311.900 KG/H
PVAS 3= 145.015 AT	TVAS 3= 145.116 C	EVAS 3= 147.932 KCAL/KG	DVAS 3= 3621496.300 KG/H
PVEP 3= 4.773 AT	TVEP 3= 149.373 C	EVEP 3= 643.304 KCAL/KG	DVEP 3= 265184.340 KG/H

4. HOCHDRUCKVORWAERMER

PVES 4= 145.015 AT	TVES 4= 145.223 C	EVES 4= 148.085 KCAL/KG	DVES 4= 3621496.300 KG/H
PVAS 4= 142.015 AT	TVAS 4= 183.544 C	EVAS 4= 187.299 KCAL/KG	DVAS 4= 3910470.800 KG/H
PVEP 4= 12.189 AT	TVEP 4= 222.925 C	EVEP 4= 686.705 KCAL/KG	DVEP 4= 288974.470 KG/H

5. HOCHDRUCKVORWAERMER

PVES 5= 142.015 AT	TVES 5= 183.613 C	EVES 5= 187.518 KCAL/KG	DVES 5= 3910470.800 KG/H
PVAS 5= 139.015 AT	TVAS 5= 221.935 C	EVAS 5= 228.285 KCAL/KG	DVAS 5= 4243929.800 KG/H
PVEP 5= 26.582 AT	TVEP 5= 293.165 C	EVEP 5= 714.146 KCAL/KG	DVEP 5= 333458.920 KG/H

VERDAMPFER

PVDE = 138.990 AT	TVDE = 499.000 C	EVDE = 794.837 KCAL/KG	DRV D = 10516966.000 KG/H
PSPWVD= 139.015 AT	TSPWVD= 222.277 C	ESPWVD= 228.517 KCAL/KG	DSPWVD= 4243929.800 KG/H
PVDA = 138.490 AT	TVDA = 334.277 C	EVDA = 632.013 KCAL/KG	DVDA = 14760895.000 KG/H

LEISTUNGEN UND WIRKUNGSGRAD E

QEL = 1000.000 MW	QTHR = 2745.657 MW	QHG = 78.171 MW	QGT = 78.171 MW
QLT = 1078.335 MW	QKOND = 1602.242 MW	QKP = 1.412 MW	QSPWP = 15.892 MW
QKWP = 13.891 MW	QEIGEN= 56.806 MW	ETAPR = 38.489 0/0	ETAN = 36.420 0/0
QVKUMP= 5.611 MW	QGEN = 1056.769 MW		

147

THEDYBER

THERMODYNAMISCHER DAMPFKUEHLUNGSKREISPROZESS NR. 2
HAUPTGEBLAESETURBINE IN REIHENSCHALTUNG
MIT ZWISCHENUEBERHITZUNG

DATENEINGABESYSTEM

CEL =	1000.000 MW	PRA =	139.290 AT	DPR =	10.710 AT	TRA =	500.000 C
ETAIGT=	0.760	ETAMGT=	0.950	PGTAPS=	30.000 AT		
PLTTR1=	30.000 AT	PLTTR2=	3.000 AT	PLTND=	0.040 AT	XLIMIT=	0.890 KG/KG
ETAIND=	0.810	ETAIND=	0.840	ETAIND=	0.865	ETAMLT=	0.980
XF =	42.900 0/0						
PKES =	2.000 AT	TKES =	15.000 C	ETAIKP=	0.800	ETAMKP=	0.980
EPSIVS=	0.900	DPVS =	3.000 AT	VF =	1.500 0/0		
DTUE =	0.000 C	DPVD =	0.500 AT	DTVD =	112.000 C	DPVGEO=	0.025 AT
DPRUCK=	0.500 AT						
ETAISP=	0.800	ETAMSP=	0.980	ETAIHG=	0.780	ETAMHG=	0.950
DTZWGR=	30.000 C	DPZWP =	1.000 AT	DTZWP =	2.000 C	DPZWS =	0.700 AT
ANVCG =	5	ANVON =	2				
PSPWKE=	7.000 AT	PMAN =	1.000 AT	EIGEN =	20.000 MW	ETAGEN=	0.980

DRUCK-UND TEMPERATURVERLUST IN DEN LEITUNGEN

BPLVHG=	0.500 AT	DPLRZW=	0.500 AT	DTLRZW=	1.000 C	DPLRLT=	10.000 AT
ETLRLT=	5.000 C	DPLRGT=	0.200 AT	DTLRGT=	1.000 C	DPLRVD=	0.300 AT
DTLRVD=	1.000 C	DPLHGR=	0.300 AT	DTLHGR=	1.000 C	DPLGTL=	10.000 AT
DTLCTL=	5.000 C	DPLLTZ=	1.000 AT	DTLLTZ=	1.000 C	DPLZWV=	0.200 AT
DTLZWV=	1.000 C	DPLKKP=	0.000 AT	DTLKKP=	0.000 C	DPLKPV=	1.000 AT
DTLKPV=	1.000 C	DWLVL=	2.000 KCAL/KG	DPLVLT=	2.000 0/0		

KONSTANTEN FUER ITERATIONSGENAUIGKEIT

RHO03 =	0.001000	RHO10 =	0.000100	RHO12 =	0.000100
---------	----------	---------	----------	---------	----------

DATENAUSGABESYSTEM

REAKTOR

PRE = 150.000 AT	TRE = 345.166 C	ERE = 636.919 KCAL/KG	DRE = 14700524.000 KG/H
PRA = 139.290 AT	TRA = 500.000 C	ERA = 795.415 KCAL/KG	QTHR = 2709.274 MW

HAUPTGEBLAESE

PHGE = 136.590 AT	THGE = 333.480 C	EHGE = 633.853 KCAL/KG	DHG = 14700524.000 KG/H
PHGA = 150.300 AT	THGA = 346.166 C	EHGA = 638.725 KCAL/KG	QHG = 87.660 MW

HAUPTGEBLAESETURBINE IN REIHENSCHALTUNG

PGTE = 139.090 AT	TGTE = 499.000 C	EGTE = 794.807 KCAL/KG	DGT = 3595885.000 KG/H
PGTA = 95.018 AT	TGTA = 445.046 C	EGTA = 773.830 KCAL/KG	QGT = 87.660 MW

LEISTUNGSTURBINENSATZ

PLTHDE= 85.018 AT	TLTHDE= 440.046 C	ELTHDE= 774.284KCAL/KG	DLTE = 3595885.000 KG/H	ETA1HD= 0.810
PLTHCA= 30.000 AT	TLTHDA= 308.335 C	ELTHDA= 720.613 KCAL/KG	XDFLTH= 1.000 KG/KG	
PLTMDE= 27.300 AT	TLTMDE= 468.000 C	ELTMDE= 809.004 KCAL/KG	DLTM = 3595885.000 KG/H	ETA1MD= 0.840
PLTMCA= 3.000 AT	TLTMDA= 216.753 C	ELTMDA= 692.678 KCAL/KG	XDFLTM= 1.000 KG/KG	
PLTNDE= 3.000 AT	TLTNDE= 216.753 C	ELTNDE= 692.678 KCAL/KG	DLTA = 2561787.600 KG/H	ETA1ND= 0.865
PLTNCA= 0.040 AT	TLTNDA= 28.682 C	ELTNDA= 553.146 KCAL/KG	XDFLTN= 0.903 KG/KG	

ZUSTANDSGROESSEN DER ANZAPFDAEMPFE DER LEISTUNGSTURBINE

PLTAN1= 0.327 AT	TLTAN1= 70.657 C	ELTAN1= 613.914 KCAL/KG	DAN 1= 181218.200 KG/H	XLTAN1= 0.976 KG/KG
PLTAN2= 1.422 AT	TLTAN2= 150.124 C	ELTAN2= 662.686 KCAL/KG	DAN 2= 191593.610 KG/H	XLTAN2= 1.000 KG/KG
PLTAN3= 4.800 AT	TLTAN3= 262.340 C	ELTAN3= 713.358 KCAL/KG	DAN 3= 203178.700 KG/H	XLTAN3= 1.000 KG/KG
PLTAN4= 12.269 AT	TLTAN4= 361.738 C	ELTAN4= 758.918 KCAL/KG	DAN 4= 219063.100 KG/H	XLTAN4= 1.000 KG/KG
PLTAN5= 26.779 AT	TLTAN5= 465.503 C	ELTAN5= 807.827 KCAL/KG	DAN 5= 239043.870 KG/H	XLTAN5= 1.000 KG/KG

ZWISCHENUEBERHITZER

PZWEP = 138.790 AT	TZWEP = 499.000 C	EZWEP = 794.896 KCAL/KG	DZWP = 11104639.000 KG/H
PZWAP = 137.790 AT	TZWAP = 455.106 C	EZWAP = 766.243 KCAL/KG	
PZVES = 29.000 AT	TZVES = 307.335 C	EZVES = 720.691 KCAL/KG	DZWS = 3595885.000 KG/H
PZWAS = 28.300 AT	TZWAS = 469.000 C	EZWAS = 809.244 KCAL/KG	

KONDENSATOR

RKEP = 0.040 AT	TKEP = 28.682 C	EKEP = 553.146 KCAL/KG	DKEP = 2561787.600 KG/H
PKAP = 0.040 AT	TKAP = 28.682 C	EKAP = 28.652 KCAL/KG	
PKES = 2.000 AT	TKES = 15.000 C	EKES = 15.063 KCAL/KG	DKES = 128089380.00 KG/H
PKAS = 2.000 AT	TKAS = 25.514 C	EKAS = 25.553 KCAL/KG	QK = 1562.373 MW

KONDENSATPUMPE

RKPE = 0.040 AT	TKPE = 28.682 C	EKPE = 28.652 KCAL/KG	DKP = 2561787.600 KG/H
PKPA = 14.000 AT	TKPA = 28.782 C	EKPA = 29.063 KCAL/KG	QKP = 1.246 MW

REGENERATIVE SPEISEWASSERVORWAERMUNG

1. NIEDERDRUCKVORWAERMER

PVES 1= 13.000 AT	TVES 1= 27.782 C	EVES 1= 28.033 KCAL/KG	DVES 1= 2561787.400 KG/H
PVAS 1= 10.000 AT	TVAS 1= 65.946 C	EVAS 1= 66.038 KCAL/KG	DVAS 1= 2743005.600 KG/H
PVEP 1= 0.320 AT	TVEP 1= 70.186 C	EVEP 1= 611.914 KCAL/KG	DVEP 1= 181218.200 KG/H

2. NIEDERDRUCKVORWAERMER

PVES 2= 10.000 AT	TVES 2= 66.200 C	EVES 2= 66.290 KCAL/KG	DVES 2= 2743005.600 KG/H
PVAS 2= 7.000 AT	TVAS 2= 104.363 C	EVAS 2= 104.523 KCAL/KG	DVAS 2= 2934599.300 KG/H
PVEP 2= 1.393 AT	TVEP 2= 145.821 C	EVEP 2= 660.686 KCAL/KG	DVEP 2= 191593.610 KG/H

SPEISEWASSERPUMPE

PSPWPE= 8.000 AT	TSPWPE= 104.609 C	ESPWPE= 104.779 KCAL/KG	DSPWP = 2743005.600 KG/H
PSPWPA= 146.615 AT	TSPWPA= 106.447 C	ESPWPA= 109.029 KCAL/KG	QSPWP = 13.831 MW

3. HOCHDRUCKVORWAERMER

PVES 3= 146.615 AT	TVES 3= 106.447 C	EVES 3= 109.029 KCAL/KG	DVES 3= 2934599.300 KG/H
PVAS 3= 143.615 AT	TVAS 3= 144.611 C	EVAS 3= 147.455 KCAL/KG	DVAS 3= 3137778.000 KG/H
PVEP 3= 4.704 AT	TVEP 3= 258.115 C	EVEP 3= 711.358 KCAL/KG	DVEP 3= 203178.700 KG/H

4. HOCHDRUCKVORWAERMER

PVES 4= 143.615 AT
PVAS 4= 140.615 AT
RVEP 4= 12.024 AT

TVES 4= 144.780 C
TVAS 4= 182.944 C
TVEP 4= 357.602 C

EVES 4= 147.589 KCAL/KG
EVAS 4= 186.765 KCAL/KG
EVEP 4= 756.918 KCAL/KG

DVES 4= 3137778.000 KG/H
DVAS 4= 3356841.100 KG/H
DVEP 4= 219063.100 KG/H

5. HOCHDRUCKVORWAERMER

PVES 5= 140.615 AT
PVAS 5= 137.615 AT
PVEP 5= 26.244 AT

TVES 5= 183.103 C
TVAS 5= 221.266 C
TVEP 5= 461.444 C

EVES 5= 186.945 KCAL/KG
EVAS 5= 227.478 KCAL/KG
EVEP 5= 805.827 KCAL/KG

DVES 5= 3356841.100 KG/H
DVAS 5= 3595885.000 KG/H
DVEP 5= 239043.870 KG/H

VERDAMPFER

PVDE = 137.590 AT
PSPWVD= 137.615 AT
PVDA = 137.090 AT

TVDE = 454.106 C
TSPWVD= 221.480 C
TVDA = 333.480 C

EVDE = 764.113 KCAL/KG
ESPWVD= 227.722 KCAL/KG
EVDA = 632.907 KCAL/KG

DRVD = 11104639.000 KG/H
DSPWVD= 3595885.000 KG/H
DVDA = 14700524.000 KG/H

LEISTUNGEN UND WIRKUNGSGRAD E

GEL = 1000.000 MW
GLT = 1074.041 MW
QKWP = 13.358 MW
QVKLMP= 4.157 MW

QTHR = 2709.274 MW
QKOND = 1562.373 MW
QEIGEN= 52.591 MW
QGEN = 1052.560 MW

QHG = 87.660 MW
QKP = 1.246 MW
ETAPR = 38.850 O/O

QGT = 87.660 MW
QSPWP = 13.831 MW
ETAN = 36.909 O/O

THEDYBER

THERMODYNAMISCHER DAMPFKUEHLUNGSKREISPROZESS NR. 3
 HAUPTGEBLAESETURBINE IN PARALLELSCHALTUNG
 OHNE ZWISCHENEUERBERHITZUNG

DATENEINGABESYSTEM

QEL = 1000.000 MW	PRA = 139.290 AT	DPR = 10.710 AT	TRA = 500.000 C
ETAIGT= 0.760	ETAMGT= 0.950	PGTAPS= 30.000 AT	
PLTTR1= 30.000 AT	PLTTR2= 3.000 AT	PLTND= 0.040 AT	XLIMIT= 0.890 KG/KG
ETAIRD= 0.810	ETAIMD= 0.840	ETAIND= 0.865	ETAMLT= 0.980
XF = 42.900 0/0			
PKES = 2.000 AT	TKES = 15.000 C	ETAIKP= 0.800	ETAMKP= 0.980
EPSIVS= 0.900	DPVS = 3.000 AT	VF = 1.500 0/0	
BTUE = 0.000 C	DPVD = 0.500 AT	DTVD = 112.000 C	DPVGEO= 0.025 AT
CPRUCK= 0.500 AT			
ETAISP= 0.800	ETAMSP= 0.980	ETAIHG= 0.780	ETAMHG= 0.950
DTZWGR= 30.000 C	DPZWP = 1.000 AT	DTZWP = 2.000 C	DPZWS = 0.700 AT
ANVCC = 5	ANVCN = 2		
PSPWKE= 7.000 AT	PMAN = 1.000 AT	EIGEN = 20.000 MW	ETAGEN= 0.980

DRUCK-UND TEMPERATURVERLUST IN DEN LEITUNGEN

DPLVHG= 0.500 AT	DPLRZW= 0.500 AT	DTLRZW= 1.000 C	DPLRLT= 10.000 AT
DTLRLT= 5.000 C	DPLRGT= 0.200 AT	DTLRGT= 1.000 C	DPLRVD= 0.300 AT
CTLRVD= 1.000 C	DPLHGR= 0.300 AT	DTLHGR= 1.000 C	DPLGTL= 10.000 AT
DTLGTL= 5.000 C	DPLLTZ= 1.000 AT	DTLLTZ= 1.000 C	DPLZWV= 0.200 AT
ETLZWV= 1.000 C	DPLKKP= 0.000 AT	DTLKKP= 0.000 C	DPLKPV= 1.000 AT
ETLKPV= 1.000 C	DWLVLV= 2.000 KCAL/KG	DPLVLT= 2.000 0/0	

KONSTANTEN FUER ITERATIONSGENAUIGKEIT

RH003 = 0.001000	RH010 = 0.000100	RH012 = 0.000100
------------------	------------------	------------------

CATENAUSGABESYSTEM

REAKTOR

PRE = 150.000 AT	TRE = 344.549 C	ERE = 635.447 KCAL/KG	DRE = 14769016.000 KG/H
PRA = 139.290 AT	TRA = 500.000 C	ERA = 795.415 KCAL/KG	QTHR = 2747.167 MW

HAUPTGEBLAESE

PHGE = 137.990 AT	THGE = 334.277 C	EHGE = 632.968 KCAL/KG	DHG = 14769016.000 KG/H
PHGA = 150.300 AT	THGA = 345.549 C	EHGA = 637.295 KCAL/KG	QHG = 78.214 MW

HAUPTGEBLAESETURBINE IN PARALLELSCHALTUNG

PGTE = 139.090 AT	TGTE = 499.000 C	EGTE = 794.807 KCAL/KG	DGT = 899900.820 KG/H
PGTA = 30.000 AT	TGTA = 307.389 C	EGTA = 720.061 KCAL/KG	QGT = 78.214 MW

LEISTUNGSTURBINENSATZ

PLTHDE= 129.290 AT	TLTHDE= 495.000 C	ELTHDE= 795.065KCAL/KG	DLTE = 3346363.500 KG/H	
PLTHDA= 30.000 AT	TLTHDA= 304.725 C	ELTHDA= 718.504 KCAL/KG	XDFLTH= 1.000 KG/KG	ETAHID= 0.810
PLTMDE= 30.000 AT	TLTMDE= 305.288 C	ELTMDE= 718.834 KCAL/KG	DLTM = 4246264.300 KG/H	
PLTMDA= 3.000 AT	TLTMCA= 132.843 C	ELTMCA= 627.193 KCAL/KG	XDFLTM= 0.956 KG/KG	ETAIMD= 0.840
PLTNDE= 3.000 AT	TLTNDE= 132.843 C	ELTNDE= 627.193 KCAL/KG	DLTA = 2902639.900 KG/H	
PLTNCA= 0.040 AT	TLTNDA= 28.682 C	ELTNDA= 545.874 KCAL/KG	XDFLTN= 0.890 KG/KG	ETAIND= 0.574

