KERNFORSCHUNGSZENTRUM

KARLSRUHE

August 1971

KFK 715

Institut für Reaktorentwicklung
Projekt Schneller Brüter

Ein FORTRAN-PROGRAMM zur Auslegung von Dampferzeugern

H. Spilker

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.

KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

August 1971 KFK 715

Institut für Reaktorentwicklung
Projekt Schneller Brüter

Ein FORTRAN-PROGRAMM zur Auslegung von Dampferzeugern

von

H. Spilker

Gesellschaft für Kernforschung m. b. H., Karlsruhe

Inhaltsverzeichnis | Seite

Zusammenfassung

In diesem Bericht wird ein Rechenprogramm zur thermischen Auslegung von Dampferzeugern und Zwischenüberhitzern für verschiedene Primärmedien beschrieben.

Es wurde im Rahmen der Arbeiten zum Projekt "Schneller Brüter" erstellt und dient zur Ermittlung der charakteristischen thermodynamischen und geometrischen Auslegungsgrößen der wärmeübertragenden Kühlkreiskomponenten, wie sie für Voruntersuchungen und zur Erstellung von Studien erforderlich sind.

Das Programm wurde so flexibel gestaltet, daß es im Prinzip auf alle für Reaktoranlagen relevanten Dampferzeugungssysteme anwendbar ist.

Um eine rasche Auswertung der Ergebnisse zu gewährleisten, können die errechneten Daten simultan zur Rechnung neben der üblichen numerischen Ausgabe auch in Form von Diagrammen dargestellt werden.

Der prinzipielle Aufbau des Rechenprogrammes wird in Kap. 4 anhand eines vereinfachten Blockdiagrammes erläutert. Im Kap. 5 ist eine ausführliche Beschreibung der Verwendbarkeit des Programmes, der Ein- und Ausgabe, sowie eine ausführliche Erläuterung der möglichen Fehlermeldungen angegeben.

Im Anhang sind für einige Beispiele die Ausgabelisten in Tabellen- bzw. Diagrammform und die Listen aller Rechenprogramme, die zur Ausführung des MAIN-PROGRAM erforderlich sind, zusammengestellt.

Abstract

In this report a computer program is described for the thermal calculation of steam generators and reheaters for various primary fluids.

The program was established within the work on the Fast Breeder Project and is used to determine the characteristic thermodynamic and geometrie design data of heat transfer components of the cooling circuits which are required for preliminary investigations and the preparation of studies.

The program was made flexible enough to be applicable in principle to all steam generatin systems relevant to reactor plants.

To ensure rapid evaluation of results, the computed data may be represented as diagrams simultaneous with computation, in addition to the usual output.

The basic structure of the computer program is explained in chapter 4 by a simplified block diagram. Chapter 5 includes a detailed description of the applicability of the program, input and output, and a comprehensive explanation of possible false indications.

In the appendix, the output lists are placed together as tables and diagram for some examples; moreover, the lists of all computer programs are contained which are necessary to carry out the MAIN PROGRAM.

1. Verzeichnis der Abbildungen und der verwendeten Formelzeichen

1.1 Verzeichnis der Abbildungen

1.2 Verwendete Formelzeichen

a		Querteilungsverhältnis
ALFA	[Grad]	Steigungswinkel der Rohrwendel
α_i	[$Kcal/m^2 \cdot h \cdot {}^oC$]	Wärmeübergangszahl auf der Sekundärseite
α_a	[" "]	Wärmeübergangszahl auf der Primärseite
b		Längsteilungsverhältnis
d_h	[m]	hydraulischer Durchmesser
d_a	[m]	Außendurchmesser der Tauscherrohre
d_i	[m]	Innendurchmesser der Tauscherrohre
η_{fl}	[$kp \cdot s/m^2$]	Zähigkeit im Fluid
η_w	["]	Zähigkeit im Fluid an der Wand
η'	["]	Zähigkeit des H_2O bei X = 0
η''	["]	Zähigkeit des H_2O bei X = 1
D_w	[m]	Durchmesser eines Rohrwendels
DMH2Ø	[kg/h]	Durchsatzmenge H_2O
DMNA	["]	Durchsatzmenge Na
ΔQ_j	[MW]	In einem Subelement übertragene therm. Leistung
QUD	[MW]	Thermische Leistung des Dampferzeugers
Δp_v	[at]	Druckverlust in der 2-Phasen-Strömung
Δp	[at]	Druckverlust
ε		relative Rauhigkeit
ε_{KG}		Korrekturfaktor für mehrgängigen Kreuzgegenstrom
f_A		Anordnungsfaktor
FFA		Verschmutzungsfaktor
k	[$Kcal/m \cdot h \cdot {}^oC$]	Wärmedurchgangszahl
k_R	[m]	absolute Rauhigkeit
L	[m]	Rohrlänge einer betrachteten Zone
Nu		Nusseltzahl

λ	[Kcal/m·h·°C]	Wärmeleitfähigkeit
Pe		Pecletzahl
Pr		Prandtlzahl
Re		Reynoldszahl
RØA		Steuergröße (siehe 5.2)
S	[m]	Abstand der Tauscherrohre
ΣARUE		Anzahl der zu berechnenden Subelemente im Überh.
ΣARV		Anzahl der zu berechnenden Subelemente im Verdampf.
ρ	[kg/m³]	Dichte
TS_j	[°C]	Temperatur des Primärmediums an der Stelle j
TT_j	[°C]	Temperatur des Sekundärmediums an der Stelle j
U	[m]	umströmter Umfang
V'	[m³/kg]	spez. Volumen des H_2O bei X = 0
V"	["]	spez. Volumen des H_2O bei X = 1
W	[m/s]	Strömungsgeschwindigkeit
$\Delta t_{lg\ i}$	[°C]	mittl. log. Temperaturdifferenz im i-ten Subelement
X		Dampfgehalt

2. Einleitung und Problemstellung

Im Rahmen der Arbeiten zum Projekt "Schneller Brüter" ergab sich die Notwendigkeit für Voruntersuchungen und zur Erstellung von Studien für verschiedene Reaktorkonzepte ein geeignetes Programm zur Auslegung von Dampferzeugern und Überhitzern zur Verfügung zu haben.

Um einen universellen Einsatz des Programmes zu gewährleisten, waren einige grundsätzliche Forderungen zu erfüllen.

2.1 Anforderungen hinsichtlich der Flexibilität des Programmes

Um im Rahmen von Voruntersuchungen eine Vielzahl von möglichen Varianten untersuchen zu können, sollte das Programm folgende Variationsmöglichkeiten beinhalten:

1. Variation des Tauscherrohrbündels hinsichtlich der geometrischen Anordnung, des Werkstoffes und des Aufbaues des Tauscherrohres selbst (Doppelrohrausführung).

2. Variation der Berechnungs- und Schaltungsmöglichkeiten der verschiedenen Heizflächenzonen.
   Das Programm sollte neben der regulären Dampferzeugerauslegung auch eine separate Berechnung des Überhitzers, des ECO und Verdampfers und im gewissen Umfang eine Kombination beider Möglichkeiten erlauben.

Weiterhin soll durch geeignete Programmorganisation erreicht werden, daß eine druck- und temperaturabhängige Berechnung der Stoffwerte für die verschiedenen Primärmedien möglich ist. D.h., es muß je nach Genauigkeitsforderungen eine entsprechend feine Aufteilung der Zonen in Subelemente vorgenommen werden können.

3. Variation der Primärmedien
   Mit Hilfe dieses Programmes sollten grundsätzlich alle Primärmedien berechenbar sein, für die möglicherweise eine Dampferzeuger- bzw. Überhitzerauslegung erforderlich wird.

4. Verwendbarkeit als Subprogramm
   Im Hinblick auf größere Programmsysteme sollte das Programm so programmiert sein, daß es als Subprogramm in ein größeres Programmsystem ohne nennenswerte Schwierigkeiten eingebaut werden kann.

2.2 Anforderungen hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit

Zur Gewährleistung einer entsprechenden Benutzerfreundlichkeit sollte das Programm in der Handhabung sehr einfach sein, damit es einem breiten nicht spezialisierten Benutzerkreis zugänglich ist.
Weiterhin sollte es eine sehr schnelle und umfassende Ergebnisproduktion ermöglichen. D.h., kurze Rechenzeiten und optimale Aufbereitung der Ausgabedaten. Darunter wird in diesem Falle verstanden, daß neben der regulären numerischen Ausgabe auch eine simultane Aufbereitung der Rechenergebnisse in Form von Diagrammen möglich ist.

3. Theoretische Grundlagen zur thermodynamischen und strömungstechnischen Berechnung

Die thermodynamische Auslegung der Heizfläche des Dampferzeugers wird mit den in [1], [2], [3] angegebenen Wärmeübertragungsgesetzen für erzwungene Konvektion durchgeführt.

Eine Darstellung des Wärmeübertragungsprozesses im Q-T-Diagramm ist in Abb. 1 gegeben.

3.1 Verwendete Nusselt-Beziehungen im Mantelraum (shell-side), d.h. Primärseite (Sekundärseite) des Dampferzeugers

3.1.1 Für das längsbeströmte Rohrbündel bei gasförmigen Medien

Für das längsbeströmte Rohrbündel eines Wärmeaustauschers gilt bei gasförmigen und flüssigen Medien die Nu-Gleichung von D.A.Donohue [1].

$$Nu = 1{,}16\ d_h^{0,6} \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{\eta_{fl}}{\eta_w}\right)^{0,14} \qquad (1)$$

mit $d_h = \frac{4 \cdot F}{U}$

für $200 < Re < 20000$; $0{,}5 < Pr < 500$; $0{,}012 < d_h < 0{,}05$ m.

3.1.2 Für das längsbeströmte Rohrbündel bei Natrium

Für das längsbeströmte Rohrbündel eines Wärmeaustauschers mit dreieckiger Bündelgeometrie gilt bei flüssigem Natrium die Nu-Gleichung von Friedland und Bonilla [2].

$$Nu = 7{,}0 + 3{,}8 \left(\frac{s}{d_a}\right)^{1,52} + 0{,}027 \left(\frac{s}{d_a}\right)^{0,27} \cdot Pe^{0,8} \qquad (2)$$

mit $Pe = Re \cdot Pr$ und $d_h = \frac{4 \cdot F}{U}$

für $1{,}376 < \frac{s}{d_a} < 10{,}0$ bei  - Anordnung

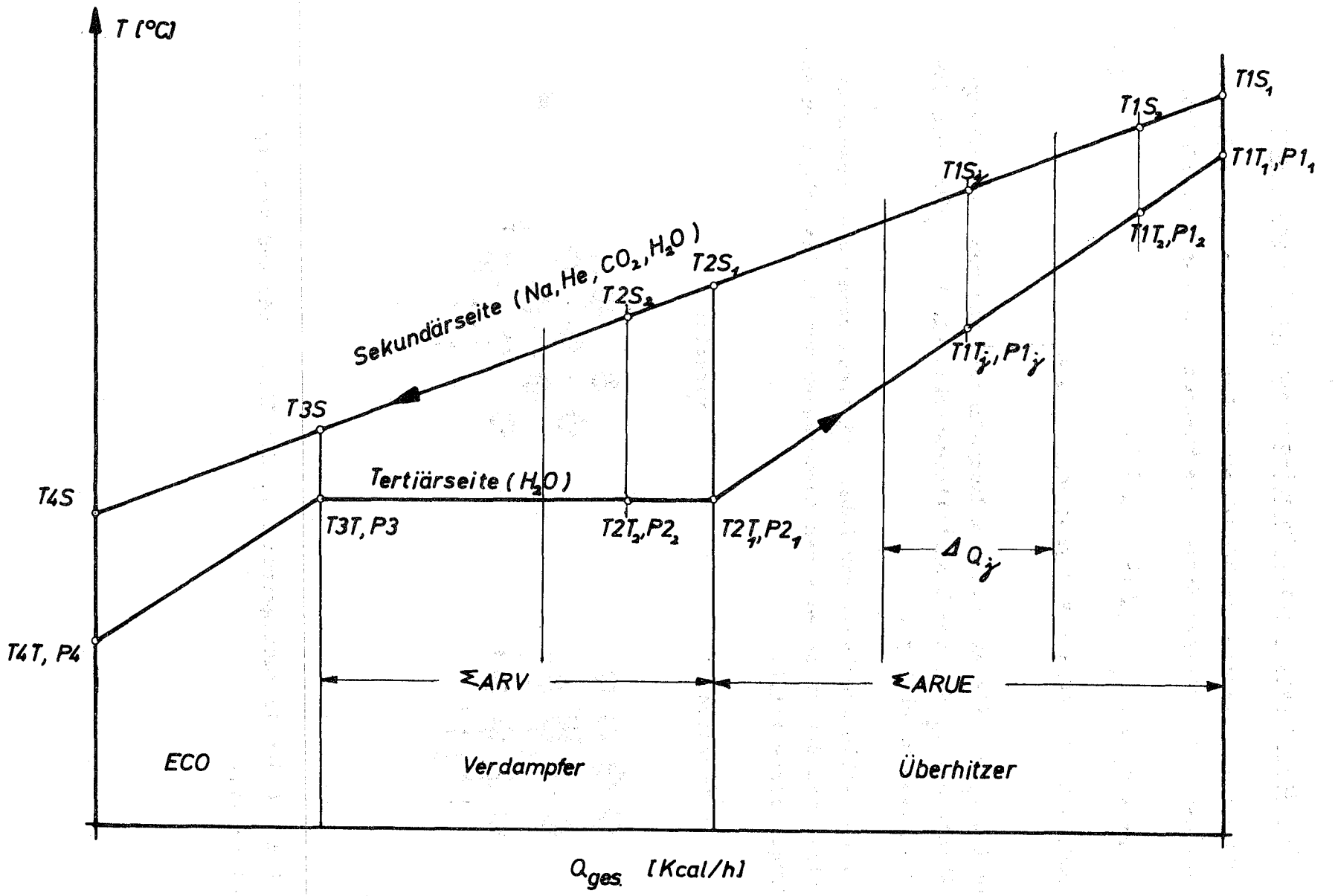


Abb. 1: Wärmeübertragungsprozeß eines Dampferzeugers im Q-T-Diagramm

3.1.3 Für das querangeströmte Rohrbündel bei gasförmigen Medien

Für das querangeströmte Rohrbündel eines Wärmeaustauschers gilt bei gasförmigen und flüssigen Medien die Nu-Gleichung von E.D.Grimison [1].

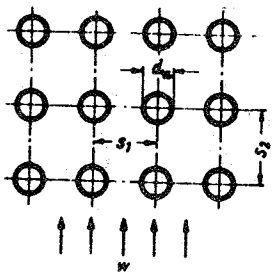
$$Nu = 0{,}32 \cdot f_A \cdot Re^{0{,}61} \cdot Pr^{0{,}31} \qquad (3)$$

für $2000 < Re < 40000$; $0{,}5 < Pr < 500$; $d_h = d_a$

Darin ist $f_A = f_A(Re, a, b)$ ein Anordnungsfaktor, der vom Querteilungsverhältnis $a = s_1/da$, vom Längsteilungsverhältnis $b = s_2/da$ und von der Reynoldszahl abhängt.

Die Prinzipielle Anordnung der Rohre bei fluchtender und versetzter Geometrie mit den entsprechenden Abmessungen ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

fluchtend



versetzt

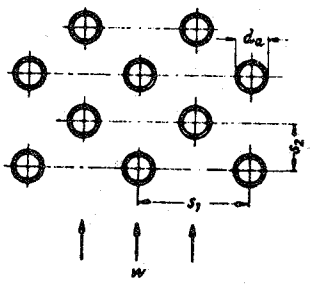


Abb. 2 zeigt den Anordnungsfaktor f_A für fluchtende und versetzte Rohranordnung.

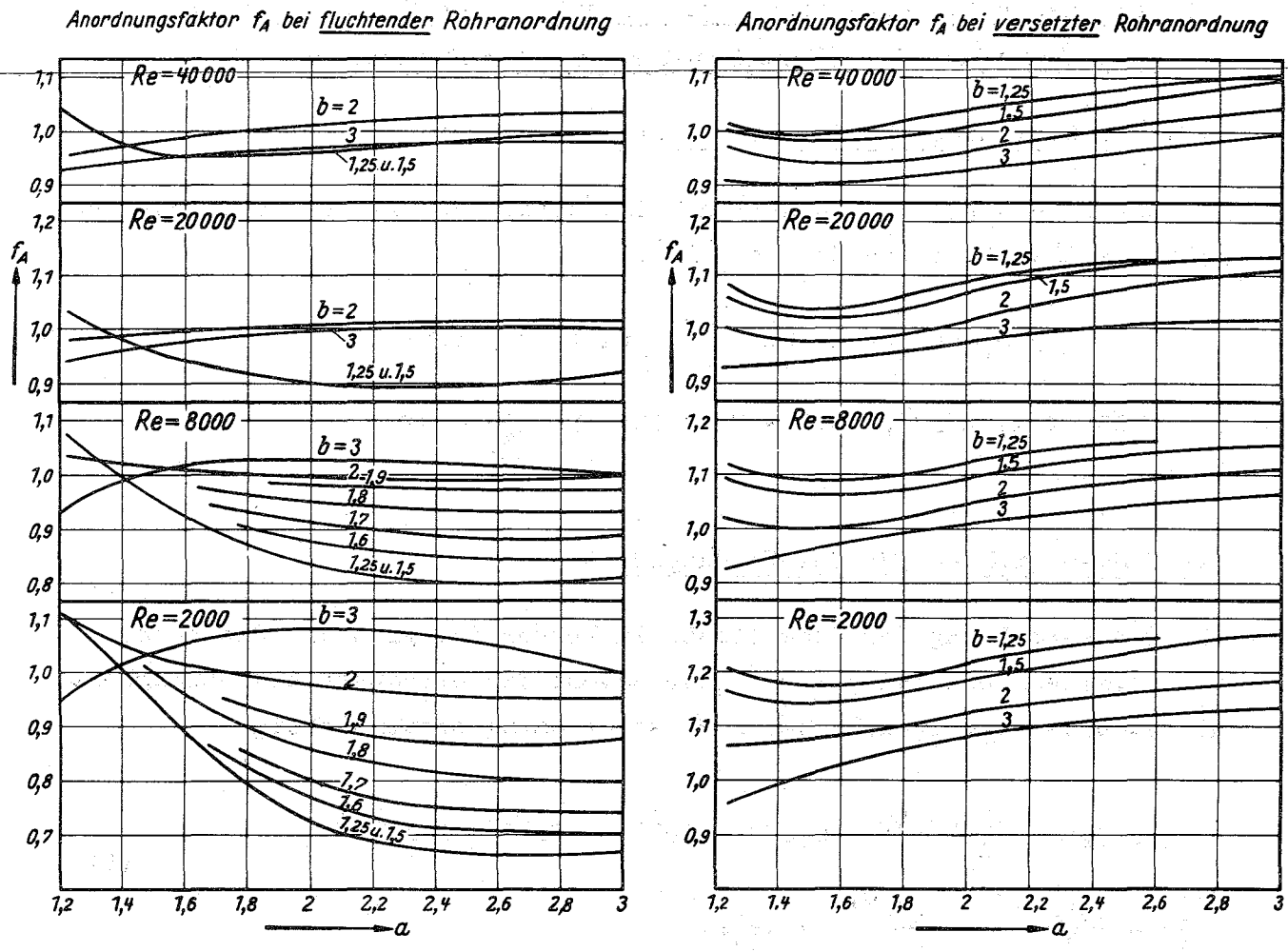


Abb. 2 Anordnungsfaktor f_A

3.1.4 Für das querangeströmte Rohrbündel bei Natrium

Für das querangeströmte Rohrbündel eines Wärmeaustauschers bei flüssigem Natrium gilt die Nu-Gleichung von Rickard [2].

$$Nu = Pe^{0,5} \qquad (4)$$

mit $Pe = Re \cdot Pr$ und $d_h = da$

für $50 < Pe < 4000$

3.2 Verwendete Nusselt-Beziehungen innerhalb der Rohre (tube-side), d.h. Sekundärseite (Tertiärseite) des Dampferzeugers

3.2.1 Nu-Gleichung für den Überhitzer

Für die Berechnung der Nusseltzahl im Überhitzerteil des Dampferzeugers gilt die Gleichung von Hausen [1].

$$Nu = 0{,}024 \left[1 + \left(\frac{di}{L}\right)^{2/3} \right] Re^{0{,}786} \cdot Pr^{0{,}45} \qquad (5)$$

für $7000 < Re < 10^6$; $0{,}7 < Pr < 10$; $1 < \frac{L}{d_i} < \infty$

3.2.2 Nu-Gleichung für den Verdampfer

Für die Berechnung der Nusseltzahl im Verdampfer gilt die Gleichung von Guerrieri und Talty [3], die sowohl die Strömungsgeschwindigkeit als auch den Dampfgehalt der 2-Phasenströmung berücksichtigt.

$$Nu = 3{,}4 \cdot \left(\frac{1}{X_u}\right)^{0{,}45} \cdot 0{,}023 \cdot Re^{0{,}8} \cdot Pr^{0{,}4} \, (1-X)^{0{,}8}$$

$$\frac{1}{X_u} = \left(\frac{v''}{v'}\right)^{0{,}5} \cdot \left(\frac{\eta''}{\eta'}\right)^{0{,}1} \cdot \left(\frac{X}{1-X}\right)^{0{,}9} \qquad (6)$$

Die Re- und Pr-Zahl ist jeweils für die gesättigte flüssige Phase (also für den Zustand z.B. v') zu ermitteln.