ZUSTANDSGROESSEN DER ANZAPFDAEMPFER DER LEISTUNGSTURBINE

PLTAN1= 0.329 AT	TLTAN1= 70.825 C	ELTAN1= 585.757 KCAL/KG	DAN 1= 217279.610 KG/H	XLTAN1= 0.925 KG/KG
PLTAN2= 1.436 AT	TLTAN2= 109.502 C	ELTAN2= 619.738 KCAL/KG	DAN 2= 237229.270 KG/H	XLTAN2= 0.958 KG/KG
PLTAN3= 4.864 AT	TLTAN3= 150.057 C	ELTAN3= 644.507 KCAL/KG	DAN 3= 265695.860 KG/H	XLTAN3= 0.978 KG/KG
PLTAN4= 12.444 AT	TLTAN4= 225.812 C	ELTAN4= 688.038 KCAL/KG	DAN 4= 290093.680 KG/H	XLTAN4= 1.000 KG/KG
PLTAN5= 27.151 AT	TLTAN5= 295.740 C	ELTAN5= 715.234 KCAL/KG	DAN 5= 333326.030 KG/H	XLTAN5= 1.000 KG/KG

KONDENSATOR

RKEP = 0.040 AT	TKEP = 28.682 C	EKEP = 545.874 KCAL/KG	DKEP = 2664623.400 KG/H
PKAP = 0.040 AT	TKAP = 28.682 C	EKAP = 28.652 KCAL/KG	
PKES = 2.000 AT	TKES = 15.000 C	EKES = 15.063 KCAL/KG	DKES = 133231170.00 KG/H
PKAS = 2.000 AT	TKAS = 25.369 C	EKAS = 25.408 KCAL/KG	QK = 1602.559 MW

KONDENSATPUMPE

PKPE = 0.040 AT	TKPE = 28.682 C	EKPE = 28.652 KCAL/KG	DKP = 2902639.900 KG/H
PKPA = 14.000 AT	TKPA = 28.782 C	EKPA = 29.063 KCAL/KG	QKP = 1.412 MW

REGENERATIVE SPEISEWASSERVORWAERMUNG

1. NIEDERDRUCKVORWAERMER

PVES 1= 13.000 AT	TVES 1= 27.782 C	EVES 1= 28.033 KCAL/KG	DVES 1= 2902639.700 KG/H
PVAS 1= 10.000 AT	TVAS 1= 66.096 C	EVAS 1= 66.164 KCAL/KG	DVAS 1= 3119919.400 KG/H
PVEP 1= 0.323 AT	TVEP 1= 70.353 C	EVEP 1= 583.757 KCAL/KG	DVEP 1= 217279.610 KG/H

2. NIEDERDRUCKVORWAERMER

PVES 2= 10.000 AT	TVES 2= 66.340 C	EVES 2= 66.431 KCAL/KG	DVES 2= 3119919.400 KG/H
PVAS 2= 7.000 AT	TVAS 2= 104.654 C	EVAS 2= 104.813 KCAL/KG	DVAS 2= 3357148.700 KG/H
PVEP 2= 1.408 AT	TVEP 2= 108.911 C	EVEP 2= 617.738 KCAL/KG	DVEP 2= 237229.270 KG/H

SPEISEWASSERPUMPE

RSPWPE= 8.000 AT	TSPWPE= 104.925 C	ESPWPE= 105.090 KCAL/KG	DSPWP = 3119919.400 KG/H
RSPWPA= 148.015 AT	TSPWPA= 106.773 C	ESPWPA= 109.384 KCAL/KG	QSPWP = 15.894 MW

3. HOCHDRUCKVORWAERMER

PVES 3= 148.015 AT	TVES 3= 106.773 C	EVES 3= 109.384 KCAL/KG	DVES 3= 3357148.700 KG/H
PVAS 3= 145.015 AT	TVAS 3= 145.087 C	EVAS 3= 147.905 KCAL/KG	DVAS 3= 3622844.600 KG/H
PVEP 3= 4.769 AT	TVEP 3= 149.344 C	EVEP 3= 642.507 KCAL/KG	DVEP 3= 265695.860 KG/H

4. HOCHDRUCKVORWAERMER

PVES 4= 145.015 AT	TVES 4= 145.251 C	EVES 4= 148.060 KCAL/KG	DVES 4= 3622844.600 KG/H
PVAS 4= 142.015 AT	TVAS 4= 183.565 C	EVAS 4= 187.355 KCAL/KG	DVAS 4= 3912938.300 KG/H
PVEP 4= 12.195 AT	TVEP 4= 221.737 C	EVEP 4= 686.038 KCAL/KG	DVEP 4= 290093.680 KG/H

5. HOCHDRUCKVORWAERMER

PVES 5= 142.015 AT	TVES 5= 183.675 C	EVES 5= 187.565 KCAL/KG	DVES 5= 3912938.300 KG/H
PVAS 5= 139.015 AT	TVAS 5= 221.989 C	EVAS 5= 228.219 KCAL/KG	DVAS 5= 4246264.400 KG/H
PVEP 5= 26.608 AT	TVEP 5= 291.627 C	EVEP 5= 713.234 KCAL/KG	DVEP 5= 333326.030 KG/H

VERDAMPFER

PVDE = 138.990 AT	TVDE = 499.000 C	EVDE = 794.837 KCAL/KG	DRVD = 10522751.000 KG/H
PSPWVD= 139.015 AT	TSPWVD= 222.277 C	ESPWVD= 228.517 KCAL/KG	DSPWVD= 4246264.400 KG/H
PVDA = 138.490 AT	TVDA = 334.277 C	EVDA = 632.013 KCAL/KG	DVDA = 14769016.000 KG/H

LEISTUNGEN UND WIRKUNGSRADE

QEL = 1000.000 MW	QTHR = 2747.167 MW	QHG = 78.214 MW	QGT = 78.214 MW
QLT = 1078.486 MW	QKOND = 1602.559 MW	QKP = 1.412 MW	QSPWP = 15.894 MW
QKWP = 13.894 MW	QEIGEN= 56.820 MW	ETAPR = 38.473 0/0	ETAN = 36.405 0/0
QVKLMP= 5.620 MW	QGEN = 1056.916 MW		

THEDYBER

THERMODYNAMISCHER DAMPFKUEHLUNGSKREISPROZESS NR. 4
 HAUPTGEBLAESETURBINE IN PARALLELSCHALTUNG
 MIT ZWISCHENUEBERHITZUNG

DATENEINGABESYSTEM

GEL =	1000.000 MW	PRA =	139.290 AT	DPR =	10.710 AT	TRA =	500.000 C
ETAIGT=	0.760	ETAMGT=	0.950	PGTAPS=	30.000 AT		
PLTTR1=	30.000 AT	PLTTR2=	3.000 AT	PLTNCA=	0.040 AT	XLIMIT=	0.890 KG/KG
ETAIH0=	0.810	ETAIMD=	0.840	ETAIND=	0.865	ETAMLT=	0.980
XF =	42.900 0/0						
PKES =	2.000 AT	TKES =	15.000 C	ETAIKP=	0.800	ETAMKP=	0.980
EPSIVS=	0.900	DPVS =	3.000 AT	VF =	1.500 0/0		
DTUE =	0.000 C	DPVD =	0.500 AT	DTVD =	112.000 C	DPVGEO=	0.025 AT
CPRUCK=	0.500 AT						
ETAISP=	0.800	ETAMSP=	0.980	ETAIHG=	0.780	ETAMHG=	0.950
DTZWGR=	30.000 C	DPZWP =	1.000 AT	DTZWP =	2.000 C	DPZWS =	0.700 AT
ANVCG =	5	ANVDN =	2				
RSPWKE=	7.000 AT	PMAN =	1.000 AT	EIGEN =	20.000 MW	ETAGEN=	0.980

DRUCK-UND TEMPERATURVERLUST IN DEN LEITUNGEN

DPLVHG=	0.500 AT	DPLRZW=	0.500 AT	DTLRZW=	1.000 C	DPLRLT=	10.000 AT
DTLRLT=	5.000 C	DPLRGT=	0.200 AT	DTLRGT=	1.000 C	DPLRVD=	0.300 AT
DTLRVD=	1.000 C	DPLHGR=	0.300 AT	DTLHGR=	1.000 C	DPLGTL=	10.000 AT
DTLGTL=	5.000 C	DPLLTZ=	1.000 AT	DTLLTZ=	1.000 C	DPLZWV=	0.200 AT
DTLZWV=	1.000 C	DPLKKP=	0.000 AT	DTLKKP=	0.000 C	DPLKPV=	1.000 AT
DTLKPV=	1.000 C	DWLVLV=	2.000 KCAL/KG	DPLVLV=	2.000 0/0		

KONSTANTEN FUER ITERATIONSGENAUIGKEIT

RHO03 =	0.001000	RHO10 =	0.000100	RHO12 =	0.000100
---------	----------	---------	----------	---------	----------

CATENAUSGABESYSTEM

REAKTOR

PRE = 150.000 AT	TRE = 345.166 C	ERE = 636.919 KCAL/KG	DRE = 14659340.000 KG/H
PRA = 139.290 AT	TRA = 500.000 C	ERA = 795.415 KCAL/KG	QTHR = 2701.684 MW

HAUPTGEBLAESE

PHGE = 136.590 AT	THGE = 333.480 C	EHGE = 633.853 KCAL/KG	DHG = 14659340.000 KG/H
PHGA = 150.300 AT	THGA = 346.166 C	EHGA = 638.725 KCAL/KG	QHG = 87.415 MW

HAUPTGEBLAESETURBINE IN PARALLELSCHALTUNG

PGTE = 139.090 AT	TGTE = 499.000 C	EGTE = 794.807 KCAL/KG	DGT = 1005761.100 KG/H
PGTA = 30.000 AT	TGTA = 307.389 C	EGTA = 720.061 KCAL/KG	QGT = 87.415 MW

LEISTUNGSTURBINENSATZ

PLTHDE= 129.290 AT	TLTHDE= 495.000 C	ELTHDE= 795.065 KCAL/KG	DLTE = 2570896.600 KG/H	ETAHND= 0.810
PLTHDA= 30.000 AT	TLTHDA= 304.725 C	ELTHDA= 718.504 KCAL/KG	XDFLTH= 1.000 KG/KG	
PLTMDE= 27.300 AT	TLTMDE= 468.000 C	ELTMDE= 809.004 KCAL/KG	DLTM = 3576657.700 KG/H	ETAIMD= 0.840
PLTMDA= 3.000 AT	TLTMDA= 216.753 C	ELTMDA= 692.678 KCAL/KG	XDFLTM= 1.000 KG/KG	
PLTNDE= 3.000 AT	TLTNDE= 216.753 C	ELTNDE= 692.678 KCAL/KG	DLTA = 2548278.400 KG/H	ETAIND= 0.865
PLTNDA= 0.040 AT	TLTNDA= 28.682 C	ELTNDA= 553.146 KCAL/KG	XDFLTN= 0.903 KG/KG	

ZUSTANDSGROESSEN DER ANZAPFDAEMPFE DER LEISTUNGSTURBINE

PLTAN1= 0.327 AT	TLTAN1= 70.659 C	ELTAN1= 613.916 KCAL/KG	DAN 1= 180241.170 KG/H	XLTAN1= 0.976 KG/KG
PLTAN2= 1.422 AT	TLTAN2= 150.130 C	ELTAN2= 662.638 KCAL/KG	DAN 2= 190691.380 KG/H	XLTAN2= 1.000 KG/KG
PLTAN3= 4.801 AT	TLTAN3= 262.362 C	ELTAN3= 713.368 KCAL/KG	DAN 3= 201928.170 KG/H	XLTAN3= 1.000 KG/KG
PLTAN4= 12.268 AT	TLTAN4= 361.734 C	ELTAN4= 758.916 KCAL/KG	DAN 4= 217940.030 KG/H	XLTAN4= 1.000 KG/KG
PLTAN5= 26.775 AT	TLTAN5= 465.483 C	ELTAN5= 807.818 KCAL/KG	DAN 5= 237578.570 KG/H	XLTAN5= 1.000 KG/KG

ZWISCHENUEBERHITZER

PZWP = 138.790 AT	TZWP = 499.000 C	EZWP = 794.896 KCAL/KG	DZWP = 11082682.000 KG/H
RZWAP = 137.790 AT	TZWAP = 454.500 C	EZWAP = 765.804 KCAL/KG	
PZWES = 29.000 AT	TZWES = 304.473 C	EZWES = 719.032 KCAL/KG	DZWS = 3576657.700 KG/H
PZWAS = 28.300 AT	TZWAS = 469.000 C	EZWAS = 809.244 KCAL/KG	

KONDENSATOR

PKEP = 0.040 AT	TKEP = 28.682 C	EKEP = 553.146 KCAL/KG	DKEP = 2548278.400 KG/H
PKAP = 0.040 AT	TKAP = 28.682 C	EKAP = 28.652 KCAL/KG	
PKES = 2.000 AT	TKES = 15.000 C	EKES = 15.063 KCAL/KG	DKES = 127413920.00 KG/H
PKAS = 2.000 AT	TKAS = 25.514 C	EKAS = 25.553 KCAL/KG	QK = 1554.134 MW

KONDENSATPUMPE

PKPE = 0.040 AT	TKPE = 28.682 C	EKPE = 28.652 KCAL/KG	DKP = 2548278.400 KG/H
PKPA = 14.000 AT	TKPA = 28.782 C	EKPA = 29.063 KCAL/KG	QKP = 1.240 MW

REGENERATIVE SPEISEWASSERVORWAERMUNG

1. NIEDERDRUCKVORWAERMER

PVES 1= 13.000 AT	TVES 1= 27.782 C	EVES 1= 28.033 KCAL/KG	DVES 1= 2548278.200 KG/H
PVAS 1= 10.000 AT	TVAS 1= 65.947 C	EVAS 1= 66.034 KCAL/KG	DVAS 1= 2728519.400 KG/H
PVEP 1= 0.320 AT	TVEP 1= 70.188 C	EVEP 1= 611.916 KCAL/KG	DVEP 1= 180241.170 KG/H

2. NIEDERDRUCKVORWAERMER

PVES 2= 10.000 AT	TVES 2= 66.200 C	EVES 2= 66.286 KCAL/KG	DVES 2= 2728519.400 KG/H
PVAS 2= 7.000 AT	TVAS 2= 104.365 C	EVAS 2= 104.540 KCAL/KG	DVAS 2= 2919210.800 KG/H
PVEP 2= 1.393 AT	TVEP 2= 145.827 C	EVEP 2= 660.688 KCAL/KG	DVEP 2= 190691.380 KG/H

SPEISEWASSERPUMPE

PSPWPE= 8.000 AT	TSPWPE= 104.625 C	ESPWPE= 104.795 KCAL/KG	DSPWP = 2728519.400 KG/H
PSPWPA= 146.615 AT	TSPWPA= 106.454 C	ESPWPA= 109.045 KCAL/KG	QSPWP = 13.758 MW

3. HOCHDRUCKVORWAERMER

PVES 3= 146.615 AT	TVES 3= 106.454 C	EVES 3= 109.045 KCAL/KG	DVES 3= 2919210.800 KG/H
PVAS 3= 143.615 AT	TVAS 3= 144.610 C	EVAS 3= 147.437 KCAL/KG	DVAS 3= 3121139.000 KG/H
PVEP 3= 4.705 AT	TVEP 3= 258.137 C	EVEP 3= 711.368 KCAL/KG	DVEP 3= 201928.170 KG/H

154

4. HOCHDRUCKVORWAERMER

PVES 4= 143.615 AT	TVES 4= 144.777 C	EVES 4= 147.573 KCAL/KG	DVES 4= 3121139.000 KG/H
PVAS 4= 140.615 AT	TVAS 4= 182.942 C	EVAS 4= 186.757 KCAL/KG	DVAS 4= 3339079.100 KG/H
RVEP 4= 12.023 AT	TVEP 4= 357.597 C	EVEP 4= 756.916 KCAL/KG	DVEP 4= 217940.030 KG/H

5. HOCHDRUCKVORWAERMER

PVES 5= 140.615 AT	TVES 5= 183.093 C	EVES 5= 186.938 KCAL/KG	DVES 5= 3339079.100 KG/H
PVAS 5= 137.615 AT	TVAS 5= 221.258 C	EVAS 5= 227.439 KCAL/KG	DVAS 5= 3576657.700 KG/H
RVEP 5= 26.240 AT	TVEP 5= 461.424 C	EVEP 5= 805.818 KCAL/KG	DVEP 5= 237578.570 KG/H

VERDAMPFER

PVDE = 137.590 AT	TVDE = 453.500 C	EVDE = 763.670 KCAL/KG	DRVD = 11082682.000 KG/H
PSPWVD= 137.615 AT	TSPWVD= 221.480 C	ESPWVD= 227.722 KCAL/KG	DSPWVD= 3576657.700 KG/H
PVDA = 137.090 AT	TVDA = 333.480 C	EVDA = 632.907 KCAL/KG	DVDA = 14659340.000 KG/H

LEISTUNGEN UND WIRKUNGSGRAD E

QEL = 1000.000 MW	QTHR = 2701.684 MW	QHG = 87.415 MW	QGT = 87.415 MW
CLT = 1073.899 MW	QKOND = 1554.134 MW	QKP = 1.240 MW	QSPWP = 13.758 MW
QKWP = 13.287 MW	QEIGEN= 52.418 MW	ETAPR = 38.954 0/0	ETAN = 37.014 0/0
QVKUMP= 4.133 MW	QGEN = 1052.421 MW		

2. Liste der verwendeten FORTRAN-Programme und Unterprogramme

Nachfolgend sind die Protokollisten aller für die Berechnung verwendeten Programme und Unterprogramme der Programmgruppe THEDYBER in ihrer jetzigen Fassung zusammengestellt:

<u>Programm-Name:</u>	<u>Nr.:</u>
SUBROUTINE PART 1	22931
SUBROUTINE REAK	22910
SUBROUTINE HAGEB	22911
SUBROUTINE PHASE 1	22912
SUBROUTINE PHASE 2	22913
SUBROUTINE PHASE 3	22914
SUBROUTINE PHASE 4	22915
SUBROUTINE HGTURB	22924
SUBROUTINE LETUSA	22916
SUBROUTINE EXVILT	22922
SUBROUTINE SEX	22928
SUBROUTINE PART 2	22932
SUBROUTINE KONDEN	22917
SUBROUTINE KOPUMP	22918
SUBROUTINE REVOS	22919
SUBROUTINE EXPAN	22923
SUBROUTINE MEDUSA	22920
SUBROUTINE POWER	22925
SUBROUTINE DESYST	22926
SUBROUTINE DASYST	22930
Hauptprogramm THEDYBER	22927

```
*OVL PART 1
$SRC DECK,LIST
C   TEILSIEUERPROGRAMM FUER DIE SUBROUTINEN
C   REAK   (22910)
C   HAGEB  (22911)
C   PHASE1 (22912)
C   PHASE2 (22913)
C   PHASE3 (22914)
C   PHASE4 (22915)
C   HGTURB (22924)
C   LETUSA (22916)
C   EXVILT (22922)
C   SEX    (22928)
C
C   SUBROUTINE PART 1
C
COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5CTAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAI SP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVC ,DPVGED,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHOC3 ,RHOC10 ,RHOC12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVL T,DPLVLT,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)
C
C   CALL REAK
C
IF(KONTR)1350,135C,1351
1351 PRINT 1300
1300 FORMAT(1H1, 8H REAKTOR/1HS)
PRINT 1302,PRE,TRE,ERE,QTHR
1302 FORMAT(3X,4(F10.3,2X))
PRINT 1303,PRA,TRA,ERA,DR
```

```
1303 FORMAT(3X,3(F10.3,2X),F12.3)
C
1350 CALL HAGEB
C
      IF(KONTR)1352,1352,1353
1353 PRINT 1304
1304 FORMAT(1HK,14H HAUPTGEBLAESE/1HS)
      PRINT 1305,PHGE,THGE,EHGE,QHG
1305 FORMAT(3X,4(F10.3,2X))
      PRINT 1306,PHGA,TFGA,EHGA,DHG
1306 FORMAT(3X,3(F10.3,2X),F12.3)
C
1352 IF(GTIPK-ZWUE)1307,1308,1309
1308 IF(GTIPK+ZWUE)1314,1310,1311
C
1309 CALL PHASE1
      GO TO 1314
1311 CALL PHASE2
      GO TO 1314
1310 CALL PHASE3
      GO TO 1314
1307 CALL PHASE4
C
1314 IF(KONTR)1354,1354,1355
1355 PRINT 1315
1315 FORMAT(1HK,21H HAUPTGEBLAESETURBINE/1HS)
      PRINT 1316,PGTE,TGTE,EGTE
1316 FORMAT(3X,3(F10.3,2X))
      PRINT 1317,PGTA,TGTA,EGTA,DGT
1317 FORMAT(3X,3(F10.3,2X),F11.3)
      IF(ZWUE)1343,1343,1344
1344 PRINT 1345
1345 FORMAT(1HK,20H ZWISCHENUEBERHITZER/1HS)
      PRINT 1318,PZWEP,IZWEP,EZWEP,DZWP
      PRINT 1318,PZWAP,TZWAP,EZWAP,DZWP
      PRINT 1318,PZWES,TZWES,EZWES,DZWS
      PRINT 1318,PZWAS,TZWAS,EZWAS,DZWS
1343 PRINT 1346
1346 FORMAT(1HK,11H VERDAMPFER/1HS)
      PRINT 1318,PVDE,TVDE,EVDE,DRVD
      PRINT 1318,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,DSPWVD
      PRINT 1318,PVDA,TVDA,EVDA,DVDA
1318 FORMAT(3X,3(F10.3,2X),F12.3)
C
1354 CALL LETUSA
C
      IF(KONTR)1356,1356,1357
1357 PRINT 1319
1319 FORMAT(1HK,17H LEISTUNGSTURBINE/1HS)
      PRINT 1320,PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,ETA IHD
      PRINT 1320,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,XDFLTH
      PRINT 1320,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,ETA IMD
      PRINT 1320,PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,XDFLTM
      PRINT 1320,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,ETA IND
      PRINT 1320,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,XDFLTN
      PRINT 1321,DLTE
1320 FORMAT(3X,4(F10.3,2X))
1321 FORMAT(3X,F12.3)
1356 RETURN
```

```

$SRC DECK,LIST
C REAKTOR
SUBROUTINE REAK
COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTND,TLTND,ELTND,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAHID,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVE ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHOC3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVL,DTLVL,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)

```

```

C
C EINGANG
C PRA (AT) =REAKTORAUSTRITTSDRUCK
C TRA (C) =REAKTORAUSTRITTSTEMP.
C QEL (MW) =ELEKTR.LEISTUNG
C DPR (AT) =DRUCKVERLUST IM REAKTOR
C ETANO =GESCHAETZTER NETTOWIRKUNGSGRAD
C DPLRZW (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-ZWISCHENUEBERHITZER
C DPLVHG (AT) =DRUCKVERLUST VERDAMPFER-HPT.GEBL.
C DPLHGR (AT) =DRUCKVERLUST HAUPTGEBL.-REAKTOR
C DPZWP (AT) =DRUCKVERLUST ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C ZWUE =STEUERGRÖESSE
C DTUE (C) =RESTUEBERHITZUNGSTEMP.IM VERDAMPFER
C ETAIHG =INN.WIRKUNGSGRAD HPTGEBL.
C
C AUSGANG
C PRE (AT) =REAKTOREINTRITTSDRUCK
C QTHR (MW) =THERM.LEISTUNG
C ERA (KCAL/KG)=ENTHALPIE AM REAKTORAUSTRITT
C ERE (KCAL/KG)=ENTHALPIE AM REAKTOREINTRITT
C TRE (C) =REAKTOREINTRITTSTEMP.
C DR (KG/H) =DURCHSATZ REAKTOR

```

C

```
PRE=PRA+DPR
QTHR=QEL/ETANO
PHGE=PRA-(DPLRVD+DPVD+DPLVHG)*ABSF(ZWUE-1.)-(DPLRZW+DPZWP+DPLZWV+
1DPVD+DPLVHG)*ZWUE
THGE=TS(PHGE+DPLVHG)+DTUE
DPHG =DPR+(DPLRVD+DPVD+DPLVHG)*ABSF(ZWUE-1.)+(DPLRZW+DPZWP+DPLZWV
1+DPVD+DPLVHG)*ZWUE+DPLHGR
VHGE=HDV(PHGE,THGE)
ERA=HDI(PRA,TRA)
RK=1.263
HHGAD=1./427.*(RK/(RK-1.)*1.E+4*PHGE*VHGE*(EXPF((RK-1.)/RK*LOGF((
1PHGE+DPHG )/PHGE))-1.))
HHGI=HHGAD/ETAHG
EHGE=HDI(PHGE,THGE)
TRE=TPE(PRE+DPLHGR,EHGE+HHGI)-DTLHGR
ERE=HDI(PRE,TRE)
DR=QTHR*8.6*1.E+5/(ERA-ERE)
RETURN
```



```

$SRC DECK,LIST
C   HAUPTGEBLAESE
    SUBROUTINE HAGEB
    COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTND,TLTND,ELTND,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLT, XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
    COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
    COMMON DPVD ,DTVC ,DPVGED,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEP ,TZWEP ,EZWEP ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHOC3 ,RH010 ,RH012 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWP,DTLZWP,DPLKKP
    COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVL,DTLVL,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
    DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)

```

```

C   EINGANG
C   PRA (AT) =REAKTORAUSTRITTSDRUCK
C   PRE (AT) =REAKTOREINTRITTSDRUCK
C   TRE (C) =REAKTOREINTRITTSTEMP.
C   DR (KG/H) =DURCHSATZ
C   DPLHGR (AT) =DRUCKVERLUST HAUPTGEBL.-REAKTOR
C   DTLHGR (C) =TEMP.VERLUST HAUPTGEBL.-REAKTOR
C   DPLVHG (AT) =DRUCKVERLUST VERDAMPFER-HPT.GEBL.
C   DPZWP (AT) =DRUCKVERLUST ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C   DPLRZW (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-ZWISCHENUEBERHITZER
C   ZWUE =STUEBERHITZUNGSGR. IM VERDAMPFER
C   DTUE (C) =RESTUEBERHITZUNGSTEMP. IM VERDAMPFER
C   ETAIHG =INNERER WIRKUNGSGRAD HPT.GEBL.
C   ETAMHG =MECH. WIRKUNGSGRAD HPT.GEBL.
C   AUSGNAG
C   PHGE (AT) =EINTRITTSDRUCK HPT.GEBL.
C   THGE (C) =EINTRITTSTEMP. HPT.GEBL.
C   EHGE (KCAL/KG) =EINTRITTSENTH. HPT.GEBL.
C   PHGA (AT) =AUSTRITTSDRUCK HPT.GEBL.
C   THGA (C) =AUSTRITTSTEMP. HPT.GEBL.

```

C EHGA (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. HPT.GEBL.
C DHG (KG/H) =DURCHSATZ HPT.GEBL.
C QHG (MW) =HPT.GEBL.ANTRIEBSLEISTUNG
C

PHGE=PRA-(DPLRVD+IPVD+DPLVHG)*ABSF(ZWUE-1.)-(DPLRZW+DPZWP+DPLZVW+
IDPVD+DPLVHG)*ZWUE
THGE=TS(PHGE+DPLVHG)+DTUE
EHGE=HDI(PHGE,THGE)
PHGA=PRE+DPLHGR
THGA=TRE+DTLHGR
EHGA=HDI(PHGA,THGA)
DHG=DR
QHG=DHG*(EHGA-EHGE)/(ETAMHG*860.*1.E+3)
RETURN

```

$SRC DECK,LIST
C PHASE1 OHNE ZWISCHENUUEBERHITZUNG,TURBINENREIHENSCHALTUNG
C
    
```

```

SUBROUTINE PHASE1
COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ;
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAHGM,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTND,TLTND,ELTND,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAHID,ETAHMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ;
5PO ,TO ,EO ,PI ,TI ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVE ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ;
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHO3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVL,DTLVL,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN , XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)
    
```

```

C
C EINGANG
C PRA (AT) =REAKTORAUSTRITTS DRUCK
C TRA (C) =REAKTORAUSTRITTSTEMP.
C DHG (KG/H) =DURCHSATZ HAUPTGEBL.
C QHG (MW) =HAUPTGEBL. ANTRIEBSLEISTUNG
C PHGE (AT) =HAUPTGEBL. EINTRITTS DRUCK
C ETAIGT =INNERER WIRKUNGS GRAD HPT. GEBL.
C DTUE (C) =RESTUEBERHITZUNGSTEMP. IM VERDAMPFER
C DTVD (C) =UNTERKUEHLUNG DES SPEISEWASSERS
C DPGEO (AT) =GEOD. WASSERHOEHE
C DPRUCK (AT) =DRUCKVERLUST DURCH RUECKSCHLAGKLAPPE
C DPLRGT (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-HPT. GEBL. TURBINE
C DPLRVD (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-VERDAMPFER
C DTLRVD (C) =TEMP. VERLUST REAKTOR-VERDAMPFER
    
```

```

C
C AUSGANG
C TZWEF (C) =TEMP. EINTRITT ZWISCHENUUEBERHITZER PRIM.
C PZWEF (AT) =DRUCK EINTRITT ZWISCHENUUEBERHITZER PRIM.
C EZWEF (KCAL/KG) =ENTHALPIE EINTRITT ZWISCHENUUEBERHITZER PRIM.
C TZWES (C) =TEMP. EINTRITT ZWISCHENUUEBERHITZER SEK.
    
```

C PZWES (AT) =DRUCK EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C EZWES (KCAL/KG)=ENTHALPIE EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C TZWAP (C) =TEMP. AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
 C PZWAP (AT) =DRUCK AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
 C EZWAP (KCAL/KG)=ENTHALPIE AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
 C TZWAS (C) =TEMP. AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C PZWAS (AT) =DRUCK AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C EZWAS (KCAL/KG)=ENTHALPIE AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C DZWP (KG/H) =DURCHSATZMENGE ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
 C DZWS (KG/H) =DURCHSATZMENGE ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C TVDE (C) =TEMP. EINTRITT VERDAMPFER
 C PVDE (AT) =DRUCK EINTRITT VERDAMPFER
 C EVDE (KCAL/KG)=ENTHALPIE EINTRITT VERDAMPFER
 C DRVD (KG/H) =DURCHSATZMENGE VERDAMPFER
 C TVDA (C) =TEMP. AUSTRITT VERDAMPFER
 C PVDA (AT) =DRUCK AUSTRITT VERDAMPFER
 C EVDA (KCAL/KG)=ENTHALPIE AUSTRITT VERDAMPFER
 C DVDA (KG/H) =DURCHSATZMENGE VERDAMPFER
 C TSPWVD (C) =TEMP. DES SPEISEWASSERS AM VERD.EINTRITT
 C PSPWVD (AT) =DRUCK DES SPEISEWASSERS AM VERD.EINTRITT
 C ESPWVD (KCAL/KG)=ENTHALPIE DES SPEISEWASSERS AM VERD.EINTRITT
 C DSPWVD (KG/H) =DURCHSATZMENGE
 C TGTE (C) =TEMP. EINTRITT HPT.GEBL.TURBINE
 C PGTE (AT) =DRUCK EINTRITT HPT.GEBL.TURBINE
 C EGTE (KCAL/KG)=ENTHALPIE EINTRITT HPT.GEBL.TURBINE
 C TGTA (C) =TEMP. AUSTRITT HPT.GEBL.TURBINE
 C PGTA (AT) =DRUCK AUSTRITT HPT.GEBL.TURBINE
 C EGTA (KCAL/KG)=ENTHALPIE AUSTRITT HPT.GEBL.TURBINE
 C DGT (KG/H) =DURCHSATZMENGE HPT.GEBL.TURBINE
 C DLTE (KG/H) =DURCHSATZMENGE LEISTUNGSTURBINE
 C

PVDA=PHGE+DPLVHG
 TVDA=TS(PVDA)+DTUE
 TVDE=TRA-DTLRVD
 PVDE=PRA-DPLRVD
 PSPWVD=PVDA+DPVGEC+DPRUCK
 TSPWVD=TS(PVDA)-DTVD
 ESPWVD=WI(PSPWVD, TSPWVD)
 EVDE=HDI(PVDE, TVDE)
 EVDA=HDI(PVDA, TVDA)
 DSPWVD=DHG*(EVDA-EVDE)/(ESPWVD-EVDE)
 DGT=DSPWVD
 DLTE=DGT
 DRVD=DHG-DGT
 DVDA=DSPWVD+DRVD
 DZWP=0.
 DZWS=0.
 TZWEP=0
 PZWEP=0
 EZWEP=0
 TZWAP=0
 PZWAP=0
 EZWAP=0
 TZWES=0
 PZWES=0
 EZWES=0
 TZWAS=0
 PZWAS=0
 EZWAS=0.

C
 CALL HGTURB

C

DLTE=DGT
RETURN

```

$SRC DECK,LIST
C PHASE2 MIT ZWISCHENUUEBERHITZUNG,TURBINENREIHENSCHALTUNG
C
SUBROUTINE PHASE2
COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTND,TLTND,ELTND,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4GKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAI SP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVD ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRV D ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWE P ,TZWE P ,EZWEP ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHO C3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVL T,DPLVLT,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2CVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)

```

```

C
C EINGANG
C PRA (AT) =REAKTORAUSTRITTSDRUCK
C TRA (C) =REAKTORAUSTRITTSTEMP.
C DR (KG/H) =DURCHSATZMENGE
C DPLRGT (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-HPT.GEBL.TURB.
C DTLRGT (C) =TEMP.VERLUST REAKTOR-HPT.GEBL.TURB.
C DPLGTL (AT) =DRUCKVERLUST HPT.GEBL.TURB.-LEISTUNGSTURB.
C DTLGTL (C) =TEMP.VERLUST HPT.GEBL.TURB.-LEISTUNGSTURB.
C ETAIHD =INNERER WIRKUNGSGRAD HD-TEIL LEISTUNGSTURB.
C PLTTR1 (AT) =TRENNDRUCK HD-MD-TEIL LEISTUNGSTURB.
C DPLRZW (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-ZWISCHENUUEBERHITZER
C DTLRZW (C) =TEMP.VERLUST REAKTOR-ZWISCHENUUEBERHITZER
C DPLLTZ (AT) =DRUCKVERLUST LEISTUNGSTURB.-ZWISCHENUUEBERHITZER
C DTLLTZ (C) =TEMP.VERLUST LEISTUNGSTURB.-ZWISCHENUUEBERHITZER
C DTZWGR (C) =GRAEDIGKEIT
C DPZWS (AT) =DRUCKVERLUST ZWISCHENUUEBERHITZER SEK.
C DPZWP (AT) =DRUCKVERLUST ZWISCHENUUEBERHITZER PRIM.
C DTZWP (C) =TEMP.VERLUST ZWISCHENUUEBERHITZER PRIM.
C DPLZWV (AT) =DRUCKVERLUST ZWISCHENUUEBERHITZER-VERDAMPFER
C DTLZWV (C) =TEMP.VERLUST ZWISCHENUUEBERHITZER-VERDAMPFER

```

C DPVD (AT) =DRUCKVERLUST VERDAMPFER
C DTVD (C) =UNTERKUEHLUNG DES SPEISEWASSERS
C DPVGE0 (AT) =GEOD.WASSERHOEHE
C DPRUCK (AT) =DRUCKVERLUST DURCH RUECKSCHLAGKLAPPE
C DTUE (C) =RESTUEBERHITZUNGSTEMP.IM VERDAMPFER
C DPLVHG (AT) =DRUCKVERLUST VERDAMPFER
C QHG (MW) =HPT.GEBL.ANTRIEBSLEISTUNG
C ETAIGT =INN.WIRKUNGSGRAD HPT.GEBL.TURB.
C GTIPK =STEUERGR0ESSE
C RHO03 =KONST.FUER ITERATIONSGENAUIGKEIT

C AUSGANG

C TZWEP (C) =TEMP. EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C PZWEP (AT) =DRUCK EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C EZWEP (KCAL/KG) =ENTHALPIE EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C TZWES (C) =TEMP. EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C PZWES (AT) =DRUCK EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C EZWES (KCAL/KG) =ENTHALPIE EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C TZWAP (C) =TEMP. AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C PZWAP (AT) =DRUCK AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C EZWAP (KCAL/KG) =ENTHALPIE AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C TZWAS (C) =TEMP. AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C PZWAS (AT) =DRUCK AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C EZWAS (KCAL/KG) =ENTHALPIE AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C DZWP (KG/H) =DURCHSATZMENGE ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C DZWS (KG/H) =DURCHSATZMENGE ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C TVDE (C) =TEMP. EINTRITT VERDAMPFER
C PVDE (AT) =DRUCK EINTRITT VERDAMPFER
C EVDE (KCAL/KG) =ENTHALPIE EINTRITT VERDAMPFER
C DRVD (KG/H) =DURCHSATZMENGE VERDAMPFER
C TVDA (C) =TEMP. AUSTRITT VERDAMPFER
C PVDA (AT) =DRUCK AUSTRITT VERDAMPFER
C EVDA (KCAL/KG) =ENTHALPIE AUSTRITT VERDAMPFER
C DVDA (KG/H) =DURCHSATZMENGE VERDAMPFER
C TSPWVD (C) =TEMP. DES SPEISEWASSERS AM VERD.EINTRITT
C PSPWVD (AT) =DRUCK DES SPEISEWASSERS AM VERD.EINTRITT
C ESPWVD (KCAL/KG) =ENTHALPIE DES SPEISEWASSERS AM VERD.EINTRITT
C DSPWVD (KG/H) =DURCHSATZMENGE
C TGTE (C) =TEMP. EINTRITT HPT.GEBL.TURBINE
C PGTE (AT) =DRUCK EINTRITT HPT.GEBL.TURBINE
C EGTE (KCAL/KG) =ENTHALPIE EINTRITT HPT.GEBL.TURBINE
C TGTA (C) =TEMP. AUSTRITT HPT.GEBL.TURBINE
C PGTA (AT) =DRUCK AUSTRITT HPT.GEBL.TURBINE
C EGTA (KCAL/KG) =ENTHALPIE AUSTRITT HPT.GEBL.TURBINE
C DGT (KG/H) =DURCHSATZMENGE HPT.GEBL.TURBINE
C DLTE (KG/H) =DURCHSATZMENGE LEISTUNGSTURBINE