3.2.3 Nu-Gleichung für den ECØ

Für die Berechnung der Nusseltzahl im ECØ gilt die verbesserte Beziehung von Hausen [1].

$$Nu = 0{,}037 \left[1 + \left(\frac{di}{L}\right)^{2/3} \right] (Re^{0{,}75} - 180) \, Pr^{0{,}42} \left(\frac{\eta_{fl}}{\eta_w}\right)^{0{,}14} \qquad (7)$$

für $2320 < Re < 10^6$; $0{,}6 < Pr < 1000$; $1 < \frac{L}{d_i} < \infty$

Aus diesen Nusselt-Gleichungen folgen bei Verwendung der Gleichung

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d_h}{\lambda} \tag{8}$$

die rohrinnen- und rohraußenseitigen Wärmeübergangszahlen α_i und α_a.

Im Falle eines gewendelten Rohrbündels ist die Wärmeübergangszahl α_i durch die Formel von Jeschke [1] zu korrigieren,

$$\alpha_{i\ gew} = \alpha_i \cdot (1 + 3{,}54)\ \frac{d_i}{D_w} \tag{9}$$

um die, infolge der Zentrifugalkräfte, auftretenden turbulenz- und massentransportfördernden Querströmungen zu berücksichtigen.

3.3 Wärmeleitzahl des Tauscherrohrmaterials

Um für die verschiedenen Tauscherrohrmaterialien die Wärmeleitzahl temperaturabhängig bestimmen zu können, wurden in eine FØRTRAN-FUNCTIØN (siehe FØRTRAN-LISTEN im Anhang) Tabellenwerte für die Wärmeleitzahl der Werkstoffe 7380 und 4961 über DATA eingegeben. Werte zwischen den eingegebenen Stützstellen werden durch lineare Interpolation ermittelt.

3.4 Wärmedurchgangszahl

Die auf einen Meter Tauscherrohr bezogene Wärmedurchgangszahl k errechnet sich unter Berücksichtigung eines entsprechenden Verschmutzungsfaktors auf der Luftseite wie folgt:

a) Für das einfache Rohr:

$$k = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_i \cdot d_i} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{Met}} \cdot \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{\alpha_a \cdot d_a} + FFA}$$

b) Für das doppelte Rohr (mit He als Inertgas im Ringspalt):

$$k = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_i \cdot d_{Ii}} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{Met}} \cdot \ln \frac{d_{Ia}}{d_{Ii}} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{He}} \cdot \ln \frac{d_{Ai}}{d_{Ia}} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{Met}} \cdot \ln \frac{d_{Aa}}{d_{Ai}} + \frac{1}{\alpha_a \cdot d_{Aa}} + FFA}$$

3.5 Übertragene Wärmeleistung

Um die Temperatur- und Druckabhängigkeit der thermodynamischen Zustandsgrößen des H_2O genauer berücksichtigen zu können, wird der Dampferzeuger in j Subelemente aufgeteilt (s.Abb. 1, Seite 9), die dann in kontinuierlicher Folge mit den für das jeweilige Subelement gültigen gemittelten Zustandsgrößen durchgerechnet werden.

Die übertragene Wärmeleistung pro Subelement errechnet sich damit wie folgt:

$$Q_j = k_j \cdot F_j \cdot \Delta t_{lg\ j}$$

mit

$$\Delta t_{lg\ j} = \frac{(TS_{j-1} - TT_{j-1}) - (TS_j - TT_j)}{\ln \frac{TS_{j-1} - TT_{j-1}}{TS_j - TT_j}} \cdot \varepsilon_{KG}$$ für Kreuzgegenstrom

und

$$\Delta t_{lg\ j} = \frac{(TS_{j-1} - TT_{j-1}) - (TS_j - TT_j)}{\ln \frac{TS_{j-1} - TT_{j-1}}{TS_j - TT_j}}$$ für reinen Gegenstrom

Die thermodynamischen Zustandsgrößen der verwendbaren Medien werden mit Hilfe von Zustandsfunktion berechnet, die in einer Stoffdatenbank MAPLIB [4] gespeichert sind.

3.6 Druckverluste

Zur Berechnung der Druckverluste der Ein- und Zweiphasenströmung innerhalb der Rohre und der Einphasenströmung im Tauscherrohrbündel wurden die in [1] und [5] angegebenen Beziehungen verwendet.

3.6.1 Druckverluste im Mantelraum (shell side), d.h. Sekundärseite des Dampferzeugers

3.6.1.1 Druckverlust bei längsbeströmten Rohrbündeln

Der Druckverlust bei längsbeströmtem Rohrbündel wird nach der folgenden Beziehung ermittelt:

$$\Delta p = f \cdot \frac{L}{d_h} \cdot \frac{\rho}{2} w^2$$

mit $f = 0{,}0224 + \frac{2}{R_e^{0{,}32}}$ und $d_h = \frac{4F}{U}$

3.6.1.2 Druckverlust bei querbeströmten Rohrbündeln

Der Druckverlust bei turbulenter Strömung in querbeströmten Rohrbündeln wird nach der folgenden Beziehung ermittelt:

$$\Delta p = n \cdot \zeta \cdot \frac{\rho}{2} w_e^2$$

Darin bedeuten n die Anzahl der in Strömungsrichtung hintereinanderliegenden Rohrreihen und w_e die Geschwindigkeit im engsten Querschnitt. ζ ist der Widerstandsbeiwert für das querangeströmte Rohrbündel und in diesem Falle eine Funktion $\zeta = \zeta(Re, a, b)$.

Die Argumente der Funktion Re, a und b sind wie folgt definiert:

$$Re = \frac{w_e \cdot d_a}{\nu}, \quad a = \frac{S_1}{d_a}, \quad b = \frac{S_2}{d_a}$$

Der funktionelle Zusammenhang $\zeta = \zeta(Re, a, b)$ wurde von Grimison [1] für fluchtende und versetzte Rohranordnung ermittelt und ist in den Abb. 3 und 4 dargestellt.

a) Für fluchtende Rohranordnung

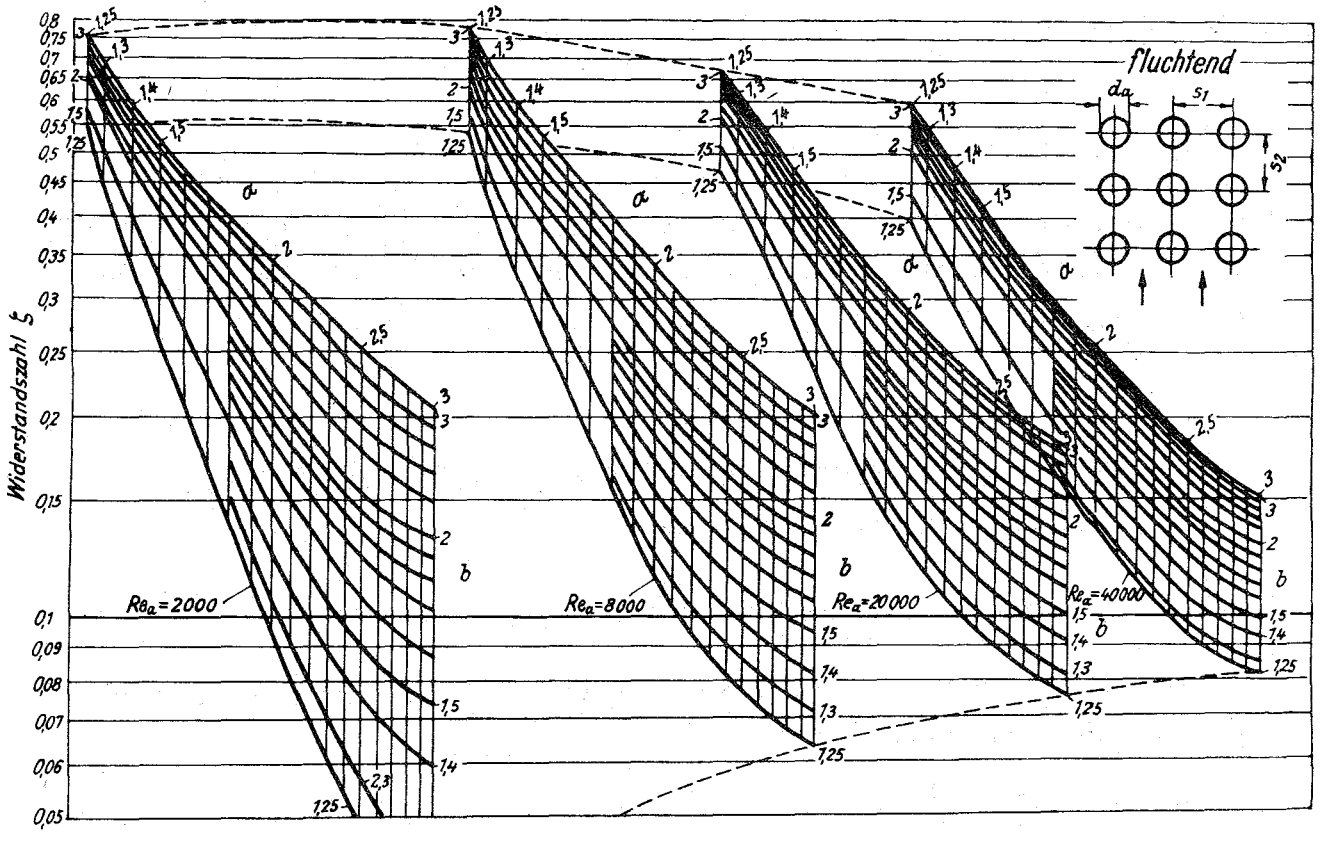


Abb. 3 Widerstandsbeiwert ζ für querangeströmtes Rohrbündel bei fluchtender Rohranordnung

b) Für versetzte Rohranordnung

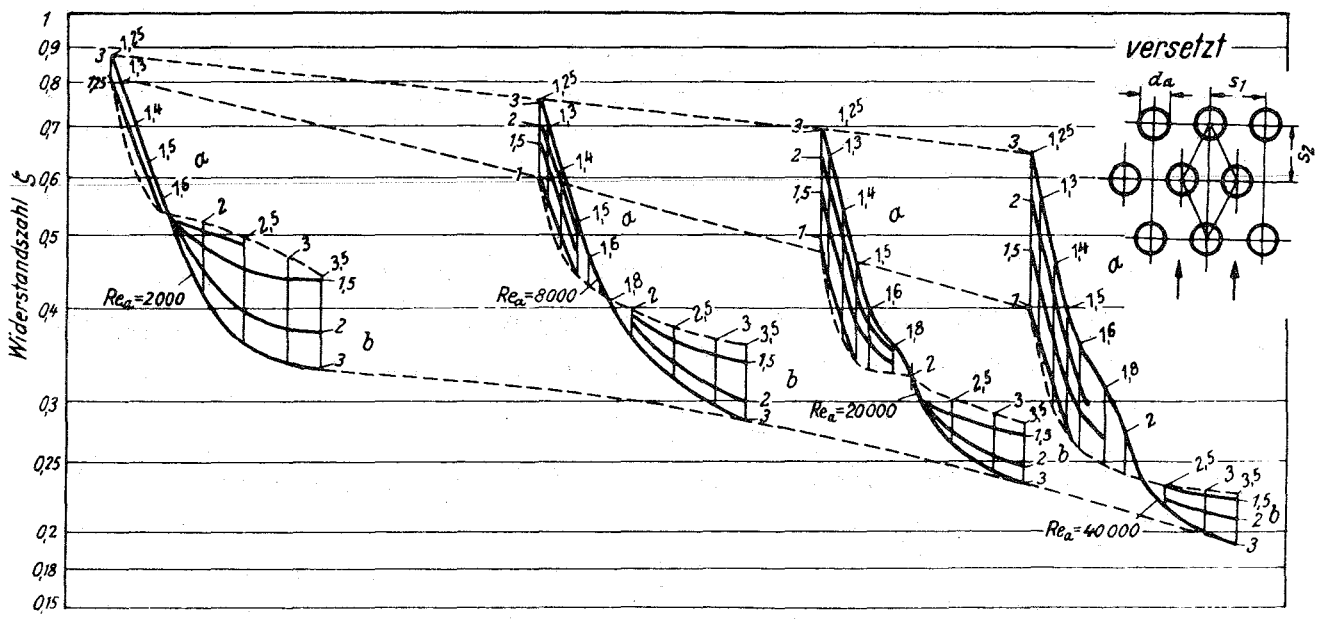


Abb. 4 Widerstandsbeiwert ζ für querangeströmtes Rohrbündel bei versetzter Rohranordnung

3.6.2 Druckverluste innerhalb der Rohre (tube side), d.h. Tertiärseite des Dampferzeugers

3.6.2.1 Druckverluste bei der 1-Phasenströmung

Die Druckverluste bei turbulenter 1-Phasenströmung in technisch rauhen Rohren wird nach der folgenden Beziehung ermittelt:

$$\Delta p = \xi \frac{L}{d_i} \cdot \frac{\varrho}{2} \cdot w^2$$

Darin ist $\xi = \xi\,(Re, \varepsilon)$ als Widerstandsbeiwert definiert und im allgemeinen eine Funktion der Reynoldszahl und der relativen Rauhigkeit $\varepsilon = \frac{k_R}{d_i}$.

Für den gesamten technisch interessierenden Bereich muß jedoch eine Bereichsunterscheidung vorgenommen werden.

a) Im Bereich hoher Reynoldszahlen ($Re > 10^6$, d.h. bei voll ausgebildeter Rauhigkeitsströmung) ist $\xi = \xi\,(\varepsilon)$ nur eine Funktion der relativen Rauhigkeit.

   Diese Tatsache ist phänomenologisch dadurch zu erklären, daß bei diesen hohen Reynoldszahlen die Spitzen der Rauhigkeiten aus der wandnahen laminaren Unterschicht herausragen und damit das Strömungsbild entscheidend beeinflussen.

   Nach Prandtl und v.Karman gilt in diesem Gebiet:

$$\frac{1}{\sqrt{\xi}} = 2 \lg\left(\frac{d_i}{k_R}\right) + 1{,}14$$

b) Im Bereich mittl. Reynoldszahlen ($3.10^3 < Re < 10^6$, d.h. im Übergangsbereich von der glatten zur rauhen Strömung) ist $\xi = \xi\,(Re, \varepsilon)$ eine Funktion der Reynoldszahl und der relativen Rauhigkeit. Diese Tatsache ist phänomenologisch dadurch zu erklären, daß bei diesen Reynoldszahlen die Spitzen der Rauhigkeiten durch die wandnahe laminare Unterschicht bedeckt sind, jedoch infolge der turbulenten Strömung ein Queraustausch in die laminare Unterschicht erfolgt. Nach Colebrook und White gilt in diesem Gebiet:

$$\frac{1}{\sqrt{\xi}} = -2 \lg\left[\frac{2{,}51}{Re \cdot \sqrt{\xi}} + \frac{\varepsilon}{3{,}17}\right]$$

Abb. 5 zeigt eine Darstellung des Widerstandsbeiwertes ξ als Funktion der Reynoldszahl und der relativen Rauhigkeit.

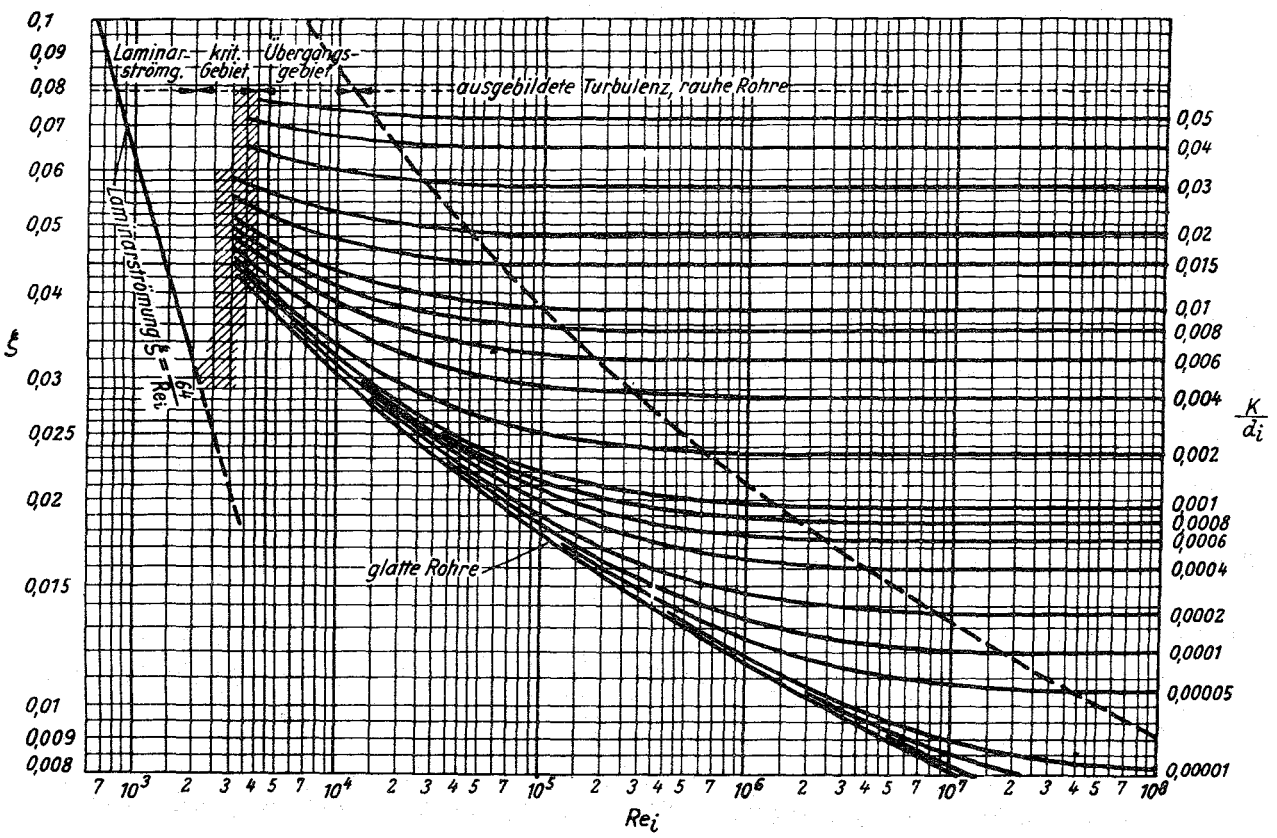


Abb. 5 Widerstandsbeiwert ξ in Abhängigkeit von ε und Re [1]

3.6.2.2 Druckverluste bei der 2-Phasenströmung

Die Druckverluste bei der 2-Phasenströmung berechnet sich nach der folgenden Beziehung [5]:

$$\Delta p_v = \left(\frac{\Delta p_{FP}}{\Delta p_o}\right) \cdot \Delta p_o + r \cdot \frac{G^2}{g} \cdot c$$

Darin bedeuten $\left(\frac{\Delta p_{FP}}{\Delta p_o}\right)$ und r Widerstandsbeiwerte, die in [6] ausführlich beschrieben sind.

4. Organisatorischer Aufbau des Programmes

Der prinzipielle Aufbau des Dampferzeuger- bzw. Überhitzerprogrammes ist als Abstrakt im Blockdiagramm in Abb. 6 auf Seite 20 dargestellt.