DGTO=DR*0.4

DGT=DR*0.4

DZWP=DR*0.6

DZWS=DR*0.4

C
C 33 CALL HGTURB

TLTHDE=TGTA-DTLGTL

PLTHDE=PGTA-DPLGTL

ELTHDE=HDI(PLTHDE,TLTHDE)

SLTHDA=HDS(PLTHDE,TLTHDE)

PLTHDA=PLTTRI

TLTAD=TPS(PLTHDA,SLTHDA)

ELTAD=HDI(PLTHDA,TLTAD)

```
DELTHD=(ELTHDE-ELTAD)*ETA IHD
ELTHDA=ELTHDE -DELTHD
TLTHDA=TPE(PLTHDA,ELTHDA)
TZWEP=TRA-DTLRZW
PZWEP=PRA-DPLRZW
TZWES=TLTHDA-DTLLTZ
EZWEP=HDI(PZWEP,TZWEP)
PZWES=PLTHDA-DPLLIZ
EZWES=HDI(PZWES,TZWES)
TZWAS=TZWEP-DTZWGR
PZWAS=PZWES-DPZWS
EZWAS=HDI(PZWAS,TZWAS)
PVDA=PHGE+DPLVHG
TVDA=TS(PVDA)+DTUE
EVDA=HDI(PVDA,TVDA)
PSPWVD=PVDA+DPVGEC+DPRUCK
TSPWVD=TS(PVDA)-DTVD
ESPWVD=WI(PSPWVD,TSPWVD)
PZWAP=PZWEP-DPZWP
EZWAP=EZWEP+DZWS/CZWP*(EZWES-EZWAS)
TZWAP=TPE(PZWAP,EZWAP)-DTZWP
PVDE=PZWAP-DPLZWP
TVDE=TZWAP-DTLZWP
EVDE=HDI(PVDE,TVDE)
DRVD=DR*(EVDA-ESPWVD)/(EVDE-ESPWVD)
DGT=DR-DRVD
DSPWVD=DGT
DZWP=DRVD
DZWS=DGT
DLTE=DGT
DVDA=DR
IF(ABSF((DGT0-DGT)/DGT)-RHO03)31,31,32
32 DGT0=DGT
GO TO 33
31 RETURN
```


\$SRC DECK,LIST
 C PHASE3 OHNE ZWISCHENUUEBERHITZUNG TURBINENPARALLELSCHALTUNG
 C

```

SUBROUTINE PHASE3
COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVD ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHO3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLCTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLT,DPLVLT,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)
  
```

C
 C EINGANG
 C PRA (AT) =REAKTORAUSTRITTSDRUCK
 C TRA (C) =REAKTORAUSTRITTSTEMP.
 C DPLRGT (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-HPT.GEBL.TURB.
 C DTLRGT (C) =TEMP.VERLUST REAKTOR-HPT.GEBL.TURB.
 C DPLRLT (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-LEISTUNGSTURB.
 C DTLRLT (C) =TEMP.VERLUST REAKTOR-LEISTUNGSTURB.
 C QHG (MW) =HPT.GEBL.ANTRIEBSLEISTUNG
 C DHG (KG/H) =DURCHSATZMENGE
 C ETAIGT =INNERER WIRKUNGSGRAD HPT.GEBL.TURB.
 C ETAMGT =MECH. WIRKUNGSGRAD HPT.GEBL.TURB.
 C PGTAPS (AT) =AUSTRITTSDRUCKHPT.GEBL.TURB.BEI PARALLELSCHALTUNG
 C DPLVHG (AT) =DRUCKVERLUST VERDAMPFER-HPT.GEBL.
 C DTUE (C) =RESTUEBERHITZUNGSTEMP.IM VERDAMPFER
 C DTVD (C) =UNTERKUEHLUNG DES SPEISEWASSERS
 C DPLRVD (AT) =DRUCKVERLUST REAKTORVERDAMPFER
 C DTLRVD (C) =TEMP.VERLUST REAKTOR-VERDAMPFER
 C DPVGEO (AT) =GEOD.WASSERHOEHE
 C DPRUCK (AT) =DRUCKVERLUST DURCH RUECKSCHLAGKLAPPE
 C

C	AUSGANG				
C	TZWEP	(C)	=TEMP.	EINTRITT	ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C	PZWEP	(AT)	=DRUCK	EINTRITT	ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C	EZWEP	(KCAL/KG)	=ENTHALPIE	EINTRITT	ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C	TZWES	(C)	=TEMP.	EINTRITT	ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C	PZWES	(AT)	=DRUCK	EINTRITT	ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C	EZWES	(KCAL/KG)	=ENTHALPIE	EINTRITT	ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C	TZWAP	(C)	=TEMP.	AUSTRITT	ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C	PZWAP	(AT)	=DRUCK	AUSTRITT	ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C	EZWAP	(KCAL/KG)	=ENTHALPIE	AUSTRITT	ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C	TZWAS	(C)	=TEMP.	AUSTRITT	ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C	PZWAS	(AT)	=DRUCK	AUSTRITT	ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C	EZWAS	(KCAL/KG)	=ENTHALPIE	AUSTRITT	ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C	DZWP	(KG/H)	=DURCHSATZMENGE		ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C	DZWS	(KG/H)	=DURCHSATZMENGE		ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C	TVDE	(C)	=TEMP.	EINTRITT	VERDAMPFER
C	PVDE	(AT)	=DRUCK	EINTRITT	VERDAMPFER
C	EVDE	(KCAL/KG)	=ENTHALPIE	EINTRITT	VERDAMPFER
C	DRVD	(KG/H)	=DURCHSATZMENGE		VERDAMPFER
C	TVDA	(C)	=TEMP.	AUSTRITT	VERDAMPFER
C	PVDA	(AT)	=DRUCK	AUSTRITT	VERDAMPFER
C	EVDA	(KCAL/KG)	=ENTHALPIE	AUSTRITT	VERDAMPFER
C	DVDA	(KG/H)	=DURCHSATZMENGE		VERDAMPFER
C	TSPWVD	(C)	=TEMP.	DES SPEISEWASSERS AM VERD.	EINTRITT
C	PSPWVD	(AT)	=DRUCK	DES SPEISEWASSERS AM VERD.	EINTRITT
C	ESPWVD	(KCAL/KG)	=ENTHALPIE	DES SPEISEWASSERS AM VERD.	EINTRITT
C	DSPWVD	(KG/H)	=DURCHSATZMENGE		
C	TGTE	(C)	=TEMP.	EINTRITT	HPT.GEBL.TURBINE
C	PGTE	(AT)	=DRUCK	EINTRITT	HPT.GEBL.TURBINE
C	EGTE	(KCAL/KG)	=ENTHALPIE	EINTRITT	HPT.GEBL.TURBINE
C	TGTA	(C)	=TEMP.	AUSTRITT	HPT.GEBL.TURBINE
C	PGTA	(AT)	=DRUCK	AUSTRITT	HPT.GEBL.TURBINE
C	EGTA	(KCAL/KG)	=ENTHALPIE	AUSTRITT	HPT.GEBL.TURBINE
C	DGT	(KG/H)	=DURCHSATZMENGE		HPT.GEBL.TURBINE
C	DLTE	(KG/H)	=DURCHSATZMENGE		LEISTUNGSTURBINE

CALL HGTURB

TLTHDE=TRA-DTLRLT
PLTHDE=PRA-DPLRLT
DGT=QHG*860.*1.E+3/(EGTE-EGTA)
PVDA=PHGE+DPLVHG
TVDA=TS(PVDA)+DTUE
EVDA=HDI(PVDA,TVDA)
TVDE=TRA-DTLRVD
PVDE=PRA-DPLRVD
EVDE=HDI(PVDE,TVDE)
PSPWVD=PVDA+DPVGEC+DPRUCK
TSPWVD=TS(PVDA)-DTVD
ESPWVD=WI(PSPWVD,TSPWVD)
DSPWVD=DHG*(EVDA-EVDE)/(ESPWVD-EVDE)
DLTE=DSPWVD-DGT
DRVD=DHG-DSPWVD
DVDA=DHG
TZWEP=0
PZWEP=0
EZWEP=0
TZWES=0
PZWES=0
EZWES=0
TZWAS=0

PZWAS=0
EZWAS=0
TZWAP=0
PZWAP=0
EZWAP=0
DZWP=0
DZWS=0
RETURN

\$SRC DECK,LIST

```

C PHASE4 MIT ZWISCHENUEBERHITZUNG,TURBINENPARALLELSCHALTUNG
  SUBROUTINE PHASE4
    COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTND,TLTND,ELTND,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
    COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
    COMMON DPVD ,DTVD ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHO03 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
    COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLT,DPLVLT,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN , XLTAN ,DAN
    DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)

```

```

C
C EINGANG
C PRA (AT) =REAKTORAUSTRITTSDRUCK
C TRA (C) =REAKTORAUSTRITTSTEMP.
C DPLRLT (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-LEISTUNGSTURBINE
C DTLRLT (C) =TEMP.VERLUST REAKTOR-LEISTUNGSTURBINE
C DPLRGT (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-HPT.GEBL.TURB.
C DTLRGT (C) =TEMP.VERLUST REAKTOR-HPT.GEBL.TURB.
C ETAIHD =INNERER WIRKUNGSGRAD LEISTUNGSTURBINE HD-TEIL
C PLTTR1 (AT) =IRENNDRUCK HD-MD-TEIL LEISTUNGSTURB.
C DPLRZW (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-ZWISCHENUEBERHITZER
C DTLRZW (C) =TEMP.VERLUST REAKTOR-ZWISCHENUEBERHITZER
C DPLLTZ (AT) =DRUCKVERLUST LEISTUNGSTURB.-ZWISCHENUEBERHITZER
C DTLLTZ (C) =TEMP.VERLUST LEISTUNGSTURB.-ZWISCHENUEBERHITZER
C DTZWGR (C) =GRAEDIGKEIT
C DPZWS (AT) =DRUCKVERLUST ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C DPZWP (AT) =DRUCKVERLUST ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C DTZWP (C) =TEMP.VERLUST ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C DPLZWV (AT) =DRUCKVERLUST ZWISCHENUEBERHITZER-VERDAMPFER
C DTLZWV (C) =TEMP.VERLUST ZWISCHENUEBERHITZER-VERDAMPFER
C DPVD (AT) =DRUCKVERLUST VERDAMPFER
C DTVD (C) =UNTERKUEHLUNG DES SPEISEWASSERS

```

C DPVGED (AT) =GEOD.WASSERHOEHE
 C DPRUCK (AT) =DRUCKVERLUST DURCH RUECKSCHLAGKLAPPE
 C DTUE (C) =RESTUEBERHITZUNGSTEMP.IM VERDAMPFER
 C DPLVHG (AT) =DRUCKVERLUST VERDAMPFER HPT.GEBL.
 C QHG (MW) =HPT.GEBL.ANTRIEBSLEISTUNG
 C ETAIGT =INNERER WIRKUNGSGRAD HPT.GEBL.TURB.
 C GTIPK =STUEBERGROESSE

C AUSGANG

C TZWEP (C) =TEMP. EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
 C PZWEP (AT) =DRUCK EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
 C EZWEP (KCAL/KG) =ENTHALPIE EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
 C TZWES (C) =TEMP. EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C PZWES (AT) =DRUCK EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C EZWES (KCAL/KG) =ENTHALPIE EINTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C TZWAP (C) =TEMP. AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
 C PZWAP (AT) =DRUCK AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
 C EZWAP (KCAL/KG) =ENTHALPIE AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
 C TZWAS (C) =TEMP. AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C PZWAS (AT) =DRUCK AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C EZWAS (KCAL/KG) =ENTHALPIE AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C DZWP (KG/H) =DURCHSATZMENGE ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
 C DZWS (KG/H) =DURCHSATZMENGE ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
 C TVDE (C) =TEMP. EINTRITT VERDAMPFER
 C PVDE (AT) =DRUCK EINTRITT VERDAMPFER
 C EVDE (KCAL/KG) =ENTHALPIE EINTRITT VERDAMPFER
 C DRVD (KG/H) =DURCHSATZMENGE VERDAMPFER
 C TVDA (C) =TEMP. AUSTRITT VERDAMPFER
 C PVDA (AT) =DRUCK AUSTRITT VERDAMPFER
 C EVDA (KCAL/KG) =ENTHALPIE AUSTRITT VERDAMPFER
 C DVDA (KG/H) =DURCHSATZMENGE VERDAMPFER
 C TSPWVD (C) =TEMP. DES SPEISEWASSERS AM VERD.EINTRITT
 C PSPWVD (AT) =DRUCK DES SPEISEWASSERS AM VERD.EINTRITT
 C ESPWVD (KCAL/KG) =ENTHALPIE DES SPEISEWASSERS AM VERD.EINTRITT
 C DSPWVD (KG/H) =DURCHSATZMENGE
 C TGTE (C) =TEMP. EINTRITT HPT.GEBL.TURBINE
 C PGTE (AT) =DRUCK EINTRITT HPT.GEBL.TURBINE
 C EGTE (KCAL/KG) =ENTHALPIE EINTRITT HPT.GEBL.TURBINE
 C TGTA (C) =TEMP. AUSTRITT HPT.GEBL.TURBINE
 C PGTA (AT) =DRUCK AUSTRITT HPT.GEBL.TURBINE
 C EGTA (KCAL/KG) =ENTHALPIE AUSTRITT HPT.GEBL.TURBINE
 C DGT (KG/H) =DURCHSATZMENGE HPT.GEBL.TURBINE
 C DLTE (KG/H) =DURCHSATZMENGE LEISTUNGSTURBINE

C CALL HGTURB

C TLTHDE=TRA-DTLRLT
 C PLTHDE=PRA-DPLRLT
 C ELTHDE=HDI(PLTHDE,TLTHDE)
 C SLTHDA=HDS(PLTHDE,TLTHDE)
 C PLTHDA=PLTTR1
 C TLTAD=TPS(PLTHDA,SLTHDA)
 C ELTAD=HDI(PLTHDA,TLTAD)
 C DELTHD=(ELTHDE-ELTAD)*ETA1HD
 C ELTHDA=ELTHDE-DELTHD
 C TLTHDA=TPE(PLTHDA,ELTHDA)
 C TZWEP=TRA-DTLRZW
 C PZWEP=PRA-DPLRZW
 C EZWEP=HDI(PZWEP,TZWEP)
 C PVDA=PHGE+DPLVHG
 C TVDA=TS(PVDA)+DTUE

```
EVDA=HDI(PVDA,TVDA)
PSPWVD=PVDA+DPVGE(+DPRUCK
TSPWVD=TS(PVDA)-DTVD
ESPWVD=WI(PSPWVD,TSPWVD)
DGT=QHG*860.*1.E+3/(EGTE-EGTA)
DLTEO=DGT*2.
DZWP=DR*0.6
DZWS=DR*0.4
39 EGES=(DGT*EGTA+DLTEO*ELTHDA)/(DGT+DLTEO)
TGES=TPE(PLTHDA,EGES)
TZWES=EGES-DTLLTZ
PZWES=PLTHDA-DPLL TZ
EZWES=HDI(PZWES,TZWES)
TZWAS=TZWEP-DTZWGR
PZWAS=PZWES-DPZWS
EZWAS=HDI(PZWAS,TZWAS)
PZWAP=PZWEP-DPZWP
EZWAP=EZWEP+DZWS/DZWP*(EZWES-EZWAS)
TZWAP=TPE(PZWAP,EZWAP)-DTZWP
PVDE=PZWAP-DPLZVV
TVDE=TZWAP-DTLZVV
EVDE=HDI(PVDE,TVDE)
DSPWVD=DHG*(EVDA-EVDE)/(ESPWVD-EVDE)
DRVD=DR-DSPWVD
DVDA=DHG
DLTE=DSPWVD-DGT
DZWP=DRVD
DZWS=DLTE+DGT
IF(ABSF((DLTEO-DLTE)/DLTE)-RHO03)37,37,38
38 DLTEO=DLTE
GO TO 39
37 RETURN
```

\$SRC DECK,LIST
 C HAUPTGEBLAESETURBINE
 C

```

SUBROUTINE HGTURB
COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFTM,XDFTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVD ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEP ,TZWEP ,EZWEP ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHO(3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRRT,DTLRRT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLCTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZVW,DTLZVW,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLV,DPLVLT,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)
  
```

C
 C EINGANG
 C PRA (AT) =REAKTORAUSTRITTSDRUCK
 C TRA (C) =REAKTORAUSTRITTSTEMP.
 C DPLRGT (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-HPT.GEBL.TURBINE
 C DTLRGT (C) =TEMP.VERLUST REAKTOR-HPT.GEBL.TURBINE
 C DGT (KG/H) =MENGENDURCHSATZ
 C PGTAPS (AT) =AUSTRITTSDRUCK HPT.GEBL.TURB.BEI PARALLELSCHALT.
 C QHG (MW) =HPT.GEBL.ANTRIEBSLEISTUNG
 C ETAIGT =INNERER WIRKUNGSGRAD HPT.GEBL.TURB.
 C GTIPK =STEUERGRÖSSE

C
 C AUSGANG
 C PGTE (AT) =EINTRITTSDRUCK HPT.GEBL.TURBINE
 C TGTE (C) =EINTRITTSTEMP. HPT.GEBL.TURBINE
 C EGTE (KCAL/KG)=EINTRITTSENTH. HPT.GEBL.TURBINE
 C PGTA (AT) =AUSTRITTSDRUCK HPT.GEBL.TURBINE
 C TGTA (C) =AUSTRITTSTEMP. HPT.GEBL.TURBINE
 C EGTA (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. HPT.GEBL.TURBINE

PGTE=PRA-DPLRGT

```
TGTE=TRA-DTLRGT
EGTE=HDI(PGTE,TGTE)
IF(GTIPK)36,36,34
C HPT.GEBL.TURBINE IN REIHENSCHALTUNG
34 DEGT=QHG*8.6*1.E+5/DGT
EGTA=EGTE-DEGT
EGTAAD=EGTE-DEGT/ETAIGT
SGTAAD=HDS(PGTE,TGTE)
E=EGTAAD
S=SGTAAD
CALL ITHD(E,S,P,T)
PGTA=P
TGTA=TPE(PGTA,EGTA)
GO TO 35
C HPT.GEBL.TURBINE IN PARALLELSCHALTUNG
36 SGTAAD=HDS(PGTE,TGTE)
TGTAAD=TPS(PGTAPS,SGTAAD)
EGTAAD=HDI(PGTAPS,TGTAAD)
DEGT=(EGTE-EGTAAD)*ETAIGT
TGTA=TPE(PGTAPS,EGTE-DEGT)
EGTA=HDI(PGTAPS,TGTA)
PGTA=PGTAPS
35 RETURN
```


\$SRC DECK,LIST
C LEISTUNGSTURBINENSATZ
C

SUBROUTINE LETUSA

COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,PI ,TI ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVC ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHOC3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLT,DPLVLT,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN , XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)

C
C EINGANG
C PRA (AT) =REAKTORAUSTRITTSDRUCK
C TRA (C) =REAKTORAUSTRITTSTEMP.
C PGTA (AT) =HPT.GEBL.TURB.AUSTRITTSDRUCK
C TGTA (C) =HPT.GEBL.TURB.AUSTRITTSTEMP.
C EGTA (KCAL/KG)=HPT.GEBL.TURB.AUSTRITSENTHALPIE
C DPLRLT (AT) =DRUCKVERLUST REAKTOR-LEISTUNGSTURB.
C DTLRLT (C) =TEMP.VERLUST REAKTOR-LEISTUNGSTURB.
C DPLGTL (AT) =DRUCKVERLUST HPT.GEBL.TURB.-LEISTUNGSTURB.
C DTLGTL (C) =TEMP.VERLUST HPT.GEBL.TURB.-LEISTUNGSTURB.
C PLTTR1 (AT) =TRENNDRUCK HD-MD-TEIL LEISTUNGSTURB.
C ETAIHD =INNERER WIRKUNGSGRAD HD-TEIL LEISTUNGSTURB.
C PLTTR2 (AT) TRENNDRUCK MD-ND-TEIL LEISTUNGSTURB.
C ETAIMD =INNERER WIRKUNGSGRAD MD-TEIL LEISTUNGSTURB.
C PLTNDA (AT) =AUSTRITTSDRUCK ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ETAIND =INNERER WIRKUNGSGRAD ND-TEIL
C XLIMIT (KG/KG) =GRENZDAMPFFEUCHTE AUSTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURB.
C DGT (KG/H) =DURCHSATZMENGE HPT.GEBL.TURB.
C DLTE (KG/H) =DURCHSATZMENGE LEISTUNGSTURBINE
C PZWAS (AT) =DRUCK AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.

C TZWAS (C) =TEMP. AUSTRITT ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C DPLLTZ (AT) =DRUCKVERLUST LEISTUNGSTURB.-ZWISCHENUEBERHITZER
C DTLLTZ (C) =TEMP.VERLUST LEISTUNGSTURB.-ZWISCHENUEBERHITZER
C GTIPK =STUEBERGROESSE
C ZWUE =STUEBERGROESSE

C AUSGANG

C PLTHDE (AT) =DRUCK EINTRITT HD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C TLTHDE (C) =TEMP. EINTRITT HD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTHDE (KCAL/KG) =ENTHALPIE EINTRITT HD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C PLTHDA (AT) =DRUCK AUSTRITT HD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C TLTHDA (C) =TEMP. AUSTRITT HD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTHDA (KCAL/KG) =ENTHALPIE AUSTRITT HD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C XDFLTH (KG/KG) =DAMPFFEUCHTE AUSTRITT HD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C PLTMDE (AT) =DRUCK EINTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C TLTMD (C) =TEMP. EINTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTMD (KCAL/KG) =ENTHALPIE EINTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C PLTMDA (AT) =DRUCK AUSTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C TLTMDA (C) =TEMP. AUSTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTMDA (KCAL/KG) =ENTHALPIE AUSTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C XDFLTM (KG/KG) =DAMPFFEUCHTE AUSTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C PLTNDE (AT) =DRUCK EINTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C TLTNDE (C) =TEMP. EINTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTNDE (KCAL/KG) =ENTHALPIE EINTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C TLTNDA (C) =TEMP. AUSTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTNDA (KCAL/KG) =ENTHALPIE AUSTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C XDFLTN (KG/KG) =DAMPFFEUCHTE AUSTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C SIGN22 =STUEBERGROESSE
C PSEX (AT) =DRUCK AM SCHNITTPKT. SAETTIGUNGS-EXPANSIONSLINIE
C TSEX (C) =TEMP. AM SCHNITTPKT. SAETTIGUNGS-EXPANSIONSLINIE

C LEISTUNGSTURBINE HD-TEIL

TLTHDE=(TGTA-DTLGIL)*GTIPK+(TRA-DTLRLT)*ABSF(GTIPK-1.)
PLTHDE=(PGTA-DPLGLT)*GTIPK+(PRA-DPLRLT)*ABSF(GTIPK-1.)
ELTHDE=HDI(PLTHDE,TLTHDE)
TE=TLTHDE
PE=PLTHDE
EE=ELTHDE
ETALT=ETAIHD
PA=PLTTRI

C CALL EXVILT

C TLTHDA=TA
C PLTHDA=PA
C ELTHDA=EA
C XDFLTH=XDFLT

C LEISTUNGSTURBINE MD-TEIL

IF(GTIPK)1601,1601,1602

1601 EGES=(DGT*EGTA+DLTE*ELTHDA)/(DGT+DLTE)
GO TO 1603

1602 EGES=ELTHDA

1603 TGES=TPE(PLTTRI,EGES)

TGES=TLTHDA*GTIPK+TGES*ABSF(GTIPK-1.)

TLTMDE=TGES*ABSF(ZWUE-1.)+(TZWAS-DTLTIZ)*ZWUE

PLTMDE=PLTHDA*ABSF(ZWUE-1.)+(PZWAS-DPLLTIZ)*ZWUE

ELTMDE=HDI(PLTMDE,TLTMDE)

TE=TLTMDE

PE=PLTMDE

EE=ELTMDE

XDFLT=XDFLTH

ETALT=ETA IMD
PA=PLTTR2

C

CALL EXVILT

C

TLTMDA=TA
PLTMDA=PA
ELTMDA=EA
XDFTM=XDFLT

C

LEISTUNGSTURBINE ND-TEIL

TLTNDE=TLTMDA
PLTNDE=PLTMDA
ELTNDE=ELTMDA
TE=TLTNDE
PE=PLTNDE
EE=ELTNDE
XDFTN=XDFTM
ETALT=ETA IND
PA=PLTNDA

C

CALL EXVILT

C

TLTNDA=TA
ELTNDA=EA
XDFTN=XDFLT

C

CALL SEX

C

RETURN

\$SRC DECK,LIST
C EXPANSIONSVERLAUF IN DER LEISTUNGSTURBINE
C

SUBROUTINE EXVILT

```

COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVCL ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEP ,TZWEP ,EZWEP ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHOC3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLCTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLT,DPLVLT,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)

```

C
C EINGANG

```

C PE (AT) =EINTRITTSDRUCK LEISTUNGSTURB. HD/MD/ND-TEIL
C TE (C) =EINTRITTSTEMP. LEISTUNGSTURB. HD/MD/ND-TEIL
C EE (KCAL/KG)=EINTRITTSENTH. LEISTUNGSTURB. HD/MD/ND-TEIL
C XDFLT (KG/KG) =DAMPFFEUCHTE
C XLIMIT (KG/KG) =GRENZDAMPFFEUCHTE AUSTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURB.
C ETALT =INNERER WIRKUNGSGRAD LEISTUNGSTURB. HD/MD/ND-TEIL
C PA (AT) =AUSTRITTSDRUCK LEISTUNGSTURB. HD/MD/ND-TEIL
C PSEX (AT) =DRUCK AM SCHNITTPKT. SAETTIGUNGS-EXPANSIONSLINIE
C TSEX (C) =TEMP. AM SCHNITTPKT. SAETTIGUNGS-EXPANSIONSLINIE

```

C
C AUSGANG

```

C PA (AT) =AUSTRITTSDRUCK LEISTUNGSTURB. HD/MD/ND-TEIL
C TA (C) =AUSTRITTSTEMP. LEISTUNGSTURB. HD/MD/ND-TEIL
C EA (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. LEISTUNGSTURB. HD/MD/ND-TEIL
C XDFLT (KG/KG) =DAMPFFEUCHTE
C SIGN22 =STUEBERGROESSE

```

C
SIGN22=0
TSATE=TS(PE)

```
TSATA=TS(PA)
SSL=HDS(PA,TSATA)
IF(TSATE-TE)6004,6005,6005
6005 SWE=WS(PE,TSATE)
SAAD=SWE+XDFLT*(HDS(PE,TSATE)-SWE)
GOTO 6001
6004 SAAD=HDS(PE,TE)
IF(SAAD-SSL)6001,6002,6002
C UEBERGANG DES EXPANSIONSVERLAUFES IN DAS HEISSDAMPFGEBIET
6002 TAAD=TPS(PA,SAAD)
EAAD=HDI(PA,TAAD)
DE=(EE-EAAD)*ETALT
EA=EE-DE
TA=TPE(PA,EA)
XDAFEU=1.
XDFLT=XDAFEU
RETURN
C UEBERGANG DES EXPANSIONSVERLAUFES IN DAS NASSDAMPFGEBIET
6001 SWA=WS(PA,TSATA)
XDAFAD=(SAAD-SWA)/(SSL-SWA)
EWA=WI(PA,TSATA)
EAAD=EWA+XDAFAD*(HDI(PA,TSATA)-EWA)
DE=(EE-EAAD)*ETALT
EA=EE-DE
TA=TSATA
XDAFEU=(EA-EWA)/(HDI(PA,TSATA)-EWA)
IF(XDAFEU-XLIMIT)6006,6007,6007
6006 EA=EWA+XLIMIT*(HDI(PA,TSATA)-EWA)
XDAFEU=XLIMIT
ETAIND=(EE-EA)/(EE-EAAD)
SIGN22=1.
6007 XDFLT=XDAFEU
IF(XDFLT-1.)6003,6003,6002
6003 RETURN
```

\$SRC DECK,LIST

C SCHNITTPUNKT SAETTIGUNGS-EXPANSIONSLINIE

C

SUBROUTINE SEX

C

```

COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVD ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHO3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLCTL,DTLCTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLV,DPLVLV,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)

```

C

EINGANG

```

C PLTMDE (AT) =DRUCK EINTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C TLTMD (C) =TEMP. EINTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTMDE (KCAL/KG)=ENTHALPIE EINTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C RLTMDA (AT) =DRUCK AUSTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C TLTMDA (C) =TEMP. AUSTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTMDA (KCAL/KG)=ENTHALPIE AUSTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C XDFLTM (KG/KG) =DAMPFFEUCHE AUSTRITT MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C PLTNDE (AT) =DRUCK EINTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C TLTNDE (C) =TEMP. EINTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTNDE (KCAL/KG)=ENTHALPIE EINTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C PLTNDA (AT) =DRUCK AUSTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C TLTNDA (C) =TEMP. AUSTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTNDA (KCAL/KG)=ENTHALPIE AUSTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C XDFLTN (KG/KG) =DAMPFFEUCHE AUSTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE

```

C

AUSGANG

```

C PSEX (AT) =DRUCK AM SCHNITTPKT. SAETTIGUNGS-EXPANSIONSLINIE
C TSEX (C) =TEMP. AM SCHNITTPKT. SAETTIGUNGS-EXPANSIONSLINIE

```

```
C      ESEX   (KCAL/KG)=ENTH. AM SCHNITTPKT. SAETTIGUNGS-EXPANSIONSLINIE
C      SSEX   (KCAL/KG)=ENTR. AM SCHNITTPKT. SAETTIGUNGS-EXPANSIONSLINIE
C
      K=0
      IF(XDFLTM-1.)1401,1402,1402
C     SCHNITTPUNKT MD-TEIL
1401  SIX=HDS(PLTMDE,TLIMDE)
      EIX=ELTMDE
      SOX= WS(PLTMDA,TLIMDA)+XDFLTM*(HDS(PLTMDA,TLTMDA)-
1WS(PLTMDA,TLTMDA))
      EOX=ELTMDA
      POOX=PLTMDE
      POIX=POOX
      TOOX=TLTMDE
      GO TO 1403
C     SCHNITTPUNKT ND-TEIL
1402  SIX=HDS(PLTNDE,TLINDE)
      EIX=ELTNDE
      SOX= WS(PLTNDA,TLINDA)+XDFLTM*(HDS(PLTNDA,TLTNDA)-
1WS(PLTNDA,TLTNDA))
      EOX=ELTNDA
      POOX=PLTNDE
      POIX=POOX
      TOOX=ILTNDE
1403  A=(SIX-SOX)/(EIX-EOX)
1406  T01X=TS(POIX)
      IF(ABSF(TOIX/T01X-1.)-1.E-4)1404,1404,1405
1405  E01X=HDI(POIX,T01X)
      S01X=SIX-A*(EIX-EOIX)
      CALL ITHD(E01X,S01X,POOX,TOOX)
      POIX=POOX
      K=K+1
      IF(K-50)1406,1406,1407
1407  WRITE OUTPUT TAPE 9,1408
1408  FORMAT(1HL,36HKEINE KONVERGENZ IM PROGRAMMTEIL SEX)
1404  PSEX=POIX
      TSEX=T01X
      ESEX=E01X
      SSEX=S01X
      RETURN
```

```
*OVL PART 2
$SRC DECK,LIST
C   TEILSTEUERPROGRAMM FUER DIE SUBROUTINEN
C   KONDEN (22917)
C   KOPUMP (22918)
C   REVOS (22919)
C   MEDUSA (22920)
C   EXPAN (22923)
C   POWER (22925)
C   SUBROUTINE PART 2
C
COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTND,TLTND,ELTND,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,PI ,TI ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAI SP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVC ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZVES ,TZVES ,EZVES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHOC3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLVLT,DPLVLVLT,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)
```

```
C   CALL KONDEN
```

```
C
IF(KONTR)1358,1358,1359
1359 PRINT 1322
1322 FORMAT(1HK,12H KONDENSATOR/1HS)
PRINT 1323,PKEP,TKEP,EKEP
PRINT 1323,PKES,TKES,EKES
PRINT 1323,PKAP,TKAP,EKAP
PRINT 1323,PKAS,TKAS,EKAS
1323 FORMAT(3X,3(F10.3,2X))
```

```
C
1358 CALL KOPUMP
```

```
C
```



```
      IF(KONTR)1360,136C,1361
1361 PRINT 1325
1325 FORMAT(1HK,15H KONDENSATPUMPE/1HS)
      PRINT 1326,PKPE,TKPE,EKPE
      PRINT 1326,PKPA,TKPA,EKPA
1326 FORMAT(3X,3(F10.3,2X))
C
1360 CALL REVOS
C
      IF(SIGN10),1366,1370,1370
1370 IF(KONTR)1362,1362,1363
1363 PRINT 1327
1327 FORMAT(1HK,36HREGENERATIVE SPEISEWASSERVORWAERMUNG/1HS)
      DO 1328 I=1,N,1
      PRINT 1329,PVES(I),TVES(I),EVES(I),DVES(I)
      PRINT 1329,PVEP(I),TVEP(I),EVEP(I),DAN(I)
      PRINT 1329,PVAS(I),TVAS(I),EVAS(I),DVAS(I)
1328 PRINT 1330,PLTAN(I),TLTAN(I),ELTAN(I),XLTAN(I)
1329 FORMAT(3X,3(F10.3,2X),F12.3)
1330 FORMAT(3X,4(F10.3,2X)/1HS)
      PRINT 1331,SIGN10
1331 FORMAT(3X,F3.1/1HS)
C
      PRINT 1332
1332 FORMAT(18H SPEISEWASSERPUMPE/1HS)
      PRINT 1333,PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE
      PRINT 1333,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA
1333 FORMAT(3X,3(F10.3,2X))
C
1362 CALL POWER
C
      IF(KONTR)1366,1366,1367
1367 PRINT 1338
1338 FORMAT(1HK,28HLEISTUNGEN UND WIRKUNGSGRADE/1HS)
      PRINT 1339,QLT,QHG,QGEN
      PRINT 1339,QK,QKWF,QKP
      PRINT 1339,QVKUMP,QSPWP,QEIGEN
      PRINT 1335,ETAPR,ETAN
      PRINT 1334,SIGN25
1339 FORMAT(3X,3(F10.3,2X))
1335 FORMAT(3X,2(F10.3,2X))
1334 FORMAT(3X,F3.1/1HS)
1366 RETURN
```

\$SRC DECK,LIST
C KONDENSATOR
C

```
SUBROUTINE KONDEN
COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ;
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIRD,ETAIRD,ETAIRD,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVD ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHOC3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLV,DPLVLV,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)
```

```
C
C EINGANG
C PLINDA (AT) =DRUCK AUSTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C TLTNDA (C) =TEMP. AUSTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C PKES (AT) =EINTRITTSDRUCK DES KUEHLWASSERS
C TKES (C) =EINTRITTSTEMP. DES KUEHLWASSERS
C
C AUSGANG
C PKEP (AT) =EINTRITTSDRUCK DES DAMPFES
C TKEP (C) =EINTRITTSTEMP. DES DAMPFES
C EKEP (KCAL/KG)=EINTRITTSENTH. DES DAMPFES
C PKAP (AT) =AUSTRITTSDRUCK DES KONDENSATS
C TKAP (C) =AUSTRITTSTEMP. DES KONDENSATS
C EKAP (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. DES KONDENSATS
C PKES (AT) =EINTRITTSDRUCK DES KUEHLWASSERS
C TKES (C) =EINTRITTSTEMP. DES KUEHLWASSERS
C EKES (KCAL/KG)=EINTRITTSENTH. DES KUEHLWASSERS
C PKAS (AT) =AUSTRITTSDRUCK DES KUEHLWASSERS
C TKAS (C) =AUSTRITTSTEMP. DES KUEHLWASSERS
C EKAS (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. DES KUEHLWASSERS
C
```

```
TKEP=TLTND  
PKEP=PLTND  
EKEP=ELTND  
PKAP=PS(TKEP)  
TKAP=TS(PKEP)  
EKAP=WI(PKAP,TKAP)  
EKES=WI(PKES,TKES)  
EKAS=EKES+(EKEP-EKAP)/50.  
PKAS=PKES  
TKAS=WTPE(PKAS,EKAS)  
RETURN
```

\$SRC DECK,LIST
 C KONDENSATPUMPE
 C

```

SUBROUTINE KOPUMP
COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVD ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHOC3 ,RHOC10 ,RHOC12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLVLT,DPLVLVLT,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)
  
```

```

C
C EINGANG
C PKAP (AT) =AUSTRITTSDRUCK KONDENSATOR
C TKAP (C) =AUSTRITTSTEMP. KONDENSATOR
C DPLKKP (AT) =DRUCKVERLUST KONDENSATOR-KONDENSATPUMPE
C DTLKKP (C) =TEMP.VERLUST KONDENSATOR-KONDENSATPUMPE
C DPVS (AT) =DRUCKVERLUST VORWAERMER SEK.
C DPLKPV (AT) =DRUCKVERLUST KONDENSATPUMPE-VORWAERMER
C DTLKPV (C) =TEMP.VERLUST KONDENSATPUMPE-VORWAERMER
C ETAIKP =INNERER WIRKUNGSGRAD KONDENSATPUMPE
C ETAMKP =MECH. WIRKUNGSGRAD KONDENSATPUMPE
C M =ANZAHL DER VORWAERMER BIS ZUR SPEISEWASSERPUMPE
C PSPWKE (AT) =DRUCK EINTRITT SPEISEWASSERKESSEL
C
C AUSGANG
C PKPE (AT) =EINTRITTSDRUCK KONDENSATPUMPE
C TKPE (C) =EINTRITTSTEMP. KONDENSATPUMPE
C EKPE (KCAL/KG)=EINTRITTSENTH. KONDENSATPUMPE
C PKPA (AT) =AUSTRITTSDRUCK KONDENSATPUMPE
C TKPA (C) =AUSTRITTSTEMP. KONDENSATPUMPE
C EKPA (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. KONDENSATPUMPE
  