Nach Programmstart werden durch das 1. READ Festkomma-Konstanten zur Steuerung der Ausgabeaufbereitung eingelesen. Für KPLØT = 1 werden die ermittelten Ergebnisse simultan zur Rechnung in Form von Diagrammen aufbereitet. Für diesen Fall muß Eingabe für das 2.bis24. READ zum Einlesen von ALPHA-TEXT zur Diagrammbeschriftung bereitgestellt werden. Anschließend wird der 2. READ-BLØCK zur Eingabe der Werte für die thermodynamische Berechnung angesteuert.

Programmstop wird durch Eingabe von DMNA=0 und QUD=0 erzeugt. Um eine gute Kontrolle der Ergebnisse, insbesondere im Hinblick auf korrekte Eingabedaten zu ermöglichen, werden alle Eingabedaten in der eingelesenen Reihenfolge vor Beginn des eigentlichen Rechenablaufes durch die SUBRØUTINE ØUPEIN wieder ausgedruckt.

In einem sich anschließenden Programmteil werden dann zunächst diverse Konstanten und Ausgangswerte für die 1. Iteration definiert. Danach wird der Programmteil zur Berechnung von Zustandsgrößen, Durchsatzmengen, Rohranzahlen, Strömungsflächen und geometrischer Aufteilung durchlaufen.

Der sich anschließende Programmteil ist als DØ-LØØP aufgebaut und ermöglicht eine segmentweise(max. 10 Segmente) Berechnung der Heizfläche und der Druckabfälle auf der Sekundärseite für den Überhitzer und Verdampfer. Die Berechnung für ein Segment wird jeweils mit den Zustandsgrößen durchgeführt, die sich aus den gemittelten Temperatur- und Druckwerten des betrachteten Subelementes errechnen.

Nach Abschluß der Heizflächen- und Druckabfallberechnung wird für die 3 Zonen des Dampferzeugers (Überhitzer, Verdampfer, ECØ) jeweils getrennt abgefragt, ob der absolute Betrag der Differenz von Druckabfallwerte der letzten und vorletzten Rechnung $\leq$ einer fest vorgegebenen Genauigkeitsschranke ε ist.

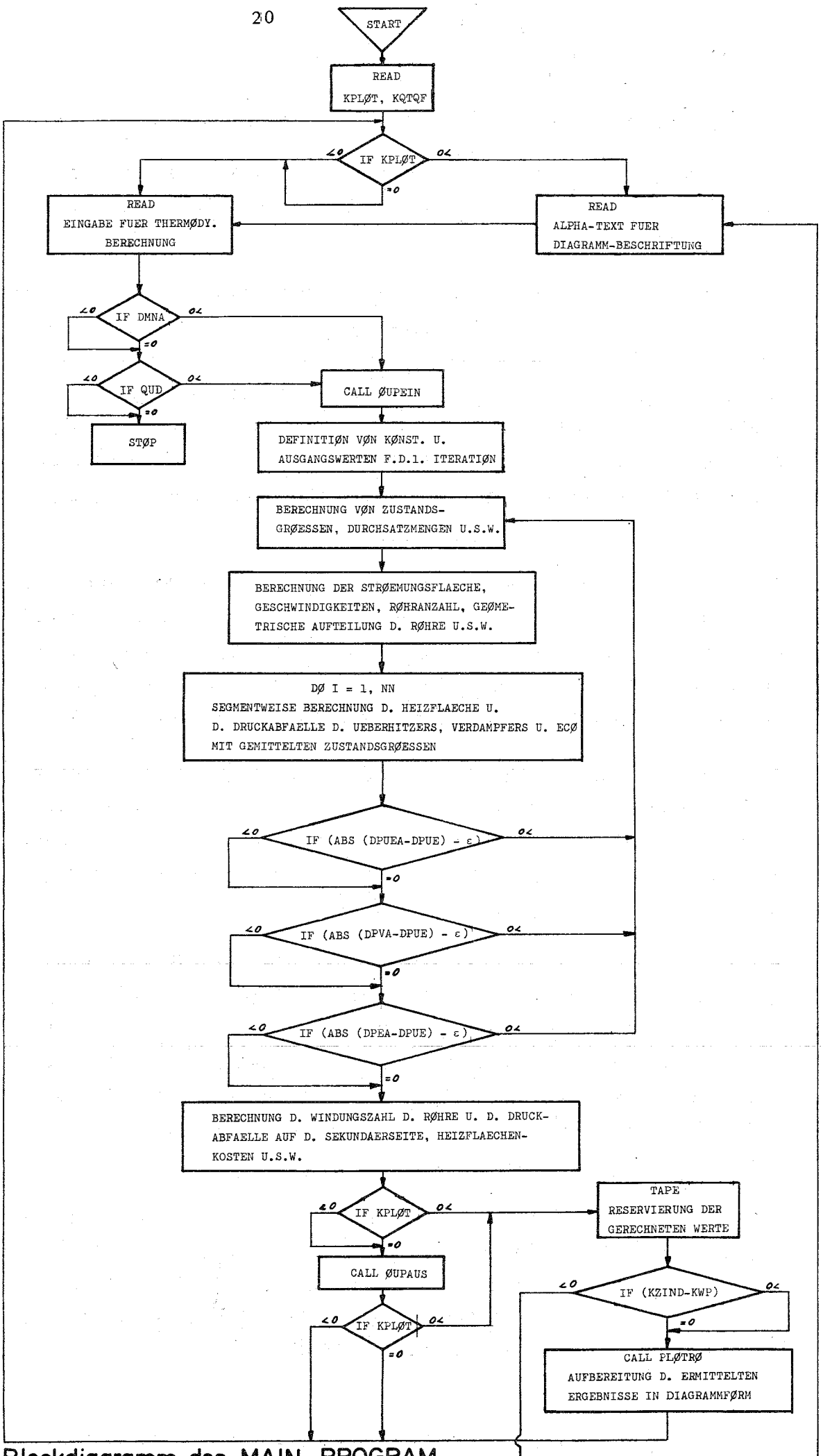


Abb.6: Blockdiagramm des MAIN-PROGRAM

Sind die Konvergenzbedingungen für alle 3 Zonen erfüllt, werden die Berechnungen für Windungszahlen bei RØA=1, Heizflächenkosten und Druckabfall auf der Sekundärseite durchgeführt.

Für den Fall, daß keine Konvergenzbedingungen für eine vorgegebene Parameterkombination erzielt werden, erscheinen spezifizierte Fehlermeldungen auf dem Ausgabeband. (Siehe Punkt 6.4) Je nach Eingabe von KPLØT erfolgt eine Ausgabe der errechneten Daten durch Aufruf der SUBRØUTINE ØUPAUS und/oder eine Aufbereitung der ermittelten Zahlenwerte in entsprechenden Diagrammen mit kompletter Beschriftung. [7]

Durch Eingabe der entsprechenden Steuergrößen können die verschiedenen Varianten, wie z.B. Berechnung eines Zwischenüberhitzers, getrennte Berechnung des ECØ und Verdampfers usw. erzeugt werden. (Siehe Punkt 6.1)

5. Hinweise für die Benutzung des Programmes

5.1 Allgemeine Hinweise zur Verwendbarkeit des Programmes

Das Programm gestattet die Berechnung verschiedener Dampferzeugervarianten, die im Rahmen von Voruntersuchungen und zur Erstellung von Studien über Reaktoranlagen von Wichtigkeit sind.

Im einzelnen können die folgenden Varianten berechnet werden:

1. Varianten des Tauscherrohrbündels

Das Programm gestattet die Berechnung von zwei unterschiedlichen Rohranordnungen, durch die es ermöglicht wird, alle anderen wichtigen Rohranordnungen auf der Grundlage der berechenbaren Anordnungen anzunähern und damit abschätzen zu können.

Die berechenbaren Rohranordnungen sind erstens das Geradrohrbündel und zweitens das gewendelte Rohrbündel. In der Abb. 7 und 8 sind die Prinzipbilder der beiden Rohrbündel dargestellt. Die geometrischen Verhältnisse für die beiden betrachteten Fälle sind in der Abb. 9 angedeutet.

Für Varianten mit sehr reaktionsfreudigen Medien, wie z.B. Natrium, können die beiden Rohranordnungen auch in Doppelrohrausführung ausgelegt werden. Als inertes Zwischenmedium wird Helium in dem sich ergebenden konzentrischen Ringspalt verwendet.

Um die unterschiedlichen Anforderungen an die Tauscherrohrmaterialien, z.B. hinsichtlich der thermischen Belastung, dem Korrosionsverhalten der verschiedenen Primärmedien usw., entsprechend berücksichtigen zu können, wurden für die Auslegung des Dampferzeugers die wichtigen temperaturabhängigen Werkstoffwerte für zwei Materialien zur Verfügung gestellt.
Es sind:

1. Das austenitische Material X 8 Cr Ni Nb 16 13
2. das stabilisierte ferritische Material 10 Cr Mo Nb 9 10

Um eine vernünftige Auslegung der Heizfläche, hinsichtlich des eingesetzten Materiales, vornehmen zu können, ist auch eine Kombination

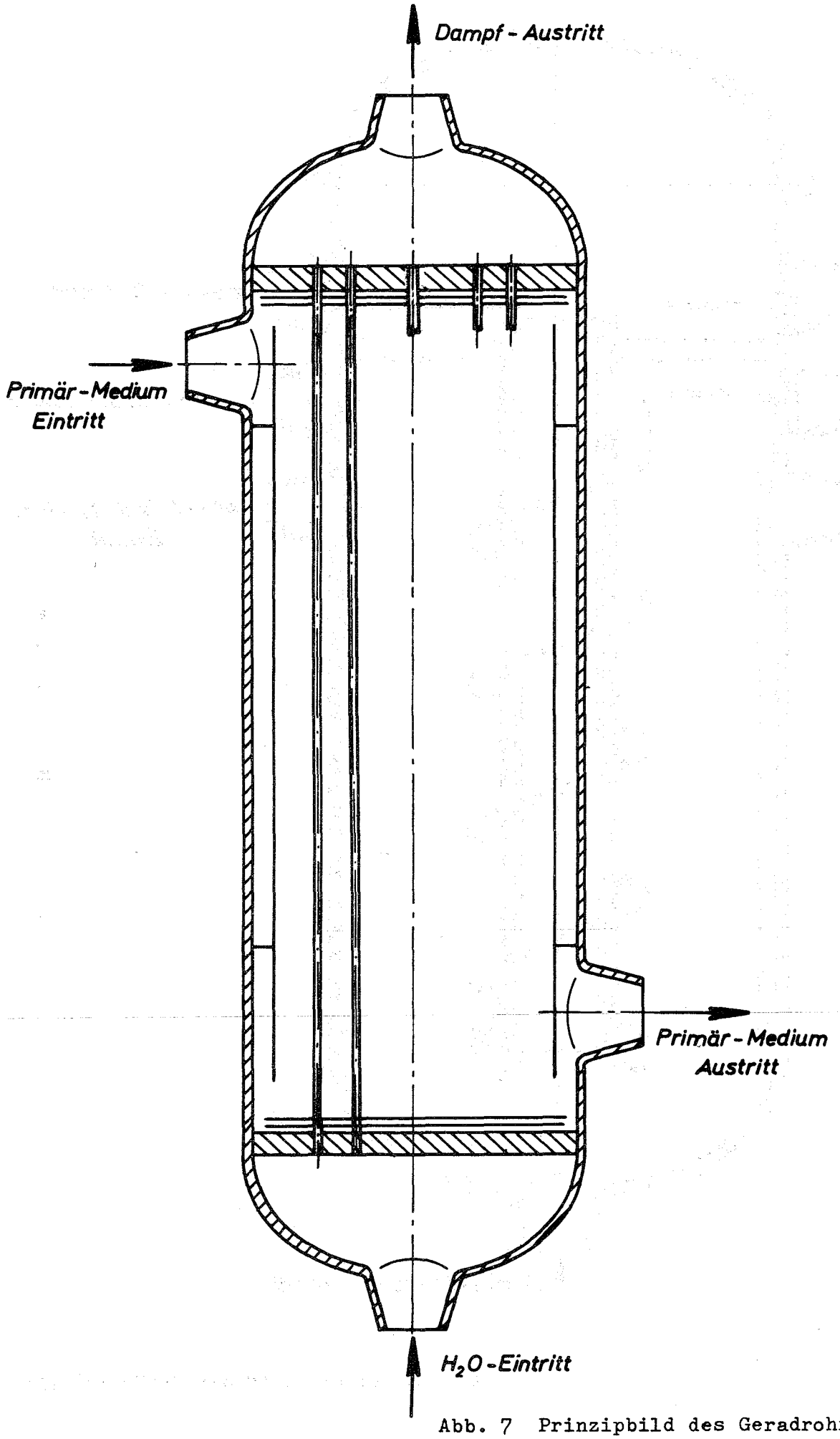


Abb. 7 Prinzipbild des Geradrohrtyps

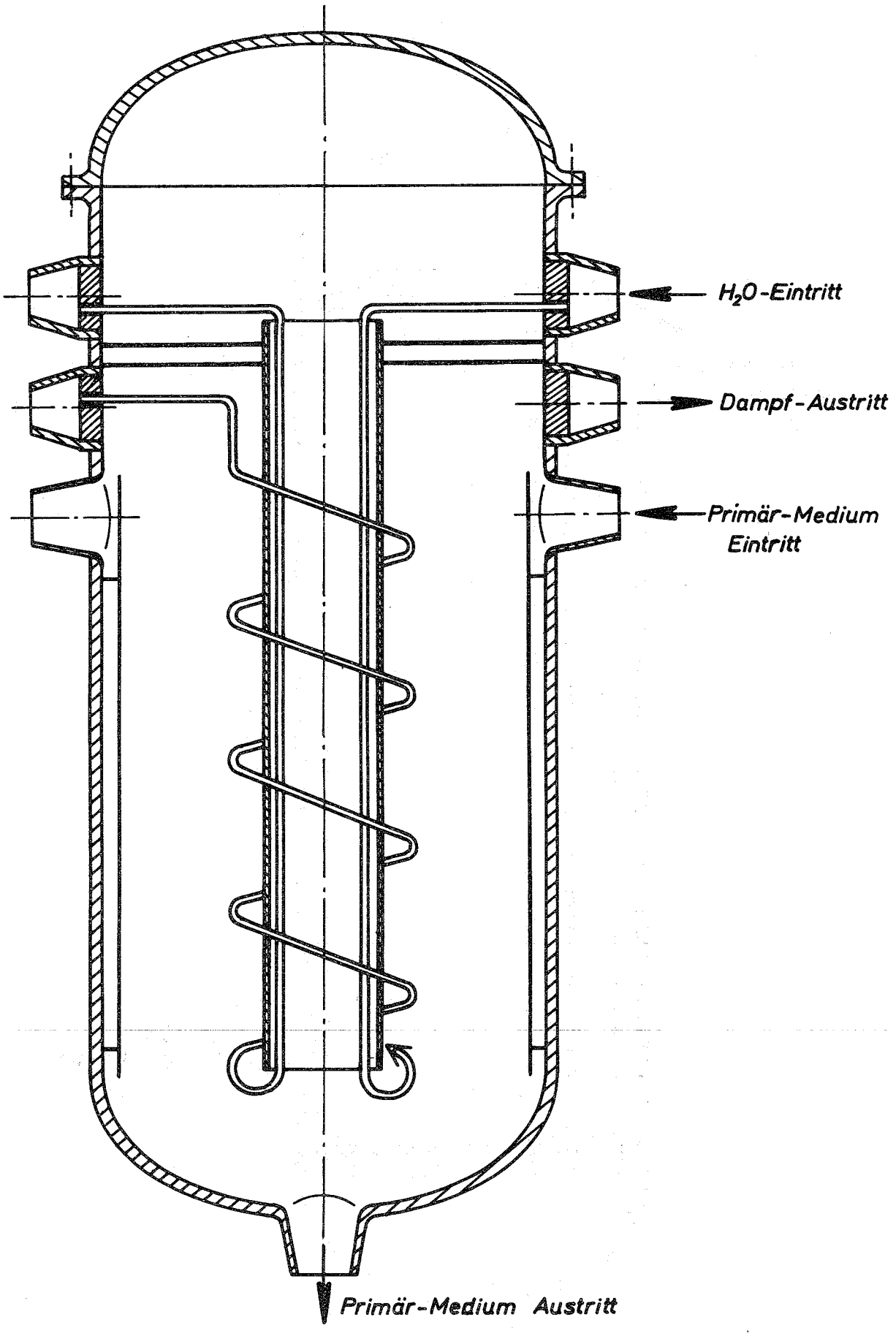


Abb. 8 Prinzipbild des Wendelrohrtyps

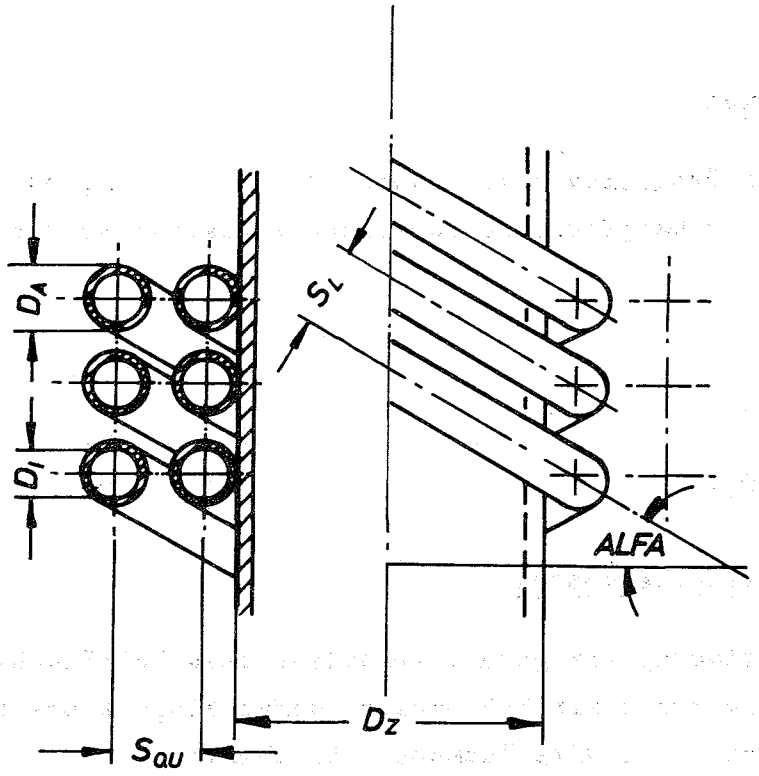


Abb. 9 Darstellung der geometrischen Verhältnisse im Rohrbündel

aus beiden Materialien möglich. So kann der Überhitzteil des Dampferzeugers durch Eingabe der entsprechenden Steuergröße mit dem austenitischen Material und der ECO und Verdampferteil mit dem ferritischen Material gerechnet werden.

2. Variable Berechnungsmöglichkeiten der verschiedenen Heizflächenzonen

2.1 Reguläre Damperzeugerauslegung. ECO, Verdampfer und Überhitzer sind in Reihe geschaltet.

2.2 Separate Berechnung des Überhitzerteiles. D.h. Auslegungsrechnung für einen Überhitzer.

2.3 Separate Berechnung des ECO und Verdampferteiles.

2.4 Separate Berechnung des Überhitzerteiles mit nachfolgender Berechnung des ECO und Verdampferteiles, wobei eine Übernahme von DMH2O aus der vorangehenden Überhitzerrechnung erfolgt. (D.h. es ist eine veränderliche Na-Durchsatzmenge realisierbar.) Weiterhin ist die Berücksichtigung eines Druckabfalles zwischen Verdampferteil und Überhitzerteil durch eine Eingabegröße möglich.

3. Variable Primärmedien

In der vorliegenden Programmversion können z.Zt. die folgenden Primärmedien für eine Dampferzeugerauslegung verwendet werden.

1. Natrium
2. Helium
3. Kohlendioxyd (CO_2)
4. Wasserdampf (H_2O_v)

4. Berechnung der Heizflächenkosten

Zusätzlich zur Bestimmung der gesamt erforderlichen Heizfläche ist auch eine Berechnung der Heizflächenkosten durch Eingabe spezifischer Heizflächenkosten in DM/m Tauscherrohr möglich.

Eine Auslegungsrechnung und eine Kostenrechnung für den das Rohrbündel umschließenden Behälter wird nicht durchgeführt!

5. Ausgabe der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Dampferzeugerauslegungsrechnung werden regulär auf Papier in der unter 7.1 dargestellten Form ausgegeben. Durch die Eingabe entsprechender Steuergrößen (siehe 5.2) kann die Ausgabe auch simultan zur Rechnung in Form von Diagrammen aufbereitet werden.