```

```
C
PKPE=PKAP-DPLKKP
TKPE=TKAP-DTLKKP
EKPE=WI(PKPE,TKPE)
CM=M
PKPA=DPLKPV+CM*DPVS+PSPWKE
DEKP=860.*WV(PKPE,TKPE)*(PKPA-PKPE)/(102.*3600.*ETAIKP)*1.E+4
EKPA=EKPE+DEKP
TKPA=WTPE(PKPA,EKPA)
IF(TKPE-TKPA)1021,1021,1020
1020 TKPA=TKPE
1021 RETURN
```

\$SRC DECK,LIST
 C BESTIMMUNG DER PRIM.U.SEK.ZUSTANDSGROESSEN AN DEN VORWAERMERN
 C (REGENERATIVE SPEISEWASSERVORWAERMERMUNG)
 C

SUBROUTINE REVOS

COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
 1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
 2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
 3ETAMHG,
 4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
 5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
 6PLTHDE,TLTHDE,ELT+DE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
 7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,
 8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
 9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
 COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
 1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
 2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
 3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
 4QKP ,
 5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
 6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
 7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
 8QSPWP ,DSPWP ,
 9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
 COMMON DFVD ,DTVC ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
 1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
 2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
 3PSPWKE,PMAN ,
 4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
 5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
 6GTIPK ,ZWUE ,RHO03 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
 7Z ,SIGN22,
 8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
 9DPLHGR,DTLHGR,DPLCTL,DTLCTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
 COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLV,DPLVLV,
 1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
 2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
 DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
 1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
 2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)

C
 C EINGANG
 C PKPA (AT) =AUSTRITTSDRUCK KONDENS.PUMPE
 C TKPA (C) =AUSTRITTSTEMP. KONDENS.PUMPE
 C DPLKPV (AT) =DRUCKVERLUST KONDENS.PUMPE-1.VORWAERMER
 C DTLKPV (C) =TEMP.VERLUST KONDENS.PUMPE-1.VORWAERMER
 C DPVS (AT) =DRUCKVERLUST VORWAERMER SEK.
 C RHO10 =KONST.FUER ITERATIONSGENAUIGKEIT
 C ETAISP =INNERER WIRKUNGSGRAD DER SPEISEWASSERPUMPE
 C PLTMDE (AT) =EINTRITTSDRUCK MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
 C TLTMDE (C) =EINTRITTSTEMP. MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
 C PLTNDA (AT) =AUSTRITTSDRUCK ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
 C TLTNDA (C) =AUSTRITTSTEMP. ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
 C M =ANZAHL DER VORWAERMER BIS ZUR SPEISEWASSERPUMPE
 C N =GESAMTANZAHL DER VORWAERMER
 C ETAIHD =INNERER WIRKUNGSGRAD HD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
 C ETAIND =INNERER WIRKUNGSGRAD ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
 C DWLVLT (KCAL/KG) =WAERMEVERLUST IN DEN ANZAPFDAMPFLEITUNGEN
 C DPLVLV (O/O) =PROZENT.DRUCKVERLUST IN DEN ANZAPFLEITUNGEN
 C PSPWVD (A) =EINTRITTSDRUCK DES SPEISEWASSERS IN DEN VERDAMPF.

C TSPWVD (C) =EINTRITTSTEMP. DES SPEISEWASSERS IN DEN VERDAMPF.
C PMAN (AT) =MANOMETRISCHE DRUCKHOEHE
C
C AUSGANG
C PVES (AT) =EINTRITTSDRUCK VORWAERMER SEK.
C TVES (C) =EINTRITTSTEMP. VORWAERMER SEK.
C EVES (KCAL/KG)=EINTRITTSENTH. VORWAERMER SEK.
C PVAS (AT) =AUSTRITTSDRUCK VORWAERMER SEK.
C TVAS (C) =AUSTRITTSTEMP. VORWAERMER SEK.
C EVAS (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. VORWAERMER SEK.
C PVEP (AT) =EINTRITTSDRUCK VORWAERMER PRIM.
C TVEP (C) =EINTRITTSTEMP. VORWAERMER PRIM.
C EVEP (KCAL/KG)=EINTRITTSENTH. VORWAERMER PRIM.
C PLTAN (AT) =AUSTRITTSDRUCK DES ANZAPFDAMPFES LEIST.TURB.
C TLTAN (C) =AUSTRITTSTEMP. DES ANZAPFDAMPFES LEIST.TURB.
C ELTAN (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTHALPIE DES ANZAPFDAMPFES LEIST.TURB.
C XLTAN (KG/KG) =DAMPFFEUCHTE AN DEN ANZAPFUNGEN LEIST. TURB.
C TSPWPE (C) =EINTRITTSDRUCK IN DIE SPEISWASSERPUMPE
C PSPWPE (AT) =EINTRITTSTEMP. IN DIE SPEISWASSERPUMPE
C ESPWPE (KCAL/KG)=EINTRITTSENTH. IN DIE SPEISWASSERPUMPE
C TSPWPA (C) =AUSTRITTSDRUCK AN DER SPEISEWASSERPUMPE
C PSPWPA (AT) =AUSTRITTSTEMP. AN DER SPEISEWASSERPUMPE
C ESPWPA (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. AN DER SPEISEWASSERPUMPE
C SIGN10 =STUEGRGROESSE FUER ITERATIONSPROZESS

C
C CN=N
C K=0
C SIGN10=1.
C DO 1024 I=1,N,1
C DVES(I)=1.
1024 CAN(I)=0.1
C PVES(I)=PKPA-DPLKPV
C TVES(I)=TKPA-DTLKPV
C EVES(I)=WI(PVES(I),TVES(I))
C DTVS=(TSPWVD-TVES(I))/CN
1005 DO 1001 I=1,M,1
C TVAS(I)=TVES(I)+DTVS
C PVAS(I)=PVES(I)-DPVS
C IF(TS(PVAS(I))-TVAS(I))1025,1026,1026
1026 EVAS(I)=WI(PVAS(I),TVAS(I))
C P1=PVES(I)
C T1=TVES(I)
C P2=PVAS(I)
C T2=TVAS(I)

C
C CALL EXPAN

C
C PVEP(I)=P0
C TVEP(I)=T0
C EVEP(I)=E0
C PLTAN(I)=PLTANO
C TLTAN(I)=TLTANO
C ELTAN(I)=ELTANO
C XLTAN(I)=XDAO
C EVAP(I)=WI(P0,TS(P0))
C EVES(I+1)=(EVAS(I)*DVAS(I)+EVAP(I)*DAN(I))/(DVAS(I)+DAN(I))
C PVES(I+1)=PVAS(I)
1001 TVES(I+1)=WTPE(PVES(I+1),EVES(I+1))
C ENTHALPIEERHOEHUNG DES SPEISEWASSERS IN DER SPEISEWASSERPUMPE
C TSPWPE=TVES(I+1)
C PSPWPE=PVES(I+1)+PMAN

```
ESPWPE=EVES(I+1)
CNM=N-M
PSPWPA=PSPWVD+DPVS*CNM
DESPWP=860.*WV(PSPWPE,TSPWPE)*(PSPWPA-PSPWPE)/(102.*3600.*ETAISP)
1*1.E+4
ESPWPA=ESPWPE+DESPWP
TSPWPA=WTPE(PSPWPA,ESPWPA)
IF(TSPWPE-TSPWPA)1022,1022,1023
1023 TSPWPA=TSPWPE
1022 TVES(I+1)=TSPWPA
PVES(I+1)=PSPWPA
EVES(I+1)=ESPWPA
M1=M+1
DO 1002 I=M1,N,1
TVAS(I)=TVES(I)+DTVS
PVAS(I)=PVES(I)-DPVS
IF(TS(PVAS(I))-TVAS(I))1025,1027,1027
1027 EVAS(I)=WI(PVAS(I),TVAS(I))
P1=PVES(I)
T1=TVES(I)
P2=PVAS(I)
T2=TVAS(I)
C
CALL EXPAN
C
PVEP(I)=PC
TVEP(I)=TO
EVEP(I)=EO
PLTAN(I)=PLTANO
TLTAN(I)=TLTANO
ELTAN(I)=ELTANO
XLTAN(I)=XDAO
EVAP(I)=WI(P0,TS(P0))
PVES(I+1)=PVAS(I)
EVES(I+1)=(EVAS(I)*DVAS(I)+EVAP(I)*DAN(I))/(DVAS(I)+DAN(I))
1002 TVES(I+1)=WTPE(PVES(I+1),EVES(I+1))
C
CALL MEDUSA
C
IF(ABSF((TVES(I+1)-TSPWVD)/TSPWVD)-RHO10)1003,1003,1004
1004 DTVS=DTVS-(TVES(I+1)-TSPWVD)/CN
K=K+1
IF(K-50)1005,1005,1006
1006 WRITE OUTPUT TAPE 9,1007
1007 FORMAT(1HL,38HKEINE KONVERGENZ IM PROGRAMMTEIL REVOS)
SIGN10=C
1003 RETURN
1025 PRINT 1028,I,PVAS(I),I,TVAS(I)
1028 FORMAT(1HL,41HDEFINITIONSBEREICH VON WI UEBERSCHRITTEN ,
16H PVES ,I1,1H=,F8.3,7H TVES ,I1,1H=,F8.3)
SIGN10=-1.
RETURN
```


\$SRC DECK,LIST

C BESTIMMUNG DER DISKREten DURCHSATZ-U. ANZAPF DAMPFMENGEN

C

SUBROUTINE MEDUSA

```
COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9GLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVE ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEP ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHOC3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN1C,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLV,DPLVLV,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)
```

C

EINGANG

C

DSPWVD (KG/H)

=MENGENDURCHSATZ VERDAMPFER

C

VF

=PROZENTUALER VERLUSTFAKTOR DER VORWAERMER

C

N

=GESAMTANZAHL DER VORWAERMER

C

M

=ANZAHL DER VORWAERMER BIS ZUR SPEISEWASSERPUMPE

C

EVES

(KCAL/KG)

=EINTRITTSENTH. VORWAERMER SEK.

C

EVAS

(KCAL/KG)

=AUSTRITTSENTH. VORWAERMER SEK.

C

EVEP

(KCAL/KG)

=EINTRITTSENTH. VORWAERMER PRIM.

C

DLTE

(KG/H)

=MENGENDURCHSATZ LEISTUNGSTURB.EINTRITT

C

AUSGANG

C

DVES

(KG/H)

=DURCHSATZMENGE AM EINTRITT DER VORWAERMER SEK.

C

DVAS

(KG/H)

=DURCHSATZMENGE AM AUSTRITT DER VORWAERMER SEK.

C

DAN

(KG/H)

=DURCHSATZMENGE AM EINTRITT DER VORWAERMER PRIM.

C

DSPWP

(KG/H)

=DURCHSATZMENGE SPEISEWASSERPUMPE

C

DLTM

(KG/H)

=MENGENDURCHSATZ LEISTUNGSTURB.MD-TEIL

C

DLTA

(KG/H)

=MENGENDURCHSATZ LEISTUNGSTURB.AUSTRITT

C

DKEP

(KG/H)

=MENGENDURCHSATZ KODENSAT KONDENSATOR PRIM.

C

DKES

(KG/H)

=MENGENDURCHSATZ KUEHLWASSER KONDENSATOR SEK.

C

DKP

(KG/H)

=MENGENDURCHSATZ KONDENSATUMWALZPUMPE

```
C
  I=N
  DVAS(N)=DSPWVD
1011 DAN(I)=(1.+VF/100.)*DVAS(I)*((EVAS(I)-EVES(I))/(EVEP(I)-EVES(I)))
  DVES(I)=DVAS(I)-DAN(I)
  DVAS(I-1)=DVES(I)
  IF(I-M)1009,1010,1009
1010 DSPWP=DVAS(I-1)
1009 I=I-1
  IF(I)1008,1008,1011
```

```
C
C   BESTIMMUNG DER MENGEN DURCHSAETZE
C   LEISTUNGSTURBINENSATZ
C   KONDENSATOR
C   KONDENSATPUMPE
```

```
C
1008 D=0.
  CC1101 I=1,N,1
1101 D=D+DAN(I)
  DLTM=DLTE+DGT*ABSF(GTIPK-1.)
  DLTA=DLTE-D+DGT*AESF(GTIPK-1.)
  DKEP=DLTA*(ABSF(SIGN22-1)+91.8/100.*SIGN22)
  DKES=DKEP*50.
  DKP=DLTA
  RETURN
```


C ETAIMD =INNERER WIRKUNGSGRAD MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ETAIND =INNERER WIRKUNGSGRAD ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C EPSIVS =GRAEDIGKEIT DER VORWAERMER
C DPLVLT (O/O) =PROZENTUALER DRUCKVERLUST IN DEN ANZAPFDAMPFLEIT.
C DWLVLT (KCAL/KG) =WAERMEVERLUST IN DEN ANZAPFDAMPFLEITUNGEN
C P1 (AT) =EINTRITTSDRUCK VORWAERMER SEK.
C T1 (C) =EINTRITTSTEMP. VORWAERMER SEK.
C P2 (AT) =AUSTRITTSDRUCK VORWAERMER SEK.
C T2 (C) =AUSTRITTSTEMP. VORWAERMER SEK.

C AUSGANG
C P0 (AT) =EINTRITTSDRUCK VORWAERMER PRIM.
C T0 (C) =EINTRITTSTEMP. VORWAERMER PRIM.
C E0 (KCAL/KG) =EINTRITTSENTH. VORWAERMER PRIM.
C PLTANO (AT) =DRUCK DES ANZAPFDAMPFES AN DER LEISTUNGSTURBINE
C TLTANO (C) =TEMP. DES ANZAPFDAMPFES AN DER LEISTUNGSTURBINE
C ELTANO (KCAL/KG) =ENTH. DES ANZAPFDAMPFES AN DER LEISTUNGSTURBINE
C XDAO (KG/KG) =DAMPFFEUCHE DES ANZAPFDAMPFES AN DER LEISTUNGSTUR

J=0

T0=T1+(T2-T1)/EPSIVS

PC=PS(T0)

PCO=PC*(1.+DPLVLT/100.)

T00=TS(PCO)

E00=HDI(PCO,T00)

IF(T00-TSEX)1014,1015,1016

C ANZAPFUNG IM NASSDAMPFGEBIET ND/MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE

1014 SW=WS(PCO,T00)

EW=WI(PCO,T00)

SHD=HDS(PCO,T00)

EHD=HDI(PCO,T00)

IF(T00-TLNDE)1021,1021,1022

C DEFINITION DER EXPANSIONSLINIE DES ND-TEILES IM NASSDAMPFGEBIET

1021 SA=WS(PLTNDA,TLTNDA)+XDFTN*(HDS(PLTNDA,TLTNDA)-

1WS(PLTNDA,TLTNDA))

EA ELTNDA

ETALT=ETAIND

GO TO 1023

C DEFINITION DER EXPANSIONSLINIE DES MD-TEILES IM NASSDAMPFGEBIET

1022 SA=WS(PLTMCA,TLTMCA)+XDFTM*(HDS(PLTMCA,TLTMCA)-

1WS(PLTMCA,TLTMCA))

EA ELTMCA

ETALT=ETAIMD

1023 XCAFAD=(SA-SW)/(SHD-SW)

IF(XCAFAD-1.)1029,1029,1030

1030 SA=SHD

GO TO 1023

1029 EAAD=EW+XCAFAD*(EHD-EW)

DE=(EAAD-EA)*ETALT

ELTANO=EA+DE

XDAO=(ELTANO-EW)/(EHD-EW)

PLTANO=PCO

TLTANO=T00

E0=ELTANO-DWLVLT

RETURN

1016 IF(T00-TLNDE)1017,1017,1018

C DEFINITION DER EXPANSIONSLINIE DES ND-TEILES IM HEISSDAMPFGEBIET

1017 SIX=HDS(PLTNDE,TLTNDE)

EIX=ELTNDE

SOX=WS(PLTNDA,TLTNDA)+XDFTN*(HDS(PLTNDA,TLTNDA)-

1WS(PLTNDA,TLTNDA))

```
EOX=ELTMDA
A=(S1X-SOX)/(E1X-EOX)
GO TO 1019
C DEFINITION DER EXPANSIONSLINIE DES MD-TEILES IM HEISSDAMPFGEBIET
1018 S1X=HDS(PLTMDE,TLTMDE)
E1X=ELTMDE
IF(XDFLTN-1.)1026,1027,1027
1026 SOX= WS(PLTMDA,TLTMDA)+XDFLTM*(HDS(PLTMDA,TLTMDA)-
1WS(PLTMCA,TLTMDA))
GO TO 1028
1027 SOX=HDS(PLTMDA,TLTMDA)
1028 EOX=ELTMDA
A=(S1X-SOX)/(E1X-EOX)
C ANZAPFUNG IM HEISSDAMPFGEBIET ND/MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
1019 E00=HDI(P00,T00)
S00=S1X-A*(E1X-E00)
T01=TPS(P00,S00)
IF(ABSF(T00/T01-1.)-5.E-4)1015,1015,1020
1020 T00=T01
J=J+1
IF(J-30)1019,1019,1024
1024 WRITE OUTPUT TAPE 9,1025,I,P00,T00,Z
1025 FORMAT(1HL,38HKEINE KONVERGENZ IM PROGRAMMTEIL EXPAN ,
13H I=,I2,7H P00 =,F8.3,7H T00 =,F8.3,3H Z=,F6.2)
1015 PLTANO=P00
TLTANO=T00
ELTANO=E00
XDAO=1.
P0=P00*(1.-DPLVLT/100.)
E0=ELTANO-CWLVLVLT
T0=TPE(P0,E0)
RETURN
```

\$SRC DECK, LIST

C BESTIMMUNG DER DISKRETEN LEISTUNGEN

C

SUBROUTINE POWER

```

COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVD ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEP ,TZWEP ,EZWEP ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHO03 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLT,DPLVLT,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)

```

C

EINGANG

```

C QTHR (MW) =THERM.REAKTORLEISTUNG
C ELTHDE (KCAL/KG)=EINTRITTSENTH. HD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTHDA (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. HD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTMDE (KCAL/KG)=EINTRITTSENTH. MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTMDA (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTNDE (KCAL/KG)=EINTRITTSENTH. ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C ELTNDA (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C XF (0/0) =KORREKTURFAKTOR FUER DEN ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C SIGN22 =STUEBERGROESSE
C ELTAN (KCAL/KG)=ENTH.DES ANZAPFDAMPFES AN DER LEISTUNGSTURBINE
C DLTE (KG/H) =DURCHSATZMENGE
C DAN (KG/H) =MENGE DES ANZAPFDAMPFES
C ETAMLT =MECH.WIRKUNGSGRAD DER LEISTUNGSTURBINE
C DKEP (KG/H) =DURCHSATZMENGE KONDENSATOR PRIM.
C EKAS (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. KONDENSATOR SEK.
C DKP (KG/H) =DURCHSATZMENGE KONDENSATUMWAEELZPUMPE
C PKPE (AT) =EINTRITTSDRUCK KONDENSATUMWAEELZPUMPE
C TKPE (C) =EINTRITTSSTENTH KONDENSATUMWAEELZPUMPE
C PKPA (AT) =AUSTRITTSDRUCK KONDENSATUMWAEELZPUMPE

```

C ETAIKP =INN.WIRKUNGSGRAD KONDENSATUMWAEELZPUMPE
C ETAMKP =MECH.WIRKUNGSGRAD KONDENSATUMWAEELZPUMPE
C ETAIVP =INNERER WIRKUNGSGRAD DER VORWAERMERPUMEN
C ETAMVP =MECH. WIRKUNGSGRAD DER VORWAERMERPUMEN
C DSPWP (KG/H) =DURCHSATZMENGE SPEISEWASSERPUMPE
C ETAMSP =MECH.WIRKUNGSGRAD SPEISEWASSERPUMPE
C ESPWPE (KCAL/KG)=EINTRITTSENTH. SPEISEWASSERPUMPE
C ESPWPA (KCAL/KG)=AUSTRITTSENTH. SPEISEWASSERPUMPE
C ETATUR =WIRKUNGSGRAD DER LEISTUNGSTURB.ANLAGE
C ETAGEN =WIRKUNGSGRAD DES GENERATORS
C ETAUMS =WIRKUNGSGRAD DES UMSPANNERS
C EIGEN (MW) =EIGENBEDARF DER GESAMTANLAGE
C RHO12 =KONST. FUER ITERATIONSGENAUIGKEIT
C
C AUSGANG
C QLT (MW) =LEISTUNGSABGABE DES LEISTUNGSTURB.SATZES
C QK (MW) =LEISTUNGSABGABE AN DAS KUEHLWASSER IM KONDENSATOR
C QKP (MW) =ANTRIEBSLEISTUNG DER KONDENSATPUMPE
C QSPWP (MW) =ANTRIEBSLEISTUNG DER SPEISEWASSERPUMPE
C QEIGEN (MW) =LEISTUNGSENTNAHME DURCH EIGENBEDARF
C QVKUMP (MW) =ANTRIEBSLEISTUNG DER VORWAERMERKONDENSATPUMPEN
C QKWP (MW) =ANTRIEBSLEISTUNG DER KUEHLWASSERPUMPE
C QVKUMP (MW) =ANTRIEBSLEISTUNG DER VORWAERMERKONDENSATPUMPEN
C QKWP (MW) =ANTRIEBSLEISTUNG DER KUEHLWASSERPUMPE
C QGEN (MW) =GENERATORLEISTUNG
C ETAPR =PROZESS-WIRKUNGSGRAD
C ETAN =NETTO -WIRKUNGSGRAD
C SIGN25 =STUEBERGROESSE FUER ITERATIONSPROZESS
C

XC=ABSF(SIGN22-1.)+(1.+XF/100.)*SIGN22
D=DLTE+DGT*ABSF(GTIPK-1.)
D1=0.
D2=0.
D3=0.
D4=0.
DO 1201 I=1,N,1
D4=D4+DAN(I)
IF(ELTAN(I)-ELTNDE)1205,1205,1206
1205 D3=D3+ELTAN(I)*DAN(I)
GO TO 1201
1206 D1=D1+DAN(I)
D2=D2+ELTAN(I)*DAN(I)
1201 CONTINUE
QLT=ETAMLT/(860.*1.E+3)*((ELTHDE-ELTHDA)*DLTE
1+(ELTMDE-ELTMDA)*D+ELTMDA*D1-D2
2+((ELTNDE-ELTNDNA)*D-ELTNDE*D1-D3+ELTNDNA*D4)*XC)
QK=1./(860.*1.E+3)*DKEP*(EKEP-EKAP)
QKP=WV(PKPA,TKPA)*(PKPA-PKPE)*DKP/(10.2*3600.*ETAMKP*ETAIKP)
QSPWP=1./(860.*1.E+3*ETAMSP)*(ESPWPA-ESPWPE)*DSPWP
ETAMVP=0.80
ETAIVP=0.80
QVKUMP=0.
DO 1204 I=1,N,1
1204 QVKUMP=QVKUMP+WV(PVEP(I),TS(PVEP(I)))*(PVAS(I)-PVEP(I))/(10.2*
13600.*ETAMVP*ETAIVP)*DAN(I)
QKWP=DKEP*3.*50.*WV(PKES,TKES)/(10.2*3600.*ETAMKP*ETAIKP)
QEIGEN=QKWP+QKP+QVKUMP+QSPWP+EIGEN
QGEN=QLT*ETAGEN
QELO=QGEN-QEIGEN
ETAPR=QGEN/QTHR
ETAN=QELO/QTHR

```
IF(ABSF((QEL0-QEL)/QEL)-RHO12)1202,1202,1203
1202 SIGN25=1.
      RETURN
1203 SIGN25=0.
      RETURN
```


\$SRC DECK,LIST
C PROGRAMMTEIL DATENEINGABESYSTEM
C

```
SUBROUTINE DESYST
COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVD ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHO03 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLV,DPLVLV,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)
READ INPUT TAPE 8,0002,QEL
IF(QEL)0003,0003,0004
```

0003 CALL EXIT

0004 READ INPUT TAPE 8,0002,

```
1GTIPK,ZWUE,PRA,TRA,DPR,ETANO,PGTAPS,ETAIGT,ETAMGT,RHO03,PLTTR1,PLT
2TR2,PLTNDA,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,PKES,TKES,ETAIKP,ETAMKP,N,
3M,EPSIVS,DPVS,VF,RHO10,ETAISP,ETAMSP,DTUE,DPVD,DTVD,DPVGEO,DPRUCK,
4ETAIHG,ETAMHG,DTZWGR,DPZWP,DTZWP,DPZWS,EIGEN,ETAGEN,RHO12,PSPWKE,
5PMAN,KONTR,XLIMIT,XF
6,DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD
7,DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP,
8DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLV,DPLVLV
```

0002 FORMAT(1H1)

```
C
C DATENEINGABESYSTEM
C QEL (MW) =ELEKTR.LEISTUNG DES REAKTORS
C GTIPK =STEUERGROESSE..1=REIHENSCHALT. 0=PARALELLSCHALT.
C ZWUE =STEUERGROESSE..1=MIT ZWUE 0=OHNE ZWUE
C PRA (AT) =REAKTORAUSTRITTSDRUCK
C TRA (C) =REAKTORAUSTRITTSTEMP.
C DPR (AT) =DRUCKVERLUST IM REAKTOR
```

C	ETANO	=NETTOWIRKUNGSGRAD GESCHAETZT
C	PGTAPS (AT)	=AUSTRITTSDRUCK HPT.GEBL.TURB. PARALLELSCHALTUNG
C	ETAIGT	=INNERER WIRKUNGSGRAD HPT.GEBL.TURB.
C	ETAMGT	=MECH. WIRKUNGSGRAD HPT.GEBL.TURB.
C	RHO03	=KONST.FUER ITERATIONSGENAUIGKEIT IN PRG.PHASE2
C	PLTTR1 (AT)	=TRENNDRUCK HD-MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C	PLTTR2 (AT)	=TRENNDRUCK MD-ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C	PLTND A (AT)	=AUSTRITTSDRUCK ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C	ETA IHD	=INNERER WIRKUNGSGRAD HD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C	ETA IMD	=INNERER WIRKUNGSGRAD MD-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C	ETA IND	=INNERER WIRKUNGSGRAD ND-TEIL LEISTUNGSTURBINE
C	ETAMLT	=MECH. WIRKUNGSGRAD LEISTUNGSTURBINE
C	PKES (AT)	=EINTRITTSDRUCK DES KUEHLWASSERS
C	TKES (C)	=EINTRITTSTEMP. DES KUEHLWASSERS
C	ETA IKP	=INNERER WIRKUNGSGRAD KONDENSATPUMPE
C	ETAMKP	=MECH. WIRKUNGSGRAD KONDENSATPUMPE
C	N	=GESAMTANZAHL DER VORWAERMER
C	M	=ANZAHL DER VORWAERMER BIS ZUR SPEISEWASSERPUMPE
C	EPSIVS	=AUSNUTZUNGSGRAD DER VORWAERMER
C	DPVS (AT)	=DRUCKVERLUST JE VORWAERMER SEK.
C	VF	=VERLUSTFAKTOR DER AUSGETAUSCHTEN WAERME
C	RHO10	=KONST.FUER ITERATIONSGENAUIGKEIT IN PRG.REVOS
C	ETAISP	=INNERER WIRKUNGSGRAD SPEISEWASSERPUMPE
C	ETAMSP	=MECH. WIRKUNGSGRAD SPEISEWASSERPUMPE
C	DTUE (C)	=RESTUEBERHITZUNGSTEMP. IM VERDAMPFER
C	DPVD (AT)	=DRUCKVERLUST IM VERDAMPFER
C	DTVD (C)	=UNTERKUEHLUNG DES SPEISEWASSERS
C	DPV GEO (AT)	=GEOD. WASSERHOEHE IM VERDAMPFER
C	DPRUCK (AT)	=DRUCKVERLUST DURCH RUECKSCHLAGKLAPPE
C	ETA IHG	=INNERER WIRKUNGSGRAD HPT.GEBL.
C	ETAMHG	=MECH. WIRKUNGSGRAD HPT.GEBL.
C	DTZWGR (C)	=GRAEDIGKEIT DES ZWISCHENUEBERHITZERS
C	DPZWP (AT)	=DRUCKVERLUST ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C	DTZWP (C)	=TEMP.VERLUST ZWISCHENUEBERHITZER PRIM.
C	DPZWS (AT)	=DRUCKVERLUST ZWISCHENUEBERHITZER SEK.
C	EIGEN (MW)	=EIGENBEDARF
C	ETAGEN	=WIRKUNGSGRAD DES GENERATORS
C	RHO12	=KONST.FUER ITERATIONSGENAUIGKEIT IN PRG. POWER
C	PSPWKE (AT)	=DRUCK EINTRITT SPEISEWASSERKESSEL
C	PMAN (AT)	=MANOMETRISCHE DRUCKHOEHE
C	KONTR	=STEUERGROESSE 1 FORTLAUFENDE ERG.PROTOKOLLIERUNG 0 KEINE PROTOKOLLIERUNG
C	XLIMIT (KG/KG)	=GRENZDAMPFFEUCHTE AUSTRITT ND-TEIL LEISTUNGSTURB.
C	XF (0/0)	=KORREKTURFAKTOR FUER DEN ND-TEIL LEISTUNGSTURB.
C	DRUCK- UND TEMPERATURVERLUSTE IN DEN UEBERTRAGUNGSLEITUNGEN	
C	DPLVHG (AT)	=DRUCKVERLUST VERDAMPFER-HPT.GEBL.
C	DPLRZW (AT)	=DRUCKVERLUST REAKTOR-ZWISCHENUEBERHITZER
C	DTLRZW (C)	=TEMP.VERLUST REAKTOR-ZWISCHENUEBERHITZER
C	DPLRLT (AT)	=DRUCKVERLUST REAKTOR-LEISTUNGSTURBINE
C	DTLRLT (C)	=TEMP.VERLUST REAKTOR-LEISTUNGSTURBINE
C	DPLRGT (AT)	=DRUCKVERLUST REAKTOR-HPT.GEBL.TURBINE
C	DTLRGT (C)	=TEMP.VERLUST REAKTOR-HPT.GEBL.TURBINE
C	DPLRVD (AT)	=DRUCKVERLUST REAKTOR-VERDAMPFER
C	DTLRVD (C)	=TEMP.VERLUST REAKTOR-VERDAMPFER
C	DPLHGR (AT)	=DRUCKVERLUST HPT.GEBL.-REAKTOR
C	CTLHGR (C)	=TEMP.VERLUST HPT.GEBL.-REAKTOR
C	DPLGTL (AT)	=DRUCKVERLUST HPT.GEBL.TURBINE-LEISTUNGSTURBINE
C	DTLGTL (C)	=TEMP.VERLUST HPT.GEBL.TURBINE-LEISTUNGSTURBINE
C	DPLLTZ (AT)	=DRUCKVERLUST LEISTUNGSTURBINE-ZWISCHENUEBERHITZ.

C DTLTZ (C) =TEMP.VERLUST LEISTUNGSTURBINE-ZWISCHENUEBERHITZ.
C DPLZVW (AT) =DRUCKVERLUST ZWISCHENUEBERHITZER-VERDAMPFER
C DTLZVW (C) =TEMP.VERLUST ZWISCHENUEBERHITZER-VERDAMPFER
C DPLKKP (AT) =DRUCKVERLUST KONDENSATOR-KONDENSATPUMPE
C DTLKKP (C) =TEMP.VERLUST KONDENSATOR-KONDENSATPUMPE
C DPLKPV (AT) =DRUCKVERLUST KONDENSATPUMPE-1.VORWAERMER
C DTLKPV (C) =TEMP.VERLUST KONDENSATPUMPE-1.VORWAERMER
C DWLVLT (KCAL/KG)=WAERMEVERLUST IN DEN ANZAPFDAMPFLEITUNGEN
C DPLVLT (O/O) =PROZENT.DRUCKVERLUST IN DEN ANZAPFDAMPFLEITUNGEN
C

L=L+1

Z=0

PRINT 0005

0005 FORMAT(1H1)

PRINT 0030

0030 FORMAT(1HL,50X,9H THEDYBER)

PRINT 0006,L

0006 FORMAT(1HL,25X,51H THERMODYNAMISCHER DAMPFKUEHLUNGSKREISPROZESS
1NR.12)

IF(GTIPK)0007,0007,0008

0007 PRINT 0009

0009 FORMAT(35X,43H HAUPTGEBLAESETURBINE IN PARALLELSCHALTUNG)

GO TO 0010

0008 PRINT 0011

0011 FORMAT(35X,41H HAUPTGEBLAESETURBINE IN REIHENSCHALTUNG)

0010 IF(ZWUE)0012,0012,0013

0012 PRINT 0014

0014 FORMAT(35X,27H OHNE ZWISCHENUEBERHITZUNG /1HS)

GO TO 0015

0013 PRINT 0016

0016 FORMAT(35X,26H MIT ZWISCHENUEBERHITZUNG /1HS)

C

0015 PRINT 0017

0017 FORMAT(3X,19HDATENEINGABESYSTEM /1HS)

PRINT 0019,QEL,PRA,DPR,TRA

0019 FORMAT(3X,7HQEL =F11.3,18H MW PRA =F11.3,18H AT

1DPR =F11.3,18H AT TRA =F11.3,7H C)

PRINT 0020,ETAIGT,ETAMGT,PGTAPS

0020 FORMAT(3X,7HETAIGT=F11.3,18H ETAMGT=F11.3,18H

1PGTAPS=F11.3,3H AT)

PRINT 0021,PLTTR1,PLTTR2,PLTND, XLIMIT

0021 FORMAT(3X,7HPLTTR1=F11.3,18H AT PLTTR2=F11.3,18H AT

1PLTND=F11.3,18H AT XLIMIT=F11.3,7H KG/KG)

PRINT 0022,ETAHID,ETAHMD,ETAHND,ETAMLT

0022 FORMAT(3X,7HETAHID=F11.3,18H ETAHMD=F11.3,18H

1ETAHND=F11.3,18H ETAMLT=F11.3)

PRINT 0042,XF

0042 FORMAT(3X,7HXF =F11.3,7H O/O)

PRINT 0023,PKES,TKES,ETAIKP,ETAMKP

0023 FORMAT(3X,7HPKES =F11.3,18H AT TKES =F11.3,18H C

1ETAIKP=F11.3,18H ETAMKP=F11.3)

PRINT 0024,EPSIVS,DPVS,VF

0024 FORMAT(3X,7HEPSIVS=F11.3,18H DPVS =F11.3,18H AT

1VF =F11.3,7H O/O)

PRINT 0025,DTUE,DPVD,DTV,DPVGEO

0025 FORMAT(3X,7HDTUE =F11.3,18H C DPVD =F11.3,18H AT

1DTV =F11.3,18H C DPGEO=F11.3,7H AT)

PRINT 0026,DPRUCK

0026 FORMAT(3X,7HDPRUCK=F11.3,7H AT)

PRINT 0027,ETAISP,ETAMSP,ETAHNG,ETAMHG

0027 FORMAT(3X,7HETAISP=F11.3,18H ETAMSP=F11.3,18H

```
1ETAIHG=F11.3,18H          ETAMHG=F11.3)
PRINT 0028,DTZWGR,DPZWP,DTZWP,DPZWS
0028 FORMAT(3X,7HDTZWGR=F11.3,18H C          DPZWP =F11.3,18H AT
1DTZWP =F11.3,18H C          DPZWS =F11.3,7H AT      )
PRINT 0029,N,M
0029 FORMAT(3X,7HANVOG =I11,18H          ANVON =I10)
PRINT 0038,PSPWKE,PMAN,EIGEN,ETAGEN
0038 FORMAT(3X,7HPSWKE=F11.3,18H AT          PMAN =F11.3,18H AT
1EIGEN =F11.3,18H MW          ETAGEN=F11.3/1HS)
PRINT 0031
```

C

```
0031 FORMAT(3X,44HDRUCK-UND TEMPERATURVERLUST IN DEN LEITUNGEN/1HS)
PRINT 0032,DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT
0032 FORMAT(3X,7HDPLVHG=F11.3,18H AT          DPLRZW=F11.3,18H AT
1DTLRZW=F11.3,18H C          DPLRLT=F11.3,7H AT      )
PRINT 0033,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD
0033 FORMAT(3X,7HDTLRLT=F11.3,18H C          DPLRGT=F11.3,18H AT
1DTLRGT=F11.3,18H C          DPLRVD=F11.3,7H AT      )
PRINT 0034,DTLRVD,DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL
0034 FORMAT(3X,7HDTLRVD=F11.3,18H C          DPLHGR=F11.3,18H AT
1DTLHGR=F11.3,18H C          DPLGTL=F11.3,7H AT      )
PRINT 0035,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZVW
0035 FORMAT(3X,7HDTLGTL=F11.3,18H C          DPLLTZ=F11.3,18H AT
1DTLLTZ=F11.3,18H C          DPLZVW=F11.3,7H AT      )
PRINT 0036,DTLZVW,DPLKPP,DTLKPP,DPLKPV
0036 FORMAT(3X,7HDTLZVW=F11.3,18H C          DPLKPP=F11.3,18H AT
1DTLKPP=F11.3,18H C          DPLKPV=F11.3,7H AT      )
PRINT 0037,DTLKPV,DWLVLT,DPLVLT
0037 FORMAT(3X,7HDTLKPV=F11.3,18H C          DWLVLT=F11.3,18H KCAL/KG
1DPLVLT=F11.3,4H 0/0/1HT)
```