5.2 Eingabe

Die in das Programm einzugebenden Größen wurden aus organisatorischen Gründen in zwei Eingabeblöcke mit mehreren getrennten READ's ausgeteilt. Die Eingabe erfolgt FØRMAT-Gebunden und muß in der nachstehend aufgeführten Reihenfolge vorliegen.
Für die numerische Daten gilt das FØRMAT (6 G12.6)
Für ALPHA-TEXT gilt das FØRMAT (15A4) bzw. (10A4).

5.2.1. 1.EINGABEBLØCK

Steuergrößen und ALPHA-TEXT für die Diagrammaufbereitung, wenn KPLØT = 0 entfällt die Eingabe für **das 2. bis 24. READ.**

1. READ

KPLOT Steuergröße
KPLOT=0 keine Aufbereitung zum Ploten
KPLOT=1 Aufbereitung zum Ploten und Drucken
KPLOT=2 nur Aufbereitung zum Plot

KQTQF Steuergröße
KQTQF=0 ohne Q-T-Diagramm
KQTQF=1 mit Q-T-Diagramm
in diesem Falle muß KAD=1 sein

2. READ

KAD Steuergröße (max.KAD=10)
KAD Anzahl der aus einer Parametervariation zu erstellenden Diagramme

KWP Steuergröße
KWP Anzahl der zu reservierenden Punktepaare pro Kurve (max. 50 Punkte)

KAPKUR Steuergröße (max.KAPKUR=9)
Anzahl der Kurven pro Diagramm

IDPLOT Abbildungsnr.

3. bis 6. READ

KX(I) Steuergröße zur Auswahl der Abzissenwerte
MAX. 10 Werte pro Parametervariation
KY(I) Steuergröße zur Auswahl der Ordinatenwerte
MAX. 10 Werte pro Parametervariation

7. READ (15 A 4)

Allgemeine Diagramm-Beschriftung

8. READ (10 A 4)

Ordinaten-Beschriftung

9. READ (10 A 4)

Abzissen-Beschriftung

10. bis 23. READ (10 A 4)

Beschriftungsfeld für Parameter

24. READ (10 A 4)

Kurven-Beschriftung

5.2.2. 2. EINGABEBLØCK

Steuergrößen und Eingabewerte für die thermodynamische Auslegungsrechnung.

1. READ

DMNA in KG/H Durchsatz des Primärmediums
Bei Eingabe von DMNA muß QUD=0. sein

QUD in MW thermische Leistung des Dampferzeugers
Bei Eingabe von QUD muß DMNA=0. sein

T1S in C Eintrittstemperatur des Primärmediums

T4S in C Austrittstemperatur des Primärmediums

T1T in C H_2O-Austrittstemperatur

T4T in C H_2O-Eintrittstemperatur

2. READ

PHD	in AT	Druck am Überhitzeraustritt
WHD	in M/S	Geschwindigkeit am Überhitzeraustritt
MAT		Materialkennziffer 1 = 10 Cr Mo Nb 9 10 2 = X 8 Cr Ni Nb 16 13 21 = Übh.MAT=2 ,Verd.+EC. MAT=1
ARUE		Anzahl der Rechenschritte in der Überh.-Zone (MAX.10)
ARV		Anzahl der Rechenschritte in der Verd.-Zone (MAX.10)

NURUE	Steuergröße
	Mögliche Varianten NURUE=o NURUE=1
NURUE=1	Separate Berechnung des Überhitzers

3. READ

NUREV	Steuergröße
	Mögliche Varianten NRUEV=0 NRUEV=1
NUREV=1	Separate Berechnung des ECO u. Verdampfer
KUEUEV	Steuergröße
	KUEUEV=1 Folgerechnung für NUREV=1 mit Übernahme von DMH2O der Rechnung mit NURUE=1 wenn Folgerechnung, dann bei vorhergehender Rechnung des Überh. T4T kleiner TS(P2) eingeben
	KUEUEV=0 keine Folgerechnung
KDOPPR	Steuergröße
	KDOPPR=1 Doppelrohrausf. mit HE als Inertgas wenn KDOPPR=1 müssen DAAR u. DIAR angegeben werden
	KDOPPR=0 einwandige Ausführung
DPZUE	Druckabfall zw. Überh. u. Verd. wenn KUEUEV=1

4. READ

DA	in M	Außendurchmesser eines Tauscherrohres
DI	in M	Innendurchmesser eines Tauscherrohres
DAAR	in M	Außendurchmesser des äußeren Rohres wenn KDOPPR=1
DIAR	in M	Innendurchmesser des äußeren Rohres wenn KDOPPR=1
SQU	in M	Querteilung
SL	in M	Längsteilung

5. READ

DZ	in M	Durchmesser des Zentralrohres
ALFA	in GRAD	Steigungswinkel eines Rohrwendels
GRH	in M	Gasraumhöhe
FAKEIN		Faktor für Einbauten auf der Mantelseite
FRK1	in DM/M	Kostenfaktor für 1 M Tauscherrohr MAT=1
FRK2	in DM/M	Kostenfaktor für 1 M Tauscherrohr MAT=2

7. READ

ROA	Rohranordnungsfaktor
	ROA=1 gewendeltes Rohrbündel
	ROA=2 Geradrohrbündel
KPKM	Steuergröße
	KPKM=1 NA = primäres Medium
	KPKM=2 HE = primäres Medium
	KPKM=3 CO2 = primäres Medium
	KPKM=4 $H2O_V$ = primäres Medium
DOPM in AT	Druck des primären Mediums

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

5.3 Ausgabe

Die Ausgabe der Ergebnisse erfolgt nach dem Schema wie es auf den Demonstrationsbögen im Anhang Seite 38 dargestellt ist.

Für KPLØT=1 d.h. mit simultaner Diagrammaufbereitung erscheinen auf dem 1. Ausgabenbogen zunächst die eingegebenen Konstanten und der ALPHA-TEXT für die Diagrammerstellung. Anschließend werden die Eingabegrößen für die thermodynamische Berechnung in der Reihenfolge, wie sie im Abschnitt 5.2 erläutert werden, wieder ausgedruckt.

Auf dem 2. u. 3. Ausgabebogen sind die eigentlichen Rechenergebnisse der thermodynamischen Berechnung aufgeführt.

Die auf den Ausgabebögen 2 u. 3 abgedruckten Kurzbezeichnungen haben die folgende Bedeutung:

ALFAA	[Kcal/m^2·h·Grad]	Wärmeübergangszahl auf der Primärseite
ALFAI	"	Wärmeübergangszahl auf der Sekundärseite
ARGN		Gesamtanzahl der Übertragerrohre
AR(N)		Anzahl der Rohre in der N-ten konzentrischen Rohrreihe
ARR		Anzahl der konzentrischen Rohrreihen
DDR	[m]	Durchmesser des Rohrbündels
DMH2Ø	[kg/h]	Durchsatz auf der Wasserseite
DPGES	[at]	Gesamtdruckabfall auf der Wasserseite
DPNA	"	Gesamtdruckabfall auf der Primärseite
DPU	"	Druckabfall im Überhitzer
DPV	"	Druckabfall im Verdampfer
DPE	"	Druckabfall im ECØ
DTMLU	[C]	mittl. log. Temperaturdifferenz im Überhitzer
DTMLV	"	mittl. log. Temperaturdifferenz im Verdampfer
DTMLE	"	mittl. log. Temperaturdifferenz im ECØ
GH	[m]	Gesamthöhe des Rohrbündels
HF	[m^2]	Gesamtheizfläche des Rohrbündels
HFK	[DM]	Heizflächenkosten

PIT	[at]	mittl. Druck im I-ten Segment auf der Sekundärseite
PSPWE	"	Speisewassereintrittsdruck
P1	"	Dampfdruck am Überhitzer-Austritt
P2	"	Dampfdruck am Verdampfer-Austritt
P3	"	Speisewasserdruck am ECØ-Austritt
P4	"	Speisewasserdruck am ECØ-Eintritt
QUD	[Kcal/h]	Gesamte übertragene Wärmemenge
QUUE	"	Übertragene Wärmemenge im Überhitzer
QUV	"	Übertragene Wärmemenge im Verdampfer
QUE	"	Übertragene Wärmemenge im ECØ
RLGES	[m]	Gesamte Rohrlänge eines Übertragerrohres
RLUE	"	Rohrlänge eines Überhitzerrohres
RLV	"	Rohrlänge eines Verdampferrohres
RLE	"	Rohrlänge eines ECØ-Rohres
STT(N)	"	Stirnteilung der Rohre in der N-ten konzentrischen Rohrreihe
TKD(N)	"	Teilkreisdurchmesser in der N-ten konzentrischen Rohrreihe
TIS	[C]	mittl. Temperatur im I-ten Segment auf der Sekundärseite
TIT	"	mittl. Temperatur im I-ten Segment auf der Tertiärseite
T2S	"	Temperatur des Primärmediums am Verdampfer-Austritt
T3S	"	Temperatur des Primärmediums am Verdampfer-Eintritt
T2T	"	Temperatur des Sekundärmediums (H_2O) am Verdampfer-Austritt
T3T	"	Temperatur des Sekundärmediums (H_2O) am Verdampfer-Eintritt
W(N)		Windungszahl der Rohre in der N-ten konzentrischen Rohrreihe
WDZ	[$Kcal/m^2 \cdot h \cdot Grad$]	Wärmedurchgangszahl
WDN	[m/s]	Heißdampfgeschwindigkeit
WNA	"	Geschwindigkeit des Primärmediums
WWE	"	Wassereintritts-Geschwindigkeit in den ECØ

5.4 Erläuterung der möglichen Fehlermeldungen

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

5.4.1 Mögliche Fehlermeldungen aus dem MAINPRØG

1. KOM. 1 03705

   Max. zul. Anzahl von 50 parallelen Rohrreihen überschritten.

   Die Rechnung wird für die vorliegende Parametervariation abgebrochen.

2. DPA = nnn.nn AT DPN = nnn.nn AT KEINE KØNVERGENZ
   ISEK = nn

   Das Iterationsverfahren zur Ermittlung der Druckabfälle in den 3 verschiedenen Sektionen konvergiert nicht.

   Es bedeuten:

   DPA .... Druckabfall der vorletzten Rechnung
   DPN .... Druckabfall der letzten Rechnung
   ISEK ... Konstante zur Identifikation in welcher Sektion die Konvergenzbedingungen nicht erfüllt sind
   ISEK = 1 Überhitzer
   ISEK = 2 Verdampfer
   ISEK = 3 ECØ

5.4.2 Fehlermeldungen aus den Unterprogrammen

Bei der Verwendung der in [4] integrierten Unterprogramme zur Bestimmung der thermodynamischen Zustandsgrößen können weitere spezifizierte Fehlermeldungen erscheinen, die jedoch in der Regel klar erläutert sind und direkt identifiziert werden können.

5.5 Zugehörige Unterprogramme

Zur Ausführung des MAINPRØG sind die folgenden Unterprogramme erforderlich:

1. Zur Ausgabe der Eingabedaten die SUBRØUTINE ØUPEIN.
2. Zur Ausgabe der Ausgabedaten die SUBRØUTINE ØUPAUS.
3. Zur Berechnung der Druckabfälle in der Verdampfungszone die FUNCTIØN DRUVER (P,X,DPO,G,ARV).
4. Zur Berechnung der Widerstandsbeiwerte in der Verdampfungszone die FUNCTION WIMUN (P,X,Z).
5. Zur Berechnung der Widerstandsbeiwerte in technisch rauhen Rohren die FUNCTIØN CKSI (ARK,DI,REW).
6. Zur Berechnung der Widerstandsbeiwerte in querangeströmten Rohrbündeln die FUNCTIØN ZETA (KØRAW,REW,AWW,BWW,BETAWW).
7. Zur Aufbereitung der gerechneten Werte in Diagrammform die SUBRØUTINE PLØTRØ.
8. Zur Maßstabsoptimalisierung die SUBRØUTINE WMAX(YYMAX,DIV, YMAX,SY).
9. Zur Berechnung des Maximalwertes eines eindimensionalen Feldes die SUBRØUTINE FMAX(X,I,WMAX).
10. Zur Berechnung des Minimalwertes eines eindimensionalen Feldes die SUBRØUTINE FMIN(X,I,WMIN).
11. Zur Berechnung des Sättigungsdruckes die FUNCTIØN PS(T).
12. Zur Berechnung der Sättigungstemperatur die FUNCTIØN TS(P).
13. Zur Berechnung der Heißdampftemperatur aus Druck und Enthalpie die FUNCTIØN TPE(P,E).
14. Zur Berechnung der Wärmeleitfähigkeit von H_2O die FUNCTIØN FLAM(P,T,Z).
15. Zur Berechnung der dyn. Viskosität die FUNCTIØN ETA(P,T,Z).
16. Zur Berechnung der Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien die FUNCTIØN WAERM(TE,MAT).

    Zusätzlich werden zur Dimensionsumrechnung und zur Umdefinition der thermodynamischen Zustandengrößen die folgenden FUNCTIØNEN benötigt:

WV(P,T) WI(P,T) HDV(P,T) HDI(P,T)	Rufen Zustandsfunktionen für H_2O aus "MAPLIB"
GANA(T,P) CPNA(T,P) ENTH(T,P) WLNA(T,P) FNUENA(T,P)	Rufen Zustandsfunktionen für Na, He, CO_2 und H_2O_V aus "MAPLIB".

5.6 Speicherplatzbedarf und Rechenzeit

Der max. Speicherplatzbedarf beträgt zur Zeit für das MAINPRØG und die unter 5.5 aufgeführten Unterprogramme insgesamt ~ 260 K.

Bei der Verwendung anderer Unterprogramme zur Berechnung der thermodynamischen Zustandsgrößen, kann durchaus ein anderer Speicherplatz erforderlich sein.

Die Rechenzeit für einen Dampferzeuger, einschließlich der Zeit für die Diagrammaufbereitung, beträgt auf der IBM 360/85 ~ 1,5 s.

6. Literaturverzeichnis

[1] VDI-Wärmeatlas

[2] H.Spilker, Notiz TA-K 1 15/65
Zusammenstellung der wichtigsten Wärmeübergangsbeziehungen für flüssiges Natrium (nicht veröffentlicht)

[3] J.G.Collier, AERE CE/R 2496, P.82
A review of two-phase heat transfer (1935-1957)

[4] U.Schumann, KFK 1253, Sept. 1970
"MAPLIB": Ein Programmsystem zur Bereitstellung von Stoffdaten für Rechenprogramme

[5] H.Spilker, IRE-Rechenprogramm Nr. 28
FØRTRAN-FUNCTIØNEN zur Berechnung des Druckabfalles in der Verdampfungszone eines Dampferzeugers (nicht veröffentlicht)

[6] H.Spilker, IRE 3-Notiz Nr. 5/68
Aufstellung eines Polynoms zur Berechnung der Widerstandsbeiwerte im 2 Phasen-Gemisch nach Martinelli und Nelson (nicht veröffentlicht)

[7] S.Heine, KFK-Programmbeschreibungen Nr. 72, Nr. 117, Nr. 131 mit den zugehörigen Ergänzungen. (nicht veröffentlicht)

7. Anhang

7.1 Demonstrationsbogen für die Ausgabe

```
EINGABEDATEN FUER KPLOT=1
-------------------------
KPLOT=  1      KQTQF=  2
KAD=  1  KWP=  1  KAPKUR=  2  IDPLOT=  0
KX1=  0  KY1=  0  KX2=  0  KY2=  0  KX3=  0  KY3=  0  KX4=  0  KY4=  0  KX5=  0  KY5=  0
KX6=  0  KY6=  0  KX7=  0  KY7=  0  KX8=  0  KY8=  0  KX9=  0  KY9=  0  KX10=  0  KY10=  0
Q-T-DIAGRAMM EINES UEBERHITZERS
TEMPERATUR IN  C
UEBERTRAGENE WAERMEMENGE IN KCAL/H
DATEN DES UEBERHITZERS
SEKUNDAERES MEDIUM NA
TERTIAERES MEDIUM  H2O
QU    =525.0  MWTH
TS1   =560.0  C
TS4   =480.0  C
TT1   =540.0  C
TT4   =352.4  C
PHD   =170.0  M/S
DA/DI =27/21  MM
DZ    =500.0  MM
SQU   = 55.0  MM
ALFA  = 10.0  GRAD
T.- MAT. X 8 CR NI NB 16 13/ 10CR MO910
TEMP.-VERL. DES SEK.-MED.


                                        NA -BEHEIZTER  UEBERHITZER

                                           RECHNUNG NR     1

EINGABEDATEN
============


OMNA=0.7480E 07 KG/H     MAT    =   21          DA   =0.2700E-01    M     GRH    =0.0            M
QUD =0.0           MW    ARUE   =  5.00          DI   =0.2100E-01    M     FAKEIN=0.1000E 01
T1S =0.5600E 03     C    ARV    =  5.00          DAAR=0.0            M     FRK1   =0.0          DM/M
T4S =0.4800E 03     C    NURUE  =    1           DIAR=0.0            M     FRK2   =0.0          DM/M
T1T =0.5400E 03     C    NUREV  =    0           SQU =0.5500E-01     M     ROA    =0.1000E 01
T4T =0.3524E 03     C    KUEUEV=     0           SL  =0.4000E-01     M     KPKM   =     1
PHD =0.1700E 03    AT    KDOPPR=     0           DZ  =0.5000E 00     M     DDPM   =0.2000E 01 AT
WHD =0.3000E 02   M/S    DPZUE  =  0.0     AT     ALFA=0.1000E 02 GRAD
```

ZWISCHENERGEB. BEI SEGMENTWEISER BERECHNUNG

WAERMEUEBERGANGSZAHLEN UEBERHITZER

ALFAA	ALFAI	WDZ	TIS	TIT	PIT
.38855E 05	.45065E 04	.18157E 03	.55200E 03	.51101E 03	.17058E 03
.39073E 05	.46234E 04	.18373E 03	.53600E 03	.45704E 03	.17127E 03
.39327E 05	.48189E 04	.18761E 03	.52000E 03	.41265E 03	.17197E 03
.39572E 05	.50881E 04	.19286E 03	.50400E 03	.38026E 03	.17266E 03
.39821E 05	.54133E 04	.19885E 03	.48800E 03	.35983E 03	.17336E 03
.39330E 05	.48900E 04	.18892E 03	.48800E 03	.35983E 03	.17336E 03

ERGEBNISSE : THERMODYNAMISCHE BERECHNUNG

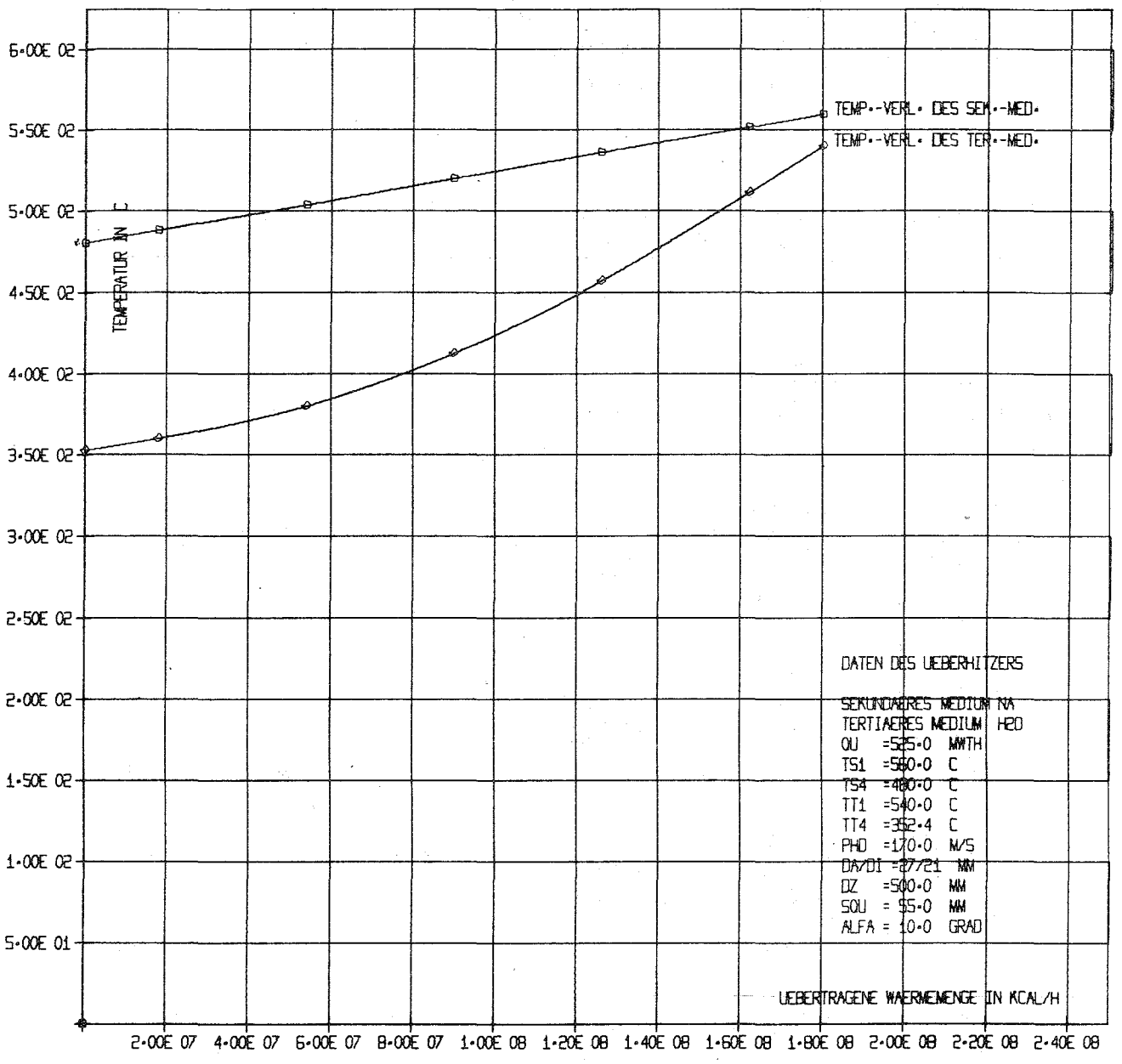
DMH2O	=0.8847E 06	KG/H	T2S	=0.4800E 03	C	P1	=0.1702E 03	AT	RLUE	=0.2650E 02	M
QUD	=0.1802E 09	KCAL/H	T3S	=0.0	C	P2	=0.1737E 03	AT	RLV	=0.0	M
QUUE	=0.1802E 09	KCAL/H	T2T	=0.3524E 03	C	P3	=0.1929E 03	AT	RLE	=0.0	M
QUV	=0.0	KCAL/H	T3T	=0.0	C	P4	=0.1737E 03	AT	RLGES	=0.2650E 02	M
QUE	=0.0	KCAL/H	DTMLU	=0.5806E 02	C	PSPWE	=0.0	AT	DDR	=0.2810E 01	M
WWE	=0.0	M/S	DTMLV	=0.0	C	DPU	=0.3494E 01	AT	GH	=0.4600E 01	M
WDN	=0.2967E 02	M/S	DTMLE	=0.0	C	DPV	=0.0	AT	HF	=0.1074E 04	M**2
WNA	=0.8214E 00	M/S				DPE	=0.0	AT	HFK	=0.0	DM
						DPGES	=0.3494E 01	AT	ARGN	=0.4780E 03	
						DPNA	=0.5718E-01	AT	ARR	=0.2100E 02	

ERGEBNISSE : GEOMETRISCHE DATEN

AR(N)	8.000	9.000	11.000	12.000	14.000	15.000	17.000	18.000	20.000	21.000
W(N)	14.966	12.491	10.718	9.386	8.348	7.517	6.837	6.269	5.788	5.376
TKD(N)	0.555	0.665	0.775	0.885	0.995	1.105	1.215	1.325	1.435	1.545
STT(N)	0.218	0.232	0.221	0.232	0.223	0.231	0.225	0.231	0.225	0.231

AR(N)	23.000	24.000	26.000	27.000	29.000	30.000	32.000	33.000	35.000	36.000
W(N)	5.019	4.706	4.430	4.185	3.965	3.767	3.588	3.425	3.277	3.140
TKD(N)	1.655	1.765	1.875	1.985	2.095	2.205	2.315	2.425	2.535	2.645
STT(N)	0.226	0.231	0.227	0.231	0.227	0.231	0.227	0.231	0.228	0.231

AR(N)	38.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W(N)	3.015	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TKD(N)	2.755	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
STT(N)	0.228	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



ABB·00001 Q-T-DIAGRAMM EINES UEBERHITZERS

```
EINGABEDATEN FUER KPLOT=1
-------------------------
KPLOT=  1      KQTOF=  1
KAD=  1  KWP=  1  KAPKUR=  2  IDPLOT=  0
KX1=  0  KY1=  0  KX2=  0  KY2=  0  KX3=  0  KY3=  0  KX4=  0  KY4=  0  KX5=  0  KY5=  0
KX6=  0  KY6=  0  KX7=  0  KY7=  0  KX8=  0  KY8=  0  KX9=  0  KY9=  0  KX10=  0  KY10=  0
Q-T-DIAGRAMM EINES DAMPFERZEUGERS
TEMPERATUR IN  C
UEBERTRAGENE WAERMEMENGE IN KCAL/H
DATEN DES DAMPFERZEUGERS
SEKUNDAERES MEDIUM NA
TERTIAERES MEDIUM  H2O
QU    =525.0  MWTH
TS1   =560.0  C
TS4   =360.0  C
TT1   =540.0  C
TT4   =286.0  C
PHD   =170.0  M/S
DA/DI =27/21  MM
DZ    =500.0  MM
SQU   = 55.0  MM
ALFA  = 10.0  GRAD
T.- MAT. X 8 CR NI NB 16 13/ 10CR MO910
TEMP.-VERL. DES SEK.-MED.
```

NA -BEHEIZTER DAMPFERZEUGER

RECHNUNG NR 1

```
EINGABEDATEN
============

DMNA=0.7480E 07 KG/H     MAT    =  21          DA   =0.2700E-01   M     GRH    =0.0          M
QUD =0.0          MW     ARUE   =  5.00        DI   =0.2100E-01   M     FAKEIN=0.1000E 01
T1S =0.5600E 03    C     ARV    =  5.00        DAAR=0.0           M     FRK1   =0.0        DM/M
T4S =0.3600E 03    C     NURUE  =    1         DIAR=0.0           M     FRK2   =0.0        DM/M
T1T =0.5400E 03    C     NUREV  =    1         SQU =0.5500E-01    M     ROA    =0.1000E 01
T4T =0.2860E 03    C     KUEUEV=     1         SL  =0.4000E-01    M     KPKM   =    1
PHD =0.1700E 03   AT     KOOPPR=     1         DZ  =0.5000E 00    M     DDPM   =0.2000E 01 AT
WHD =0.3000E 02   M/S    DPZUE  =  0.0     AT    ALFA=0.1000E 02 GRAD
```

ZWISCHENERGEB. BEI SEGMENTWEISER BERECHNUNG

WAERMEUEBERGANGSZAHLEN UEBERHITZER

ALFAA	ALFAI	WDZ	TIS	TIT	PIT
.38855E 05	.45172E 04	.18183E 03	.55203E 03	.51101E 03	.17058E 03
.39088E 05	.46343E 04	.18400E 03	.53609E 03	.45703E 03	.17128E 03
.39323E 05	.48300E 04	.18787E 03	.52016E 03	.41265E 03	.17198E 03
.39569E 05	.50388E 04	.19311E 03	.50422E 03	.38026E 03	.17268E 03
.39818E 05	.54238E 04	.19908E 03	.48828E 03	.35984E 03	.17338E 03
.39331E 05	.49008E 04	.18918E 03	.48828E 03	.35984E 03	.17338E 03

WAERMEUEBERGANGSZAHLEN VERDAMPFER

ALFAA	ALFAI	WDZ	TIS	TIT	PIT
.40074E 05	.28707E 05	.43977E 03	.47233E 03	.35248E 03	.17402E 03
.40333E 05	.40018E 05	.47480E 03	.45636E 03	.35254E 03	.17402E 03
.40598E 05	.42727E 05	.43451E 03	.44033E 03	.35259E 03	.17402E 03
.40867E 05	.39630E 05	.48230E 03	.42441E 03	.35264E 03	.17402E 03
.41139E 05	.28094E 05	.45174E 03	.40844E 03	.35269E 03	.17402E 03
.40602E 05	.35343E 05	.46662E 03	.40844E 03	.35269E 03	.17402E 03

WAERMEUEBERGANGSZAHLEN ECO

ALFAA	ALFAI	WDZ	TIS	TIT	PIT
.41634E 05	.11305E 05	.34153E 03	.38023E 03	.31935E 03	.17439E 03
.41634E 05	.11305E 05	.34153E 03	.38023E 03	.31935E 03	.17439E 03

ERGEBNISSE : THERMODYNAMISCHE BERECHNUNG

DMH2O=0.8874E 06 KG/H
QUD =0.4536E 09 KCAL/H
QUUE =0.1807E 09 KCAL/H
QUV =0.1311E 09 KCAL/H
QUE =0.9175E 08 KCAL/H
WWE =0.1969E 01 M/S
WDN =0.2976E 02 M/S
WNA =0.8073E 00 M/S

T2S =0.4303E 03 C
T3S =0.4005E 03 C
T2T =0.3524E 03 C
T3T =0.3527E 03 C
DTMLU=0.5315E 02 C
DTMLV=0.8135E 02 C
DTMLE=0.5993E 02 C

P1 =0.1702E 03 AT
P2 =0.1737E 03 AT
P3 =0.1743E 03 AT
P4 =0.1745E 03 AT
PSPWE=0.1745E 03 AT
DPU =0.3517E 01 AT
DPV =0.5575E 00 AT
DPE =0.1773E 00 AT
DPGES=0.4251E 01 AT
DPNA =0.9280E-01 AT

RLUE =0.2651E 02 M
RLV =0.9896E 01 M
RLE =0.9379E 01 M
RLGES=0.4579E 02 M
DDR =0.2810E 01 M
GH =0.7949E 01 M
HE =0.1856E 04 M**2
HEK =0.0 DM
ARGN =0.4780E 03
ARR =0.2100E 02

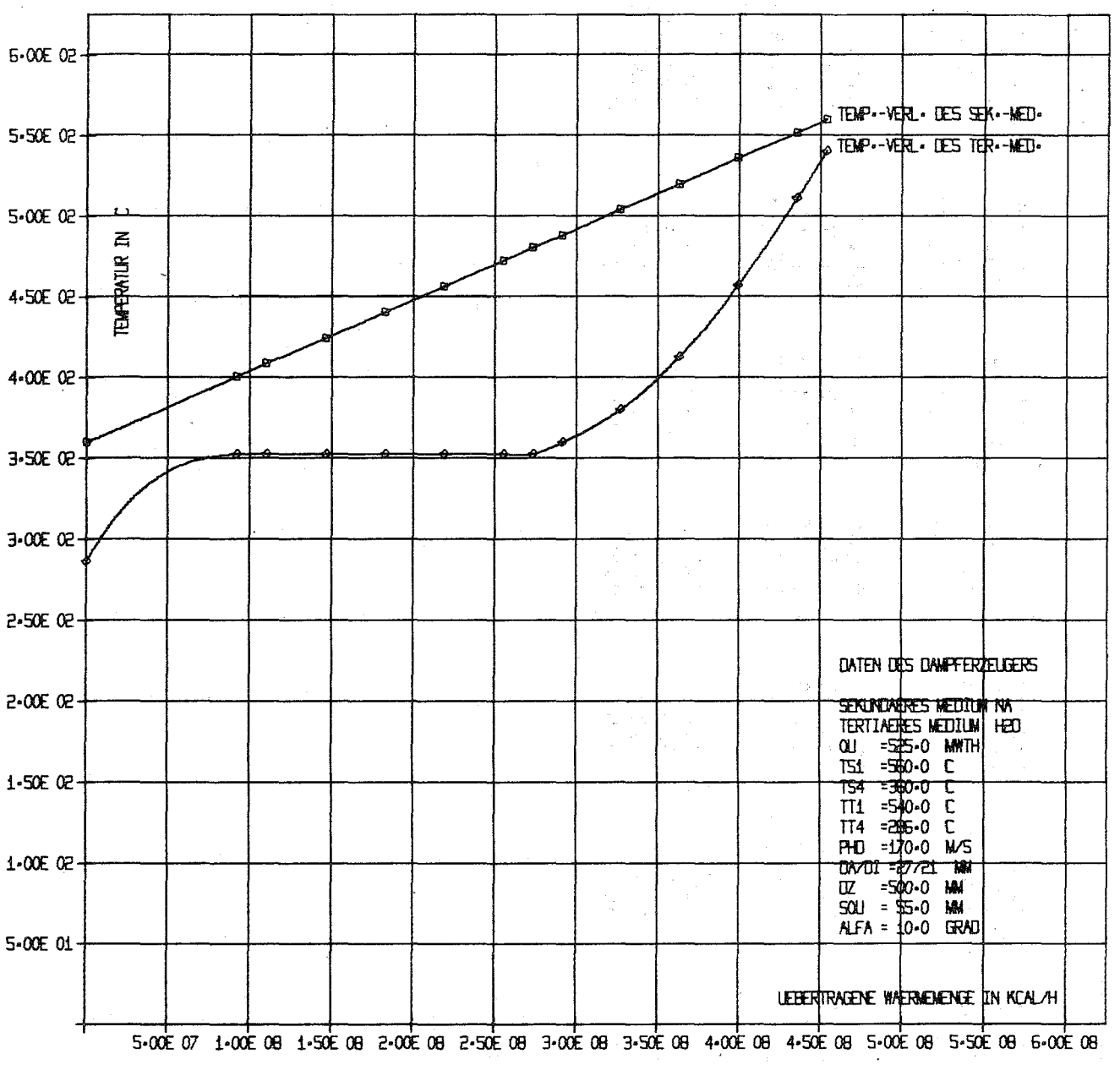
ERGEBNISSE : GEOMETRISCHE DATEN

AR(N)	8.000	9.000	11.000	12.000	14.000	15.000	17.000	18.000	20.000	21.000
W(N)	25.862	21.584	18.520	16.218	14.425	12.989	11.813	10.833	10.002	9.290
TKD(N)	0.555	0.665	0.775	0.885	0.995	1.105	1.215	1.325	1.435	1.545
STT(N)	0.218	0.232	0.221	0.232	0.223	0.231	0.225	0.231	0.225	0.231

AR(N)	23.000	24.000	26.000	27.000	29.000	30.000	32.000	33.000	35.000	36.000
W(N)	8.673	8.132	7.655	7.231	6.851	6.509	6.200	5.919	5.662	5.427
TKD(N)	1.655	1.765	1.875	1.985	2.095	2.205	2.315	2.425	2.535	2.645
STT(N)	0.226	0.231	0.227	0.231	0.227	0.231	0.227	0.231	0.228	0.231

AR(N)	38.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W(N)	5.210	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TKD(N)	2.755	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
STT(N)	0.228	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

TEMP.-VERL. DES TER.-MED.
CALL PLOTA
CALL PLOTA
CALL PLOTA
CALL PLOTA



ABB·00001 Q-T-DIAGRAMM EINES DAMPFERZEUGERS.

```
EINGABEDATEN FUER KPLOT=1
-------------------------
KPLOT=  1      KQTQF=  0
KAC=  3  KWP=  4  KAPKUR=  3  IDPLOT=  0
KX1= 14  KY1= 60  KX2= 14  KY2= 52  KX3= 14  KY3= 48  KX4=  0  KY4=  0  KX5=  0  KY5=  0
KX6=  0  KY6=  0  KX7=  0  KY7=  0  KX8=  0  KY8=  0  KX9=  0  KY9=  0  KX10=  0  KY10=  0
HEIZFLAECHE HF ALS FUNKTION VON WHD
HEIZFL.  HF  IN  M**2
HEISSDAMPFGESCHW.  WHD  IN M/S
DATEN DES DAMPFERZEUGERS
SEKUNDAERES MEDIUM NA
TERTIAERES MEDIUM  H2O
QU   =525.0  MWTH
TS1  =560.0  C
TS4  =360.0  C
TT4  =286.0  C
PHD  =170.0  M/S
DA/DI =27/21  MM
DZ   =500.0  MM
SQU  = 45.0  MM
SL   = 40.0  MM
ALFA = 10.0  GRAD
T.- MAT. X 8 CR NI NB 16 13/ 10CR MO910
HF   =F(WHD,TT1=540.0 C)
```

NA -BEHEIZTER DAMPFERZEUGER

RECHNUNG NR 1

```
EINGABEDATEN
============

DMNA=0.7480E 07 KG/H     MAT   =   21          DA   =0.2700E-01    M     GRH    =0.0            M
QUD =0.0          MW     ARUE  =  5.00          DI   =0.2100E-01    M     FAKEIN=0.1000E 01
T1S =0.5600E 03    C     ARV   =  5.00          DAAR=0.0            M     FRK1   =0.0          DM/M
T4S =0.3600E 03    C     NURUE =    0           DIAR=0.0            M     FRK2   =0.0          DM/M
T1T =0.5400E 03    C     NUREV =    0           SQU =0.4500E-01     M     ROA    =0.1000E 01
T4T =0.2860E 03    C     KUEUEV=    0           SL  =0.4000E-01     M     KPKM   =    1
PHD =0.1700E 03   AT     KDOPPR=    0           DZ  =0.5000E 00     M     DDPM   =0.2000E 01 AT
WHD =0.3000E 02  M/S     DPZUE =  0.0     AT     ALFA=0.1000E 02 GRAD
```

ZWISCHENERGEB. BEI SEGMENTWEISER BERECHNUNG

WAERMEUEBERGANGSZAHLEN UEBERHITZER

ALFAA	ALFAI	WDZ	TIS	TIT	PIT
.48062E 05	.44956E 04	.18323E 03	.55203E 03	.51102E 03	.17057E 03
.48350E 05	.46116E 04	.18542E 03	.53610E 03	.45704E 03	.17126E 03
.48661E 05	.48059E 04	.18936E 03	.52017E 03	.41266E 03	.17194E 03
.48966E 05	.50733E 04	.19470E 03	.50424E 03	.38025E 03	.17263E 03
.49274E 05	.53959E 04	.20078E 03	.48831E 03	.35982E 03	.17331E 03
.48663E 05	.48765E 04	.19070E 03	.48831E 03	.35982E 03	.17331E 03

WAERMEUEBERGANGSZAHLEN VERDAMPFER

ALFAA	ALFAI	WDZ	TIS	TIT	PIT
.49589E 05	.28559E 05	.45041E 03	.47235E 03	.35244E 03	.17393E 03
.49911E 05	.39811E 05	.48732E 03	.45636E 03	.35249E 03	.17393E 03
.50237E 05	.42506E 05	.49749E 03	.44038E 03	.35254E 03	.17393E 03
.50571E 05	.39475E 05	.49505E 03	.42439E 03	.35259E 03	.17393E 03
.50910E 05	.27938E 05	.46265E 03	.40841E 03	.35264E 03	.17393E 03
.50244E 05	.35658E 05	.47859E 03	.40841E 03	.35264E 03	.17393E 03

WAERMEUEBERGANGSZAHLEN ECO

ALFAA	ALFAI	WDZ	TIS	TIT	PIT
.51522E 05	.11752E 05	.34729E 03	.38021E 03	.31932E 03	.17428E 03
.51522E 05	.11752E 05	.34729E 03	.38021E 03	.31932E 03	.17428E 03