C

```
0039 PRINT 0040
0040 FORMAT(3X,37HKONSTANTEN FUER ITERATIONSGENAUIGKEIT/1HS)
PRINT 0041,RHO03,RHO10,RHO12
0041 FORMAT(3X,7HRHO03 =F11.6,18H          RHO10 =F11.6,18H
1RHO12 =F11.6,18H          /1HT)
RETURN
```

*OVL DASYST
\$SRC DECK,LIST
C PROGRAMMTEIL DATENAUSGEBESYSTEM
C

SUBROUTINE DASYST

C
COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTND,TLTND,ELTND,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVD ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRVD ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWEF ,TZWEF ,EZWEF ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHOC3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZVW,DTLZVW,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVLV,DPLVLT,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)

C
PRINT 0040
0040 FORMAT(1H1)
C
PRINT 0041
0041 FORMAT(3X,19HDATENAUSGABESYSTEM /1HS)

C
PRINT 0042
0042 FORMAT(3X,8H REAKTOR/1HS)
PRINT 0043,PRE,TRE,ERE,DR
0043 FORMAT(3X,7HPRE =F10.3,18H AT TRE =F10.3,18H C
1ERE =F10.3,18H KCAL/KG DRE =F12.3,7H KG/H)
PRINT 0044,PRA,TRA,ERA,QTHR
0044 FORMAT(3X,7HPRA =F10.3,18H AT TRA =F10.3,18H C
1ERA =F10.3,18H KCAL/KG QTHR =F12.3,7H MW /1HT)

C
PRINT 0045
0045 FORMAT(3X,14H HAUPTGEBLAESE/1HS)
PRINT 0046,PHGE,THGE,EHGE,DHG

```
0046 FORMAT(3X,7HPHGE =F10.3,18H AT          THGE =F10.3,18H C
1E+GE =F10.3,18H KCAL/KG  DHG  =F12.3,7H KG/H )
PRINT 0047,PHGA,THGA,EHGA,QHG
0047 FORMAT(3X,7HPHGA =F10.3,18H AT          THGA =F10.3,18H C
1EHGA =F10.3,18H KCAL/KG  QHG  =F12.3,7H MW    /1HT)
```

C

```
IF(GTIPK)0048,0048,0050
0048 PRINT 0049
0049 FORMAT(3X,42H HAUPTGEBLAESETURBINE IN PARALLELSCHALTUNG/1HS)
GO TO 0052
```

C

```
0050 PRINT 0051
0051 FORMAT(3X,40H HAUPTGEBLAESETURBINE IN REIHENSCHALTUNG/1HS)
0052 PRINT 0053,PGTE,TCTE,EGTE,DGT
0053 FORMAT(3X,7HPGTE =F10.3,18H AT          TGTE =F10.3,18H C
1EGTE =F10.3,18H KCAL/KG  DGT  =F12.3,7H KG/H )
PRINT 0054,PGTA,TCTA,EGTA,QHG
0054 FORMAT(3X,7HPGTA =F10.3,18H AT          TGTA =F10.3,18H C
1ECTA =F10.3,18H KCAL/KG  QGT  =F12.3,7H MW    /1HT)
```

C

```
PRINT 0055
0055 FORMAT(3X,22H LEISTUNGSTURBINENSATZ/1HS)
PRINT 0056,PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,DLTE
0056 FORMAT(3X,7HPLTHDE=F10.3,18H AT          TLTHDE=F10.3,18H C
1ELTHDE=F10.3,18H KCAL/KG  DLTE =F12.3,7H KG/H )
PRINT 0057,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,XDFLTH,ETAIND
0057 FORMAT(3X,7HPLTHDA=F10.3,18H AT          TLTHDA=F10.3,18H C
1ELTHDA=F10.3,18H KCAL/KG  XDFLTH=F12.3,18H KG/KG  ETATHD=F6.3/
21H )
PRINT 0058,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,DLTM
0058 FORMAT(3X,7HPLTMDE=F10.3,18H AT          TLTMDE=F10.3,18H C
1ELTMDE=F10.3,18H KCAL/KG  DLTM =F12.3,5H KG/H)
PRINT 0059,PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,XDFLTM,ETAIND
0059 FORMAT(3X,7HPLTMDA=F10.3,18H AT          TLTMDA=F10.3,18H C
1ELTMDA=F10.3,18H KCAL/KG  XDFLTM=F12.3,18H KG/KG  ETAIND=F6.3/
21H )
PRINT 0060,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,DLTA
0060 FORMAT(3X,7HPLTNDE=F10.3,18H AT          TLTNDE=F10.3,18H C
1ELTNDE=F10.3,18H KCAL/KG  DLTA =F12.3,7H KG/H )
PRINT 0061,PLTNDA,TLTNDA,ELTNDA,XDFLTN,ETAIND
0061 FORMAT(3X,7HPLTNDA=F10.3,18H AT          TLTNDA=F10.3,18H C
1ELTNDA=F10.3,18H KCAL/KG  XDFLTN=F12.3,18H KG/KG  ETAIND=F6.3/
21HS)
```

C

```
PRINT 0062
0062 FORMAT(3X,56H ZUSTANDSGROESSEN DER ANZAPFDAEMPFE DER LEISTUNGSTURB
LINE/1HS)
DO 0063 I=1,N,1
0063 PRINT 0064,I,PLTAN(I),I,TLTAN(I),I,ELTAN(I),I,DAN(I),I,XLTAN(I)
0064 FORMAT(3X,5HPLTAN,I1,1H=,F8.3,15H AT          TLTAN,I1,1H=,F8.3,15H C
1          ELTAN,I1,1H=,F8.3,15H KCAL/KG  DAN  ,I1,1H=,F11.3,15H KG/H
2          XLTAN,I1,1H=,F6.3,6H KG/KG)
PRINT 0040
```

C

```
IF(ZWUE)0065,0065,0066
0066 PRINT 0067
0067 FORMAT(1HK,3X,20H ZWISCHENUEBERHITZER/1HS)
PRINT 0068,PZWEP,IZWEP,EZWEP,DZWP
0068 FORMAT(3X,7HPZWEP =F10.3,18H AT          TZWEP =F10.3,18H C
1EZWEP =F10.3,18H KCAL/KG  DZWP =F12.3,7H KG/H )
PRINT 0069,PZWAP,IZWAP,EZWAP
```

```
0069 FORMAT(3X,7HPZWAP =F10.3,18H AT          TZWAP =F10.3,18H C
      1EZWAP =F10.3,8H KCAL/KG)
      PRINT 0070,PZWES,IZWES,EZVES,DZWS
0070 FORMAT(3X,7HPZWES =F10.3,18H AT          TZWES =F10.3,18H C
      1EZVES =F10.3,18H KCAL/KG  DZWS =F12.3,7H KG/H )
      PRINT 0071,PZWAS,TZWAS,EZVAS
0071 FORMAT(3X,7HPZWAS =F10.3,18H AT          TZWAS =F10.3,18H C
      1EZVAS =F10.3,8H KCAL/KG)
```

C

```
0065 PRINT 0072
0072 FORMAT(1HL,3X,12H KONDENSATOR/1HS)
      PRINT 0073,PKEP,TKEP,EKEP,DKEP
0073 FORMAT(3X,7HPKEP =F10.3,18H AT          TKEP =F10.3,18H C
      1EKEP =F10.3,18H KCAL/KG  DKEP =F12.3,7H KG/H )
      PRINT 0074,PKAP,TKAP,EKAP
0074 FORMAT(3X,7HPKAP =F10.3,18H AT          TKAP =F10.3,18H C
      1EKAP =F10.3,8H KCAL/KG)
      PRINT 0075,PKES,TKES,EKES,DKES
0075 FORMAT(3X,7HPKES =F10.3,18H AT          TKES =F10.3,18H C
      1EKES =F10.3,18H KCAL/KG  DKES =F12.2,7H KG/H )
      PRINT 0076,PKAS,TKAS,EKAS,QK
0076 FORMAT(3X,7HPKAS =F10.3,18H AT          TKAS =F10.3,18H C
      1EKAS =F10.3,18H KCAL/KG  QK =F12.3,3H MW/1HT)
```

C

```
      PRINT 0077
0077 FORMAT(3X,15H KONDENSATPUMPE/1HS)
      PRINT 0078,PKPE,TKPE,EKPE,DKP
0078 FORMAT(3X,7HPKPE =F10.3,18H AT          TKPE =F10.3,18H C
      1EKPE =F10.3,18H KCAL/KG  DKP =F12.3,7H KG/H )
      PRINT 0079,PKPA,TKPA,EKPA,QKP
0079 FORMAT(3X,7HPKPA =F10.3,18H AT          TKPA =F10.3,18H C
      1EKPA =F10.3,18H KCAL/KG  QKP =F12.3,3H MW/1HT)
```

C

```
      PRINT 0080
0080 FORMAT(3X,37H REGENERATIVE SPEISEWASSERVORWAERMUNG/1HS)
      GO 0081 I=1,N,1
      IF(I-M)0082,0082,C084
0082 PRINT 0085,I
0085 FORMAT(2X,I1,22H.NIEDERDRUCKVORWAERMER/1H )
      GO TO 0086
0084 PRINT 0087,I
0087 FORMAT(2X,I1,20H.HOCHDRUCKVORWAERMER/1H )
0086 PRINT 0088,I,PVES(I),I,TVES(I),I,EVES(I),I,DVES(I)
0088 FORMAT(3X,5HPVES ,I1,1H=,F8.3,15H AT          TVES ,I1,1H=,F8.3,15H C
      1      EVES ,I1,1H=,F8.3,15H KCAL/KG  DVES ,I1,1H=,F12.3,5H KG/H)
      PRINT 0089,I,PVAS(I),I,TVAS(I),I,EVAS(I),I,DVAS(I)
0089 FORMAT(3X,5HPVAS ,I1,1H=,F8.3,15H AT          TVAS ,I1,1H=,F8.3,15H C
      1      EVAS ,I1,1H=,F8.3,15H KCAL/KG  DVAS ,I1,1H=,F12.3,5H KG/H)
      PRINT 0090,I,PVEP(I),I,TVEP(I),I,EVEP(I),I,DAN(I)
0090 FORMAT(3X,5HPVEP ,I1,1H=,F8.3,15H AT          TVEP ,I1,1H=,F8.3,15H C
      1      EVEP ,I1,1H=,F8.3,15H KCAL/KG  DVEP ,I1,1H=,F12.3,5H KG/H/
      21H )
      IF(I-M)0081,0091,C081
0091 PRINT 0092
0092 FORMAT(1HJ,3X,18H SPEISEWASSERPUMPE/1HS)
      PRINT 0093,PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,DSPWP
0093 FORMAT(3X,7HPSPWPE=F10.3,18H AT          TSPWPE=F10.3,18H C
      1ESPWPE=F10.3,18H KCAL/KG  DSPWP =F12.3,5H KG/H)
      PRINT 0094,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,QSPWP
0094 FORMAT(3X,7HPSPWPA=F10.3,18H AT          TSPWPA=F10.3,18H C
      1ESPWPA=F10.3,18H KCAL/KG  QSPWP =F12.3,3H MW/1HS)
```

0081 CONTINUE

C

PRINT 0040

PRINT 0095

0095 FORMAT(1HJ,3X,11H VERDAMPFER/1HS)

PRINT 0096,PVDE,TVDE,EVDE,DRVD

0096 FORMAT(3X,7HPVDE =F10.3,18H AT TVDE =F10.3,18H C

1EVDE =F10.3,18H KCAL/KC DRVD =F12.3,5H KG/H)

PRINT 0097,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,DSPWVD

0097 FORMAT(3X,7HPSPWVD=F10.3,18H AT TSPWVD=F10.3,18H C

1ESPWVD=F10.3,18H KCAL/KG DSPWVD=F12.3,5H KG/H)

PRINT 0098,PVDA,TVDA,EVDA,DVDA

0098 FORMAT(3X,7HPVDA =F10.3,18H AT TVDA =F10.3,18H C

1EVDA =F10.3,18H KCAL/KG DVDA =F12.3,5H KG/H/1HT)

C

PRINT 0099

0099 FORMAT(3X,29H LEISTUNGEN UND WIRKUNGSGRAD/1HS)

PRINT 0100,QEL,QTHR,QHG,QHG

0100 FORMAT(3X,7HQEL =F10.3,18H MW QTHR =F10.3,18H MW

1QHG =F10.3,18H MW QGT =F10.3,3H MW)

PRINT 0101,QLT,QK,QKP,QSPWP

0101 FORMAT(3X,7HQLT =F10.3,18H MW QKOND =F10.3,18H MW

1QKP =F10.3,18H MW QSPWP =F10.3,3H MW)

ETAPR=ETAPR*100.

ETAN=ETAN*100.

PRINT 0102,QKWP,QEIGEN,ETAPR,ETAN

0102 FORMAT(3X,7HQKWP =F10.3,18H MW QEIGEN=F10.3,18H MW

1ETAPR F10.3,18H C/O ETAN =F10.3,4H O/O)

PRINT 0103,QVKUMP,QGEN

0103 FORMAT(3X,7HQVKUMP=F10.3,18H MW QGEN =F10.3,3H MW)

RETURN

*OVL ROUTSEGMNT

\$SRC DECK,LIST

C HAUPTSTEUERPROGRAMM THERMODYNAMISCHE KREISPROZESSRECHNUNG

C
C
C

THEDYBER

COMMON PRE ,TRE ,ERE ,PRA ,TRA ,ERA ,DPR ,DR ,
1ETAPR ,ETAN ,ETANO ,QTHR ,QEL ,
2PHGE ,THGE ,EHGE ,PHGA ,THGA ,EHGA ,DHG ,QHG ,ETAIHG,
3ETAMHG,
4PGTE ,TGTE ,EGTE ,PGTA ,PGTAPS,TGTA ,EGTA ,DGT ,ETAIGT,
5ETAMGT,XLIMIT,XF ,
6PLTHDE,TLTHDE,ELTHDE,PLTHDA,TLTHDA,ELTHDA,PLTMDE,TLTMDE,ELTMDE,
7PLTMDA,TLTMDA,ELTMDA,PLTNDE,TLTNDE,ELTNDE,PLTND A,TLTND A,ELTND A,
8PLTTR1,PLTTR2,DLTE ,DLTM ,DLTA ,ETAIHD,ETAIMD,ETAIND,ETAMLT,
9QLT ,XDFLTH,XDFLTM,XDFLTN,PE ,TE ,EE ,PA ,TA
COMMON EA ,XDFLT ,PLTANO,TLTANO,ELTANO,XDAO ,ETALT ,
1PKEP ,TKEP ,EKEP ,PKAP ,TKAP ,EKAP ,PKES ,TKES ,EKES ,
2PKAS ,TKAS ,EKAS ,DKEP ,DKES ,QK ,QKWP ,
3PKPE ,TKPE ,EKPE ,PKPA ,TKPA ,EKPA ,DKP ,ETAIKP,ETAMKP,
4QKP ,
5PO ,TO ,EO ,P1 ,T1 ,P2 ,T2 ,DPVS ,DTVS ,
6EPSIVS,QVKUMP,I ,M ,N ,VF ,
7PSPWPE,TSPWPE,ESPWPE,PSPWPA,TSPWPA,ESPWPA,ETAISP,ETAMSP,PSPWP ,
8QSPWP ,DSPWP ,
9PVDE ,TVDE ,EVDE ,PSPWVD,TSPWVD,ESPWVD,PVDA ,TVDA ,EVDA
COMMON DPVD ,DTVD ,DPVGEO,DPRUCK,DTUE ,DRV D ,DSPWVD,DVDA ,
1PZWE P ,TZWE P ,EZWE P ,PZWAP ,TZWAP ,EZWAP ,PZWES ,TZWES ,EZWES ,
2PZWAS ,TZWAS ,EZWAS ,DPZWP ,DTZWP ,DPZWS ,DTZWGR,DZWP ,DZWS ,
3PSPWKE,PMAN ,
4ETAGEN,QGEN ,EIGEN ,QEIGEN,
5PSEX ,TSEX ,ESEX ,SSEX ,
6GTIPK ,ZWUE ,RHO(3 ,RHO10 ,RHO12 ,SIGN10,SIGN25,KONTR ,L ,
7Z ,SIGN22,
8DPLVHG,DPLRZW,DTLRZW,DPLRLT,DTLRLT,DPLRGT,DTLRGT,DPLRVD,DTLRVD,
9DPLHGR,DTLHGR,DPLGTL,DTLGTL,DPLLTZ,DTLLTZ,DPLZWV,DTLZWV,DPLKKP
COMMON DTLKKP,DPLKPV,DTLKPV,DWLVL T,DPLVLT,
1PVES ,TVES ,EVES ,PVAS ,TVAS ,EVAS ,PVEP ,TVEP ,EVEP ,
2EVAP ,DVES ,DVAS ,PLTAN ,TLTAN ,ELTAN ,XLTAN ,DAN
DIMENSION PVES(10),TVES(10),EVES(10),PVAS(10),TVAS(10),EVAS(10),
1PVEP(10),TVEP(10),EVEP(10),PLTAN(10),TLTAN(10),ELTAN(10),DVES(10),
2DVAS(10),DAN(10),XLTAN(10),EVAP(10)

C

1301 L=0

C

0001 CALL DESYST

C

1341 CALL PART 1

C

CALL PART 2

C

IF(SIGN10)0001,1366,1366

1366 IF(SIGN25)1340,1340,1369

1340 ETANC=ETAN

Z=Z+1.

IF(Z-10.)1341,1341,1368

1368 KONTR=1

IF(Z-15.)1341,1341,1369

C

1369 CALL DASYST

C

GO TO 0001
*END

```
$SRC DECK,LIST
C BESTIMMUNG DER WASSERTEMP. ALS FKT. VON P,E
  FUNCTION WTPE(P,E)
    C1=0.98
    K=0
  9 T1=TS(P)
    T2=C1*T1
    E1=WI(P,T1)
    N=0
  1 N=N+1
    IF(N-80)2,2,5
  2 E2=WI(P,T2)
    IF(E2-E1)6,4,6
  6 T3=T2
    IF(ABS(E/E2-1.)-1.E-5)4,4,3
  3 T2=T2+(E-E2)*(T2-T1)/(E2-E1)
    E1=E2
    T1=T3
    GO TO 1
  5 IF(K-1)8,7,7
  8 K=1
    C1=0.99
    GO TO 9
  4 WTPE=T2
    RETURN
  7 WRITE OUTPUT TAPE 9,10,P,E
 10 FORMAT(1HK,34H KEINE KONVERGENZ IM PROGRAMM WTPE,
 13H P=E10.4,3H E=E10.4)
    WTPE=T2
    RETURN
```