ERGEBNISSE : THERMODYNAMISCHE BERECHNUNG

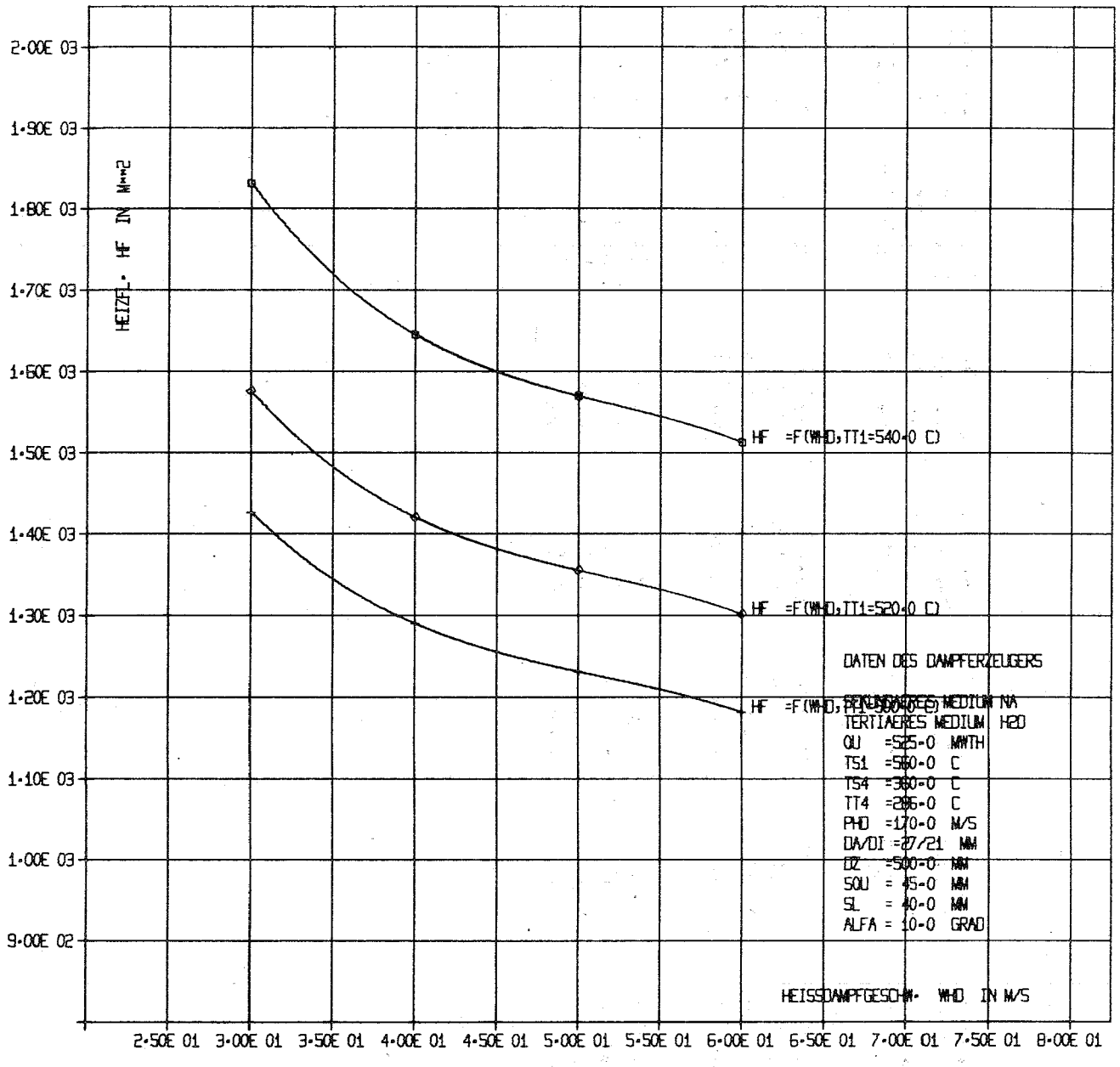
DMH2O	=0.8874E 06	KG/H	T2S	=0.4803E 03	C	P1	=0.1702E 03	AT	RLUE	=0.2613E 02	M
QUD	=0.4536E 09	KCAL/H	T3S	=0.4004E 03	C	P2	=0.1737E 03	AT	RLV	=0.9590E 01	M
QUUE	=0.1807E 09	KCAL/H	T2T	=0.3524E 03	C	P3	=0.1742E 03	AT	RLE	=0.9156E 01	M
QUV	=0.1813E 09	KCAL/H	T3T	=0.3526E 03	C	P4	=0.1744E 03	AT	RLGES	=0.4488E 02	M
QUE	=0.9166E 08	KCAL/H	DTMLU	=0.5816E 02	C	PSPWE	=0.1744E 03	AT	DDR	=0.2570E 01	M
WWE	=0.1957E 01	M/S	DTMLV	=0.3138E 02	C	DPU	=0.3436E 01	AT	GH	=0.7791E 01	M
WDN	=0.2958E 02	M/S	DTMLE	=0.5993E 02	C	DPV	=0.5376E 00	AT	HF	=0.1831E 04	M**2
WNA	=0.1236E 01	M/S				DPE	=0.1716E 00	AT	HFK	=0.0	DM
						DPGES	=0.4145E 01	AT	ARGN	=0.4810E 03	
						DPNA	=0.2835E 00	AT	ARR	=0.2300E 02	

ERGEBNISSE : GEOMETRISCHE DATEN

AR(N)	7.000	9.000	10.000	11.000	12.000	14.000	15.000	16.000	17.000	18.000
W(N)	25.814	22.155	19.405	17.262	15.545	14.139	12.966	11.973	11.121	10.383
TKD(N)	0.545	0.635	0.725	0.815	0.905	0.995	1.085	1.175	1.265	1.355
STT(N)	0.245	0.222	0.228	0.233	0.237	0.223	0.227	0.231	0.234	0.236

AR(N)	20.000	21.000	22.000	23.000	25.000	26.000	27.000	28.000	30.000	31.000
W(N)	9.736	9.165	8.658	8.203	7.794	7.424	7.087	6.780	6.498	6.239
TKD(N)	1.445	1.535	1.625	1.715	1.805	1.895	1.985	2.075	2.165	2.255
STT(N)	0.227	0.230	0.232	0.234	0.227	0.229	0.231	0.233	0.227	0.229

AR(N)	32.000	33.000	34.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W(N)	5.999	5.778	5.572	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TKD(N)	2.345	2.435	2.525	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
STT(N)	0.230	0.232	0.233	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



ABB·00001 HEIZFLAECHE HF ALS FUNKTION VON WHD

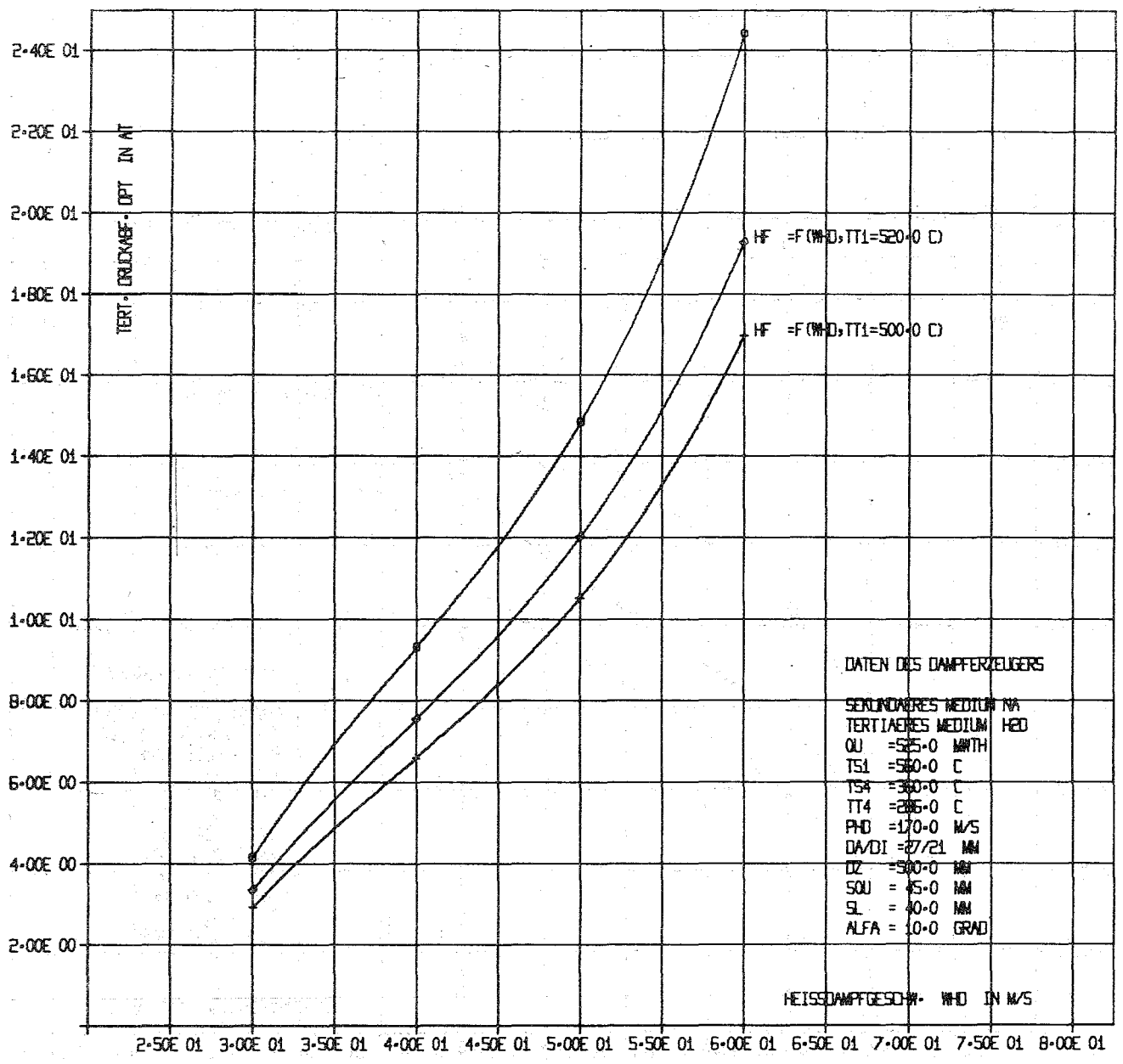
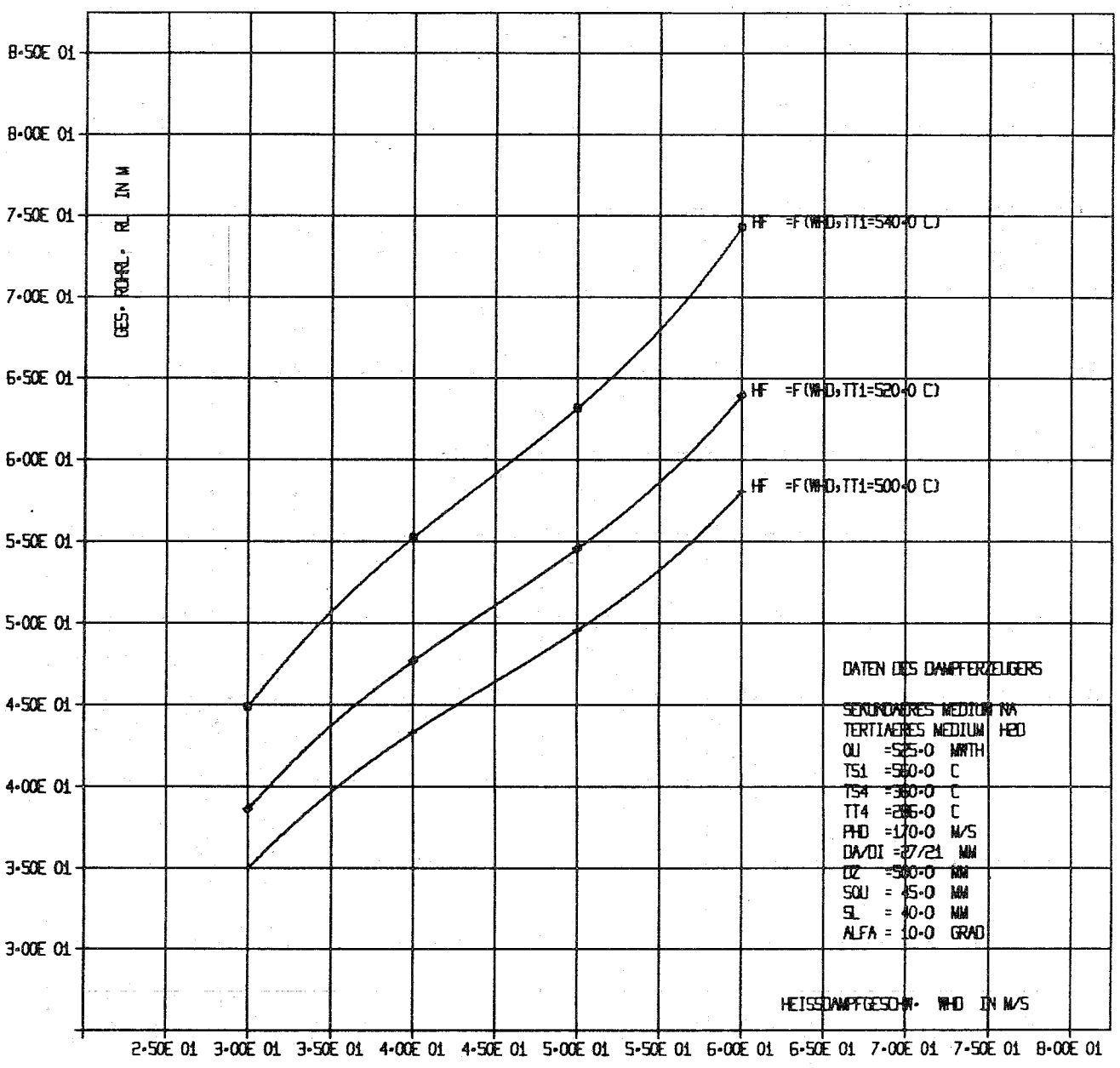


ABB.00002 TERT. DRUCKABFALL DPT ALS FUNKTION VON WHD



ABB·00003 GES· ROHRLAENGE RL ALS FUNKTION VON WHD

7.2 FØRTRAN-Listen des MAIN-PRØGRAM und aller Unterprogramme

```
C       PROGRAMM  DERZ 03705
C       RECHENPROGRAMM  ZUR  AUSLEGUNG  VON  DAMPFERZ. FUER VERSCH.
C       PRIMAER-MEDIEN
C       ZURZEIT KOENNEN FUER FOLGENDE  PRIM.-MEDIEN DAMPFERZ. - AUSLEG.
C       DURCHGEFUEHRT WERDEN
C       1.  NA
C       2.  HE
C       3.  CO2
C       4.  H2O  V.
C*************************************************************************
C*************************************************************************
C*************************************************************************
        DIMENSION KX(10),KY(10),MADB(15),MOB(10),MAB(10),
       1MTEX1(10),MTEX2(10),MTEX3(10),MTEX4(10),MTEX5(10),MTEX6(10),
       1MTEX7(10),MTEX8(10),MTEX9(10),MTEX10(10),MTEX11(10),MTEX12(10),
       1MTEX13(10),MTEX14(10),MKB(10) ,NXXXT(10),XY(268),X(50),Y(50),
       1XMA(10),XMI(10),YMA(10),YMI(10),DUMMY1(524)
        COMMON KWP,KAD,KAPKUR,KX,KY,XMA,XMI,YMA,YMI,NP1,KRAS,KBESHI,
       1IDPLOT,INDZ,
       1MADB,MKB,MOB,MAB,MTEX1,MTEX2,MTEX3,MTEX4,MTEX5,MTEX6,MTEX7,
       1MTEX8,MTEX9,MTEX10,MTEX11,MTEX12,MTEX13,MTEX14
C*************************************************************************
C*************************************************************************
C*************************************************************************
        COMMON ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,NURUE,NUREV,NR,
       1DMNA,T1S,T4S,T1T,T4T,PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL,
       2DZ,ALFA,GRH,FRK1,ROA,Q,QUD,QUUE,QUV,QUE,T2S,T3S,T2T,T3T,P1,P2,P3,
       3P4,PSPWE,DTMLUE,DTMLV,DTMLE,RLUE,RLV,RLE,RLGES,DPU,DPV,DPE,DPH2O,
       4WHDN,WWEE,WNA,DD(50),AR(50),ST(50),WZ(50),DDR,ARGN,ARR,GH,HF,HFK,
       5FFK2,DMH2O,FAKEIN,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE,DPNA,KPKM,DDPM,KQTQF
C
C
C       DAS FELD DUMMY1 WURDE EINGEFUEHRT,UM DEN COMMON SPEICHER AUF
C       NULL ZU SETZEN
C
C
          DIMENSION TSD(25),TTD(25),QUWD(25)
        EQUIVALENCE (DUMMY1(1),KWP)
        LOGICAL*1 SELI(4)
        CALL $ERROR(4,5000,0,0,0,0,0,200,200,200,200,200,1000,1000,1000,
       1  1000,1000,.TRUE.)
        DO 20001 I=1,524
20001   DUMMY1(I)=0.
        NR=0
        REWIND 8
C*************************************************************************
C*************************************************************************
C*************************************************************************
        REWIND 1
        REWIND 2
        REWIND 3
  901   LL=0
        KKKDIA=0
        KZIND=0
        KZIAD=1
        INDZ=1
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
        READ(5,40000)KPLOT,KQTQF
```

```
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      WRITE(6,40039)
40039 FORMAT(1H ,25HEINGABEDATEN FUER KPLOT=1)
      WRITE(6,121)
  121 FORMAT(1H ,25H-------------------------)
      WRITE(6,40040)KPLOT,KQTQF
40040 FORMAT(1H ,6HKPLOT=I3,5X,6HKQTQF=I3)
40000 FORMAT(6G12.6)
C     KPLOT          STEUERGROESSE
C                    KPLOT=0  KEINE AUFBEREITUNG ZUM PLOTEN
C                    KPLOT=1        AUFBEREITUNG ZUM PLOTEN U. DRUCKEN
C                    KPLOT=2        NUR AUFBEREITUNG ZUM PLOT
C     KQTQF          STEUERGROESSE
C                    KQTQF=0  OHNE Q-T-DIAGRAMM
C                    KQTQF=1  MIT  Q-T-DIAGRAMM
C                    KQTQF=2  FOLGEDIAGRAMME
C                    IN DIESEM FALLE MUSS  KAD=1  SEIN
      IF(KPLOT)40002,40002,40001
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
40001 READ(5,40000)KAD,KWP,KAPKUR,IDPLOT
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      WRITE(6,40041)KAD,KWP,KAPKUR,IDPLOT
40041 FORMAT(1H ,4HKAD=I3,6H  KWP=I3,9H  KAPKUR=I3,9H  IDPLOT=I3)
C     KAD            STEUERGROESSE  (MAX.KAD=10)
C                    KAD   ANZAHL DER AUS EINER  PARAMETERVARIATION
C                    ZU ERSTELLENDEN DIAGRAMME
C     KWP            STEUERGROESSE
C                    KWP  ANZAHL DER ZU RESERVIERENDEN PUNKTEPAARE
C                    PRO KURVE  (MAX. 50 PUNKTE)
C     KAPKUR         STEUERGROESSE   (MAX. KAPKUR=9 )
C                    ANZAHL DER KURVEN PRO DIAGRAMM
C     IDPLOT         ABBILDUNGS NR.
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ(5,40000)(KX(I),KY(I),I=1,3)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
C     KX(I)          STEUERGROESSE ZUR AUSWAHL DER ABZISSENWERTE
C     MAX. 10 WERTE PRO PARAMETERVARIATION
C     KY(I)          STEUERGROESSE ZUR AUSWAHL DER ORDINATENWERTE
C     MAX. 10 WERTE PRO PARAMETERVARIATION
      IF(KAD-3)40003,40003,40004
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
40004 READ(5,40000)(KX(I),KY(I),I=4,6)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      IF(KAD-6)40003,40003,40011
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
40011 READ(5,40000)(KX(I),KY(I),I=7,9)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      IF(KAD-10)40003,40005,40005
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
40005 READ(5,40000)(KX(I),KY(I),I=10,KAD)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
40003 WRITE(6,40042)(KX(I),KY(I),I=1,5)
40042 FORMAT(1H ,4HKX1=I3,6H  KY1=I3,6H  KX2=I3,6H  KY2=I3,6H  KX3=I3,6H
     1  KY3=I3,6H  KX4=I3,6H  KY4=I3,6H  KX5=I3,6H  KY5=I3)
      WRITE(6,40043)(KX(I),KY(I),I=6,10)
40043 FORMAT(1H ,4HKX6=I3,6H  KY6=I3,6H  KX7=I3,6H  KY7=I3,6H  KX8=I3,6H
     1  KY8=I3,6H  KX9=I3,6H  KY9=I3,7H  KX10=I3,7H  KY10=I3)
C     ALLGEMEINE DIAGRAMM-BESCHRIFTUNG
```

```
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ(5,40006)(MADB(I),I=1,15)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
40006 FORMAT(15A4)
C     ORDINATEN-BESCHRIFTUNG
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ(5,40007)(MOB(I),I=1,10)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
C     ABZISSEN-BESCHRIFTUNG
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ(5,40007)(MAB(I),I=1,10)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      WRITE(6,40044)(MADB(I),I=1,15)
40044 FORMAT(1H ,15A4)
      WRITE(6,40045)(MOB(I),I=1,10)
40045 FORMAT(1H ,10A4)
      WRITE(6,40045)(MAB(I),I=1,10)
C     BESCHRIFTUNGSFELD FUER PARAMETER
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ(5,40007)(MTEX1(I),I=1,10)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
40007 FORMAT(10A4)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ(5,40007)(MTEX2(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX3(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX4(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX5(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX6(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX7(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX8(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX9(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX10(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX11(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX12(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX13(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX14(I),I=1,10)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      WRITE(6,40045)(MTEX1(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX2(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX3(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX4(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX5(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX6(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX7(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX8(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX9(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX10(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX11(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX12(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX13(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX14(I),I=1,10)
      NP1=0
      KRAS=0
      KBESHI=0
40034 IF(KPLOT)40002,40002,40008
40008 IF(KZIND)40009,40009,40002
C     KURVEN-BESCHRIFTUNG
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
```

```
40009 READ(5,40007)(MKB(I),I=1,10)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      WRITE(6,40045)(MKB(I),I=1,10)
C*****************************************************************
C*****************************************************************
C*****************************************************************
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
40002 READ (5,40000)        DMNA,QUD,T1S,T4S,T1T,T4T
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      DO 15000 NS = 1,4
15000 SELI(NS) = .FALSE.
C     IF(DMNA=0.  UND     QUD=0.)  CALL EXIT
C     DMNA   IN  KG/H  NATRIUMDURCHSATZ  DAMPFERZEUGER
C                      BEI  EINGABE  VON  DMNA  MUSS  QUD=0.  SEIN
C     QUD    IN  MW    THERMISCHE LEISTUNG DES DAMPFERZEUGERS
C                      BEI  EINGABE  VON  QUD  MUSS  DMNA=0.  SEIN
C     T1S    IN  C     SEKUNDAERE NA-EINTRITTSTEMPERATUR
C     T4S    IN  C     SEKUNDAERE NA-AUSTRITTSTEMPERATUR
C     T1T    IN  C     H2O-AUSTRITTSTEMPERATUR
C     T4T    IN  C     H2O-EINTRITTSTEMPERATUR
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ (5,40000)PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,NURUE
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
C     PHD    IN  AT    DRUCK  AM  UEBERHITZERAUSTRITT
C     WHD    IN  M/S   GESCHWINDIGKEIT AM UEBERHITZERAUSTRITT
C     MAT              MATERIALKENNZIFFER  1 = 10 CR MO NB 9 10
C                                          2 = X 8 CR NI NB 16 13
C                                          21= UEBH. MAT=2, VERD.+EC.MAT=1
C     ARUE             ANZAHL DER RECHENSCHRITTE IN DER UEBERH.-ZONE(MAX.10)
C     ARV              ANZAHL DER RECHENSCHRITTE IN DER VERD.-ZONE  (MAX.10)
C     NURUE       STEUERGROESSE
C                 MOEGLICHE  VARIANTEN   NURUE=0
C                                        NURUE=1
C     NURUE=1          SEPARATE BERECHNUNG DES UEBERHITZERS
      IF(DMNA)2,2,400
    2 IF(QUD)900,900,400
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
  400 READ (5,40000)NUREV,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
C     NUREV       STEUERGROESSE
C                 MOEGLICHE  VARIANTEN   NUREV=0
C                                        NUREV=1
C     NUREV=1          SEPARATE BERECHNUNG DES ECO U. VERDAMPFER
C     KUEUEV      STEUERGROESSE
C                 KUEUEV=1  FOLGERECHNUNG  FUER NUREV=1 MIT  UEBERNAHME
C                 VON  DMH2O  DER RECHNUNG MIT NURUE=1
C                 WENN FOLGERECHNUNG, DANN BEI VORHERGEHENDER RECHNUNG DES
C                 UEBERH. T4T KLEINER  TS(P2)  EINGEBEN
C                 WENN KUEUEV=1 MUSS IM READ DMNA=0. GESETZT WERDEN
C                 KUEUEV=0  KEINE FOLGERECHNUNG
C     KDOPPR         STEUERGROSSE
C                    KDOPPR=1  DOPPELROHRAUSF. MIT HE ALS INERTGAS
C                              WENN KDOPPR=1 MUESSEN DAAR U. DIAR ANG. WE.
C                    KDOPPR=0  EINWANDIGE AUSFUEHRUNG
C     DPZUE          DRUCKABFALL ZW. UEBERH. U. VERD. WENN KUEUEV=1
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ (5,40000)DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
```

```
C       DA      IN  M       AUSSENDURCHMESSER  EINES  TAUSCHERROHRES
C       DI      IN  M       INNENDURCHMESSER  EINES  TAUSCHERROHRES
C       DAAR    IN  M       AUSSEND. D. AESSEREN ROHRES WENN KDOPPR=1
C       DIAR    IN  M       INNEND.  D. AESSEREN ROHRES WENN KDOPPR=1
C       SQU     IN  M       QUERTEILUNG
C       SL      IN  M       LAENGSTEILUNG
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
        READ (5,4000)DZ,ALFA,GRH,FAKEIN,FRK1,FRK2
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
C       DZ      IN  M       DURCHMESSER  DES  ZENTRALROHRES
C       ALFA    IN  GRAD    STEIGUNGSWINKEL  EINES  ROHRWENDELS
C       GRH     IN  M       GASRAUMHOEHE
C       FAKEIN              FAKTOR  FUER  EINBAUTEN  AUF  DER  MANTELSEITE
C       FRK1    IN  DM/M    KOSTENFAKTOR  FUER  1 M  TAUSCHERROHR  MAT=1
C       FRK2    IN  DM/M    KOSTENFAKTOR  FUER  1 M  TAUSCHERROHR  MAT=2
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
        READ (5,4000)ROA,KPKM,DDPM
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
C                           ROA=1  GEWENDELTES ROHRBUENDEL
C                           ROA=2  GERADROHRBUENDEL
C       KPKM                STEUERGROESSE
C                           KPKM=1   NA   =PRIMAERES MEDIUM
C                           KPKM=2   HE   =PRIMAERES MEDIUM
C                           KPKM=3   CO2  =PRIMAERES MEDIUM
C                           KPKM=4   H2OD =PRIMAERES MEDIUM
C       DDPM  IN  AT        DRUCK DES  PRIMAEREN MEDIUMS
        CALL DUPEIN
C*************************************************************************
C*************************************************************************
C*************************************************************************
        KZIND=KZIND+1
C*************************************************************************
C*************************************************************************
C*************************************************************************
        ANN=0.
        RLUE=0.
        RLUEA=50.
        RLV=0.
        RLE=50.
        DPU=0.
        DPV=0.
        SALFAA=0.
        SALFAI=0.
        SWDZ=0.
        DPUEA=1.E+4
        DPVA=1.E+4
        DPEA=1.E+4
        TM=(T1S+T4S)*0.5
        CONCPT=ENTH(T1S,DDPM)-ENTH(T4S,DDPM)
        IF(NUREV)420,420,421
  421   P2=PHD
        P1=PHD
        GO TO 422
  420   P1=PHD+WHD*WHD/(HDV(PHD,T1T)*19.62E+4)
        P2=1.1*P1
  422   P3=1.03*P2
        P4=1.01*P3
        IF(KUEUEV)450,450,451
```

```
C       WENN KUEUEV=1 MUSS IM READ DMNA=0. GESETZT WERDEN
  451 DMNA=0.
      PHD=P2A+DPZUE
      P2=PHD
      P1=PHD
      QUD=DMH2O*(HDI(PHD,TS(PHD))-WI(P4,T4T))/8.6E+5
  450 IF(DMNA)401,401,402
  401 Q=QUD*8.6E+5
      DMNA=Q/CONCPT
      GO TO 3
  402 QUD=DMNA*CONCPT
      Q=QUD
    3  IF(NURUE)413,413,414
  414 P4=P2
      RLE=0.
      TST4T=TS(P4)
      IF(T4T-TST4T)433,433,434
  433 T2T=TST4T
      GO TO 437
  434 T2T=T4T
  437 ET4T=HDI(P4,T2T)
      GO TO 432
  413 T2T=TS(P2)
      IF(NUREV)423,423,424
  424 T1T=T2T
  423 ET4T=WI(P4,T4T)
  432 DMH2O=Q   /(HDI(P1,T1T)-ET4T)
      ARG=(DMH2O*HDV(PHD,T1T))/(2826.*DI*DI*WHD)
      STO=SL/(SIN (0.01745*ALFA))
      DO 4 J=1,50
      DD(J)=0.
      AR(J)=0.
      ST(J)=0.
      IF(J-25)635,635,4
  635 TSD(J)=0.
      TTD(J)=0.
      QUWD(J)=0.
    4 CONTINUE
      ARGN=0.
      DO 5 J=1,50
      ARR=J
      DD(J)=DZ+SQU+2.*SQU*(ARR-1.)
      AR(J)=IFIX (DD(J)*3.1415/STO+0.5)
      ST(J)=DD(J)*3.1415/AR(J)
      ARGN=ARGN+AR(J)
      IF((ARG-ARGN)-AR(J)*0.25)6,6,7
    7 IF(50-J)8,8,5
    5 CONTINUE
    8 PRINT 100
  100 FORMAT(1H ,14HKOM.  1  03705)
C     KOM.  1=SPEICHER- KAPAZITAET  VON  50  ROHRREIHEN UEBERSCHRITTEN
      GO TO 40034
    6 CONW=2826.*DI*DI*ARGN
      WHDN=DMH2O*HDV(PHD,T1T)/CONW
      IF(NURUE)435,435,436
  435 WWEE=DMH2O*WV(P4,T4T)/CONW
  436 DDR=DZ+2.*SQU+2.*SQU*(ARR-1.)
      IF(KDOPPR)320,320,321
```

```
  320 DR=DA
      GO TO 322
  321 DR=DAAR
  322 IF(ROA-1.)17,17,18
   17 FSEK=(DZ+DDR)*1.57075*(SQU-DR)*(ARR)*FAKEIN
      GO TO 19
   18 FSEK=0.785*((DDR*DDR-DZ*DZ)-DR* DR*ARGN)*FAKEIN
C     LIM    =1    UEBERHITZER   STATEMENT-NR. GLEICH   GROESSER 1000
C     LIM    =2    VERDAMPFER    STATEMENT-NR. GLEICH   GROESSER 2000
C     LIM    =3    ECO           STATEMENT-NR. GLEICH   GROESSER 3000
   19 LIM=1
      QUUE=DMH2O*(HDI(P1,T1T)-HDI(P2,T2T))
      QUUEN=QUUE/ARUE
      T1TN=T1T
      P1N=P1
      T1TNA=T1TN
      P1A=P1
      NN=IFIX (ARUE)
      RL=5.
      T2S=T1S-(T1S-T4S)*QUUE/Q
      DTK=T1S-T1T
      IF(NUREV)500,500,426
  426 LIM=2
      GO TO 412
  500 DO 10 I=1,NN
  425 IF(LIM-2)1002,2002,3002
 1002 T1SN=T1S-((T1S-T2S)/ARUE)*FLOAT (I)
      ENTN=HDI(P1N,T1TN)-QUUEN/DMH2O
      P1N=P1+((P2-P1)/ARUE)*FLOAT (I)
      T1TN= TPE(P1N,ENTN)


      DTML=((T1SN-T1TN)-DTK)/(ALOG((T1SN-T1TN)/DTK))
      DTK=T1SN-T1TN
      TM=T1SN+(T1S-T2S)/(ARUE*2.)
      TIS=TM
  504 GANAM =GANA   (TM,DDPM)
      CPNAM =CPNA   (TM,DDPM)
      WLNAM =WLNA   (TM,DDPM)
      FNUEM =FNUENA(TM,DDPM)
      WNA=DMNA/(3600.*GANAM     *FSEK)
      IF(ROA-1.)560,560,561
  561 DH=((DDR*DDR-DZ*DZ)-DR*DR*ARGN)/(DR*ARGN)
      GO TO 563
  560 DH=DR
  563 REW=WNA*DH/FNUEM
      PR=3600.*FNUEM*CPNAM*GANAM/WLNAM
      PE=REW*PR
      IF(ROA-1.)14,14,15
   14 IF(KPKM.EQ.1) GO TO629
      WNU=0.32*REW**0.61*PR**0.31
      GO TO 16
  629 WNU=SQRT (PE)
      GO TO 16
   15 IF(KPKM.EQ.1) GO TO 630
      WNU=1.16*DH**0.6*REW**0.6*PR**0.33
      GO TO  16
  630 WNU=7.+3.8*(SL/DR)**1.52+0.027*(SL/DR)**0.27*PE**0.8
```

```
   16 ALFAA=WNU*WLNAM/DH
      IF(MAT-1 )11,11,12
   11 MAT1=1
      FLA =WAERM(TM,MAT1)
      ARK=4.E-5
C     ABSOLUTE  RAUHIGKEIT  DER  ROHRE  AUS  WERKSTOFF  10 CR MO NB 9 10
C     IN  M
      GO TO 20
   12 IF(MAT-2)13,13,9
   13 MAT1=2
      FLA =WAERM(TM,MAT1)
      ARK=5.E-6
C     ABSOLUTE  RAUHIGKEIT  DER  ROHRE  AUS  WERKSTOFF  X 8 CR NI NB 16
C     13  IN  M
      GO TO 20
    9 IF(LIM-1)13,13,11
   20 IF(LIM-2)1000,2000,3000
 1000 T1TNW=T1TN+(T1TNA-T1TN )*0.5
      TIT=T1TNW
C     ****
      IF(I-1)610,610,611
  610 TSD(1)=T1S
      TTD(1)=T1T
      QUWD(1)=Q
      QUWD(2)=QUWD(1)-QUUEN*0.5
  611 TSD(I+1)=TIS
      TTD(I+1)=TIT
      IF(I-2)612,613,613
  613 QUWD(I+1)=QUWD(I)-QUUEN
      IF(NURUE)612,612,618
  618 QUWD(NN+2)=0.
      TSD(NN+2)=T2S
      TTD(NN+2)=T2T
C     ****
  612 TM=(TM+T1TNW)*0.5
      T1TNA=T1TN
      PM=P1N-(P1N-P1A)*0.5
      PIT=PM
      P1A=P1N
      Z=2.
      ETAUE=ETA(PM,TM,Z )
      REW=DMH2O*DI/(CONW*ETAUE*9.81)
      PR=3600.*9.81*ETAUE*(HDI(PM,(TM+2.))-HDI(PM,(TM-2.)))/(4.*FLAM(PM,
     1TM,Z))
      W=DMH2O*HDV(PM,T1TNW)/CONW
      WNU=0.024*REW**0.786*PR**0.45*(1.+(DI/RLUEA)**0.66666)
      ALFAI=WNU*FLAM(PM,TM,Z)/DI
      FFU=1.1E-12
      FFA=FFU
 4001 IF(KDOPPR)4000,4000,324
  324 FLAHE=WLHEV((TM+273.16),5.*1.0E+5)*0.86
      WDZ=3.1415/(1./(ALFAI*DI )+ALOG(DA /DI )/(2.*FLA)+ALOG(DIAR/DA  )/
     1(2.*FLAHE)+ALOG(DAAR/DIAR)/(2.*FLA)+1./(ALFAA*DAAR)+FFA)
      GO TO 323
 4000 WDZ=3.1415/(1./(ALFAI*DI)+FFA+ALOG(DA/DI)/(2.*FLA )+1./(ALFAA*DA))
  323 IF (.NOT.SELI(1)) GO TO 7001
 7000 SALFAA=SALFAA+ALFAA
      SALFAI=SALFAI+ALFAI
```

```
      SWDZ=SWDZ+WDZ
      GO TO 7002
 7003 ANN=NN
      ALFAA=SALFAA/ANN
      ALFAI=SALFAI/ANN
      WDZ=SWDZ/ANN
 7002 WRITE(8) ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,TIS, TIT,PIT
      SELI(1) = .TRUE.
      IF(I-NN)7001,7004,7004
 7004 IF(ANN)7001,7003,7001
 7001 CKSIR=CKSI(ARK,DI,REW)
      IF(ROA-1.)24,24,25
   24 CKSIR=CKSIR*(1.+3.74*DI/((DZ+DDR)*0.5))
   25 IF(LIM-2)1001,2001,3001
 1001 RL=QUUE/(ARUE*ARGN*WDZ*DTML)
      DP=CKSIR*RL*W*W /(DI*HDV(PM, T1TNW)*19.62E+4)
      RLUE=RLUE+RL
      DPU=DPU+DP
      GO TO 10
 2002 T1SN=T2S-((T2S-T3S)/ARV)*FLOAT (I)
      T1TN=T2T+((T3T-T2T)/ARV)*FLOAT (I)
      TIT=T1TN
      DTML=(DTG-(T1SN-T1TN))/(ALOG(DTG/(T1SN-T1TN)))
      DTG=T1SN-T1TN
      TM=T1SN+(T2S-T3S)/(ARV*2.)
      TIS=TM
C     ****
      K11=IFIX(ARUE)+1
      IF(I-1)614,614,615
  614 TSD(K11+1)=T2S
      TTD(K11+1)=T2T
      QUWD(K11+1)=QUWD(K11)-QUUEN*0.5
      QUWD(K11+2)=QUWD(K11+1)-QUV/(ARV*2.)
  615 TSD(K11+1+I)=TIS
      TTD(K11+1+I)=TIT
      IF(I-2)504,617,617
  617 QUWD(K11+1+I)=QUWD(K11+I)-QUV/ARV
C     ****
      GO TO 504
 2000 PM=(P3+P2)*0.5
      PIT=PM
      ZST=1.
      ZS=2.
      ETAST=ETA(P3,T3T,ZST)
      REW=DMH2O*DI/(CONW*ETAST*9.81)
      PR=3600.*9.81*ETAST*(WI(P3,T3T)-WI(P3,(T3T-3.)))/(3.*FLAM(P3,T3T,Z
     1))
      IF(I-1)2008,2008,2003
 2003 XST=XST-1./ARV
 2008 ALFFL=0.023*FLAM(P3,T3T,Z)/DI*REW**0.8*PR**0.4*(1.-XST)**0.8
      ALFAI=3.4*ALFFL*(SQRT (HDV(P2,T2T)/WV(P3,T3T))*(ETA(P2,T2T,ZS)/ETA
     1ST)**0.1*(XST/(1.-XST))**0.9)**0.45
      FFV=1.2E-12
      FFA=FFV
      GO TO 4001
 2001 RL=QUV/(ARV*ARGN*WDZ*DTML)
      RLV=RLV+RL
      GPROF=DMH2O/(0.785*DI*DI*ARGN)
```

```
      DPO=      CKSIR*RL  *WV(P3,T3T)*(DMH2O/CONW)**2/(DI*19.62E+4)
      DP=    DRUVER(PM,XST,DPO,GPROF,ARV)
      DPV=DPV+DP
      GO TO 10
 3002 DTML=((T4S-T4T)-(T3S-T3T))/ALOG((T4S-T4T)/(T3S-T3T))
      DTMLE=DTML
      GO TO 504
 3000 PM=(P3+P4)*0.5
      PIT=PM
      TMWE=(T3T+T4T)*0.5
      TIS=TM
      TM=TMWE
      TIT=TM
C     ****
      K22=K11+IFIX(ARV)+1
      TSD(K22+1)=T3S
      TSD(K22+2)=T4S
      TTD(K22+1)=T3T
      TTD(K22+2)=T4T
      QUWD(K22+1)=QUWD(K22)-QUV/(ARV*2.)
      QUWD(K22+2)=0.
C     ****
      REW=DMH2O*DI/(CONW*ETA(PM,TM,Z )*9.81)
      PR=3600.*9.81*ETA(PM,TM,Z )*(WI(PM,(TM+2.))-WI(PM,(TM-2.)))/(4.*FL
     1AM(PM,TM,Z))
      WNU=0.037*(1.+(DI/RLE)**0.6666)*(REW**0.75-180.)*PR**0.45
      ALFAI=WNU*FLAM(PM,TM,Z)/DI
      FFE=1.3E-12
      FFA=FFE
      GO TO 4001
 3001 RLE=QUE/(ARGN*WDZ*DTML)
      DPE=CKSIR*RLE*WV(PM,TMWE)*(DMH2O/CONW)**2/(DI*19.62E+4)
      P4=P3+DPE
      PSPWE=P4+0.5*WWEE*WWEE/(WV(P4,T4T)*19.62E+4)
   10 CONTINUE
      LIM=LIM+1
      RLUEA=RLUE
      ANN=0.
      SALFAA=0.
      SALFAI=0.
      SWDZ=0.
  412 IF(LIM-3)501,501,404
  501 IF(LIM-2)503,503,505
  503 NN=IFIX (ARV)
      P2=P1+DPU
      IF(NURUE)410,410,411
  411 LIM=4
      GO TO 412
  410 T2T=TS(P2)
      T3T=TS(P3)
      QUV=DMH2O*(HDI(P2,T2T)-WI(P3,T3T))
      DTG=T2S-T2T
      T3S=T1S-(T1S-T4S)*(QUUE+QUV)/Q
      XST=1.-0.5/ARV
      Z=1.
      GO TO 500
  505 P3=P2+DPV
      T3T=TS(P3)
```

```
      NN=1
      QUE=Q  -(QUUE+QUV)
      TM=(T3S+T4S)*0.5
      Z=1.
      GO TO 500
  404 IF (SELI(1)) GO TO 6000
 6001 IF(NUREV)427,427,5003
  427 DPUE=P2 -P1
      ISEK=1
C     SEKTION  1  UEBERHITZER
      IF(DPUEA-DPUE)5100,5001,5001
 5100 IF(ABS (DPUEA-DPUE)-0.35)5001,5001,5000
 5001 IF((DPUEA-DPUE)-0.35)5003,5003,5004
 5004 DPUEA=DPUE
      DPUVEA=DPUE
      P2A=P2
 1999 RLUE=0.
      DPU=0.
      RLV=0.
      DPV=0.
      GO TO 3
 5000 PRINT 5002,DPUVEA,DPUE,ISEK
 5002 FORMAT(1H ,6HDPA  =F8.4,3X,10HAT   DPN =F8.4,3X,2HAT,3X,24HKEINE
     1KONVERGENZ  ISEK=I3)
      IF(ISEK-2)5004,5008,5011
 5003 IF(NURUE)416,416,5010
  416 DPUE=P3 -P2
      ISEK=2
C     SEKTION  2  VERDAMPFER
      IF(DPVA -DPUE)5101,5006,5006
 5101 IF(ABS (DPVA -DPUE)-0.25)5006,5006,5000
 5006 IF((DPVA -DPUE)-0.25)5007,5007,5008
 5008 DPVA=DPUE
      DPUVEA=DPUE
      P3A=P3
      GO TO 1999
 5007 DPUE=P4 -P3
      ISEK=3
C     SEKTION  3  ECO
      IF(DPEA -DPUE)5102,5009,5009
 5102 IF(ABS (DPEA -DPUE)-0.25)5009,5009,5000
 5009 IF((DPEA -DPUE)-0.25)5010,5010,5011
 5011 DPEA=DPUE
      DPUVEA=DPUE
      P4A=P4
      GO TO 1999
 5010 SELI(1) = .TRUE.
      GO TO 1999
 6000 SELI(1) =  .FALSE.
      IF(NURUE)440,440,430
  440 DTMLV=((T2S-T2T)-(T3S-T3T))/ALOG((T2S-T2T)/(T3S-T3T))
      IF(NUREV)430,430,431
  430 DTMLUE=((T2S-T2T)-(T1S-T1T))/ALOG((T2S-T2T)/(T1S-T1T))
  431 RLGES=RLE+RLV+RLUE
      GH=RLGES*SIN (0.01745*ALFA)+GRH
      HF=DR*3.1415*ARGN*(RLGES+GRH)
      IF(MAT-2)6110,6100,6112
 6110 FRK=FRK1
```

```
      GO TO 6111
 6100 FRK=FRK2
 6111 HFK=(RLGES+GRH)*ARGN*FRK
      GO TO 6113
 6112 HFK=ARGN*((RLUE+GRH)*FRK2+(RLV+RLE)*FRK1)
 6113 DPH2O=DPU+DPV+DPE
      TM=(T1S+T4S)*0.5
      WNA=DMNA/(3600.*GANA(TM,DDPM)*FSEK)
      KORA=1
      AW=SQU/DA
      BW=SL/DA
      BETAW=90.-ALFA
      REW=WNA*DH/FNUENA(TM,DDPM)
      IF(ROA-1.)2010,2010,2011
 2010 ZETAW=ZETA(KORA,REW,AW,BW,BETAW)
      N=IFIX (ARR)
      DO 710 I=1,50
  710 WZ(I)=0.
      DO 700 I=1,N
      L=I
  700 WZ(I)=RLGES*SQRT (1.-SIN (0.01745*ALFA)**2)/(DD(I)*3.1415)
      AHR=(AR(1)*WZ(1)+AR(L)*WZ(L))*0.5
 2011 STD=GANA(TM,DDPM)*WNA*WNA/(19.62E+4)
      IF(ROA-1.)2013,2013,2014
 2013 DPNA=AHR*ZETAW*STD
      GO TO 2015
 2014 DPNA=RLGES/DH*STD*(0.0224+2./REW**0.32)
 2015 DPNA=DPNA+1.00136*STD+1.00135*STD
C*********************************************************************
C*********************************************************************
C*********************************************************************
      IF(KPLOT-1)40010,40010,40012
C*********************************************************************
C*********************************************************************
C*********************************************************************
40010 CALL OUPAUS
C*********************************************************************
C*********************************************************************
C*********************************************************************
      IF(KPLOT)40002,40002,40012
40012 IF(KQTQF.EQ.0)GO TO 620
      KWP=((ARUE+1.)+(ARV+1.)+2.)
      DO 623 I=1,KWP
      Y(I)=TSD(KWP+1-I)
  623 X(I)=QUWD(KWP+1-I)
      GO TO 621
  620 IF(KAD-1)40013,40013,40035
40035 WRITE(3)ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,NURUE,NUREV,NR,
     1DMNA,T1S,T4S,T1T,T4T,PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL,
     2DZ,ALFA,GRH,FRK1,ROA,QUD,QUUE,QUV,QUE,T2S,T3S,T2T,T3T,P1,P2,P3,
     3P4,PSPWE,DTMLUE,DTMLV,DTMLE,RLUE,RLV,RLE,RLGES,DPU,DPV,DPE,DPH2O,
     4WHON,WWEE,WNA,                                DDR,ARGN,ARR,GH,HF,HFK,
     5FRK2,DMH2O,FAKEIN,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE,DPNA,
     1(MKB(I),I=1,10)
40013 WRITE(1)ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,NURUE,NUREV,NR,
     1DMNA,T1S,T4S,T1T,T4T,PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL,
     2DZ,ALFA,GRH,FRK1,ROA,QUD,QUUE,QUV,QUE,T2S,T3S,T2T,T3T,P1,P2,P3,
     3P4,PSPWE,DTMLUE,DTMLV,DTMLE,RLUE,RLV,RLE,RLGES,DPU,DPV,DPE,DPH2O,
```

```
     4WHDN,WWEE,WNA,                                    DDR,ARGN,ARR,GH,HF,HFK,
     5FRK2,DMH2O,FAKEIN,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE,DPNA,
     1(MKB(I),I=1,10)
      KKKDIA=1
      IF(KZIND-KWP)40034,40015,40015
40033 KZIAD=KZIAD+1
C     ************************
C     ALLGEMEINE DIAGRAMM-BESCHRIFTUNG
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ(5,40006)(MADB(I),I=1,15)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
C     ORDINATEN-BESCHRIFTUNG
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ(5,40007)(MOB(I),I=1,10)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
C     ABZISSEN-BESCHRIFTUNG
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ(5,40007)(MAB(I),I=1,10)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      WRITE(6,40044)(MADB(I),I=1,15)
      WRITE(6,40045)(MOB(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MAB(I),I=1,10)
C     BESCHRIFTUNGSFELD FUER PARAMETER
      IF(KZIAD-1)40016,40017,40016
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
40017 READ(5,40007)(MTEX1(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX2(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX3(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX4(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX5(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX6(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX7(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX8(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX9(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX10(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX11(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX12(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX13(I),I=1,10)
      READ(5,40007)(MTEX14(I),I=1,10)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      WRITE(6,40045)(MTEX1(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX2(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX3(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX4(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX5(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX6(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX7(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX8(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX9(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX10(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX11(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX12(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX13(I),I=1,10)
      WRITE(6,40045)(MTEX14(I),I=1,10)
C     ************************
40016 REWIND 3
40031 REWIND 1
      DO 40018 IRW=1,KWP
```

```
      READ (3)ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,NURUE,NUREV,NR,
     1DMNA,T1S,T4S,T1T,T4T,PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL,
     2DZ,ALFA,GRH,FRK1,ROA,QUD,QUUE,QUV,QUE,T2S,T3S,T2T,T3T,P1,P2,P3,
     3P4,PSPWE,DTMLUE,DTMLV,DTMLE,RLUE,RLV,RLE,RLGES,DPU,DPV,DPE,DPH2O,
     4WHDN,WWEE,WNA,                                  DDR,ARGN,ARR,GH,HF,HFK,
     5FRK2,DMH2O,FAKEIN,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE,DPNA,
     1(MKB(I),I=1,10)
      IF(KAD-1)40018,40018,40019
40019 IF(IRW-1)40020,40020,40021
C     ************************
C     KURVEN-BESCHRIFTUNG
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
40020 READ(5,40007)(MKB(I),I=1,10)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
C     ************************
      WRITE(6,40045)(MKB(I),I=1,10)
      DO 40022 NTEXXX=1,10
40022 NXXXT(NTEXXX)=MKB(NTEXXX)
40021 DO 40023 NTEXXX=1,10
40023 MKB   (NTEXXX)=NXXXT(NTEXXX)
40018 WRITE(1)ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,NURUE,NUREV,NR,
     1DMNA,T1S,T4S,T1T,T4T,PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL,
     2DZ,ALFA,GRH,FRK1,ROA,QUD,QUUE,QUV,QUE,T2S,T3S,T2T,T3T,P1,P2,P3,
     3P4,PSPWE,DTMLUE,DTMLV,DTMLE,RLUE,RLV,RLE,RLGES,DPU,DPV,DPE,DPH2O,
     4WHDN,WWEE,WNA,                                  DDR,ARGN,ARR,GH,HF,HFK,
     5FRK2,DMH2O,FAKEIN,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE,DPNA,
     1(MKB(I),I=1,10)
40015 KIX=KX(KZIAD)
       KIY=KY(KZIAD)
      KZIND=0
      REWIND 1
      DO 40024 I=1,KWP
C*****************************************************************
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ(1)     (XY(II),II=1, 68),(    MKB(N), N=1,10)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
C*****************************************************************
      X(I)=XY(KIX)
40024 Y(I)=XY(KIY)
      REWIND 1
  621 WRITE(2)KWP,(X(I),I=1,KWP),(Y(I),I=1,KWP),(    MKB(N),N=1,10)
      LLL1=KWP+1
      DO 40025 LLL=LLL1,50
40025 X(LLL)=0.
      CALL FMAX(X,50,XKON)
      DO 40026 LLL=LLL1,50
40026 X(LLL)=1.E+40
      CALL FMIN(X,50,XMIN)
      DO 40027 LLL=LLL1,50
40027 Y(LLL)=0.
      CALL FMAX(Y,50,YKON)
      DO 40028 LLL=LLL1,50
40028 Y(LLL)=1.E+40
      CALL FMIN(Y,50,YMIN)
      LL=LL+1
      XMA(LL)=XKON
      XMI(LL)=XMIN
      YMA(LL)=YKON
```

```
      YMI(LL)=YMIN
      IF(KAPKUR-LL)40029,40029,40030
40030 IF(KQTQF.EQ.0) GO TO 622
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      READ(5,40007)(MKB(I),I=1,10)
CR-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----R-----
      WRITE(6,40045)(MKB(I),I=1,10)
      DO 624 I=1,KWP
      Y(I)=TTD(KWP+1-I)
  624 X(I)=QUWD(KWP+1-I)
      GO TO 621
  622 IF(KZIAD-1)40034,40034,40031
40029 CALL PLOTRO
      KKKDIA=0
      LL=0
      NP1=0
      KBESHI=0
      REWIND 2
       IF(KAD-KZIAD)40032,40032,40033
40032 KZIAD=1
C*********************************************************************
C*********************************************************************
      GO TO 40034
C*********************************************************************
C*********************************************************************
  900 IF(KQTQF.EQ.2) GO TO 901
      CALL $STOP
      END
```

```
C       RECHENPROGRAMM  ZUR  AUSLEGUNG  VON  DAMPFERZ. FUER VERSCH.
C       PRIMAER-MEDIEN
C       AUSGABEROUTINE FUER EINGABEDATEN
        SUBROUTINE OUPEIN
C*********************************** ***********************************
C*****************************************************************************
C*****************************************************************************
        DIMENSION KX(10),KY(10),MADB(15),MOB(10),MAB(10),
       1MTEX1(10),MTEX2(10),MTEX3(10),MTEX4(10),MTEX5(10),MTEX6(10),
       1MTEX7(10),MTEX8(10),MTEX9(10),MTEX10(10),MTEX11(10),MTEX12(10),
       1MTEX13(10),MTEX14(10),MKB(10) ,NXXXT(10),XY(268),X(50),Y(50),
       1XMA(10),XMI(10),YMA(10),YMI(10),MXXX1(4),MXXX2(4),MX(4)
        COMMON KWP,KAD,KAPKUR,KX,KY,XMA,XMI,YMA,YMI,NP1,KRAS,KBESHI,
       1IDPLOT,INDZ,
       1MADB,MKB,MOB,MAB,MTEX1,MTEX2,MTEX3,MTEX4,MTEX5,MTEX6,MTEX7,
       1MTEX8,MTEX9,MTEX10,MTEX11,MTEX12,MTEX13,MTEX14
C*****************************************************************************
C*****************************************************************************
C*****************************************************************************
        COMMON ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,NURUE,NUREV,NR,
       1DMNA,T1S,T4S,T1T,T4T,PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL,
       2DZ,ALFA,GRH,FRK1,ROA,Q,QUD,QUUE,QUV,QUE,T2S,T3S,T2T,T3T,P1,P2,P3,
       3P4,PSPWE,DTMLUE,DTMLV,DTMLE,RLUE,RLV,RLE,RLGES,DPU,DPV,DPE,DPH2O,
       4WHDN,WWEE,WNA,DD(50),AR(50),ST(50),WZ(50),DDR,ARGN,ARR,GH,HF,HFK,
       5FRK2,DMH2O,FAKEIN,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE,DPNA,KPKM,DDPM,KQTQF
        DATA MXXX1/'DAMP','FERZ','EUGE','R   '/,MXXX2/'UEBE','RHIT','ZER '
       1,'    '/
        NR=NR+1
        IF(NURUE)6,6,7
    6   DO 10 J=1,4
   10   MX(J)=MXXX1(J)
        GO TO 8
    7   DO 11 J=1,4
   11   MX(J)=MXXX2(J)
    8   GO TO(1,2,3,4),KPKM
    1   WRITE(6,211)MX(1),MX(2),MX(3),MX(4)
  211   FORMAT (1H0/47X,15HNA -BEHEIZTER   ,4A4)
        GO TO 5
    2   WRITE(6,212)MX(1),MX(2),MX(3),MX(4)
  212   FORMAT (1H0/47X,15HHE -BEHEIZTER   ,4A4)
        GO TO 5
    3   WRITE(6,213)MX(1),MX(2),MX(3),MX(4)
  213   FORMAT (1H0/47X,15HCO2-BEHEIZTER   ,4A4)
        GO TO 5
    4   WRITE(6,214)MX(1),MX(2),MX(3),MX(4)
  214   FORMAT (1H0/47X,15HH2O-BEHEIZTER   ,4A4)
    5   PRINT 112,NR
  112   FORMAT(1H0,49X,12HRECHNUNG NR I4)
        PRINT 120
  120   FORMAT(1H0,12HEINGABEDATEN/1H ,12H===========/1H0)
        WRITE(6,1006)DMNA,MAT,DA,GRH
 1006   FORMAT(1H ,5HDMNA=E10.4,5H KG/H,5X,7HMAT    =I5,10X,5HDA   =E10.4,5H
       1     M,5X,7HGRH    =E10.4,5H     M)
        WRITE(6,1007)QUD,ARUE,DI,FAKEIN
 1007   FORMAT(1H ,5HQUD =E10.4,5H    MW,5X,7HARUE   =F6.2,9X,5HDI   =E10.4,5
       1H     M,5X,7HFAKEIN=E10.4)
        WRITE(6,1008)T1S,ARV,DAAR,FRK1
 1008   FORMAT(1H ,5HT1S =E10.4,5H     C,5X,7HARV    =F6.2,9X,5HDAAR=E10.4,5
```

```
     1H     M,5X,7HFRK1  =E10.4,5H DM/M)
      WRITE(6,1009)T4S,NURUE,DIAR,FRK2
1009 FORMAT(1H ,5HT4S =E10.4,5H    C,5X,7HNURUE =I5,10X,5HDIAR=E10.4,5H
     1     M,5X,7HFRK2  =E10.4,5H DM/M)
      WRITE(6,1010)T1T,NUREV,SQU,ROA
1010 FORMAT(1H ,5HT1T =E10.4,5H    C,5X,7HNUREV =I5,10X,5HSQU =E10.4,5H
     1     M,5X,7HROA   =E10.4)
      WRITE(6,1012)T4T,KUEUEV,SL,KPKM
1012 FORMAT(1H ,5HT4T =E10.4,5H    C,5X,7HKUEUEV=I5,10X,5HSL  =E10.4,5H
     1     M,5X,7HKPKM  =I5)
      WRITE(6,1011)PHD,KDOPPR,DZ,DDPM
1011 FORMAT(1H ,5HPHD =E10.4,5H   AT,5X,7HKDOPPR=I5,10X,5HDZ  =E10.4,5H
     1     M,5X,7HDDPM  =E10.4,3H AT)
      WRITE(6,1013)WHD,DPZUE,ALFA
1013 FORMAT(1H ,5HWHD =E10.4,5H  M/S,5X,7HDPZUE =F6.2,1X,4H  AT,4X,5HAL
     1FA=E10.4,5H GRAD)
      RETURN
      END
```

```
C       RECHENPROGRAMM  ZUR  AUSLEGUNG  VON  DAMPFERZ. FUER VERSCH.
C       PRIMAER-MEDIEN
C       AUSGABEROUTINE FUER AUSGABEDATEN
        SUBROUTINE OUPAUS
C*********************************** ***********************************
C*****************************************************************************
C*****************************************************************************
        DIMENSION KX(10),KY(10),MADB(15),MOB(10),MAB(10),
       1MTEX1(10),MTEX2(10),MTEX3(10),MTEX4(10),MTEX5(10),MTEX6(10),
       1MTEX7(10),MTEX8(10),MTEX9(10),MTEX10(10),MTEX11(10),MTEX12(10),
       1MTEX13(10),MTEX14(10),MKB(10)  ,NXXXT(10),XY(268),X(50),Y(50),
       1XMA(10),XMI(10),YMA(10),YMI(10)
        COMMON KWP,KAD,KAPKUR,KX,KY,XMA,XMI,YMA,YMI,NP1,KRAS,KBESHI,
       1IDPLOT,INDZ,
       1MADB,MKB,MOB,MAB,MTEX1,MTEX2,MTEX3,MTEX4,MTEX5,MTEX6,MTEX7,
       1MTEX8,MTEX9,MTEX10,MTEX11,MTEX12,MTEX13,MTEX14
C*****************************************************************************
C*****************************************************************************
C*****************************************************************************
        COMMON ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,NURUE,NUREV,NR,
       1DMNA,T1S,T4S,T1T,T4T,PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL,
       2DZ,ALFA,GRH,FRK1,ROA,Q,QUD,QUUE,QUV,QUE,T2S,T3S,T2T,T3T,P1,P2,P3,
       3P4,PSPWE,DTMLUE,DTMLV,DTMLE,RLUE,RLV,RLE,RLGES,DPU,DPV,DPE,DPH2O,
       4WHDN,WWEE,WNA,DD(50),AR(50),ST(50),WZ(50),DDR,ARGN,ARR,GH,HF,HFK,
       5FRK2,DMH2O,FAKEIN,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE,DPNA,KPKM,DDPM,KQTQF
        REWIND 8
        WRITE(6,3007)
 3007 FORMAT(1H1/1H ,43HZWISCHENERGEB. BEI SEGMENTWEISER BERECHNUNG)
        PRINT 121
  121 FORMAT(1H ,43H-------------------------------------------)
        IF(NUREV)10,10,1001
   10 PRINT 113
  113 FORMAT(1H0,35HWAERMEUEBERGANGSZAHLEN  UEBERHITZER/1H0)
        IA=0
        PRINT 114
  114 FORMAT(1H ,10X,5HALFAA,10X,5HALFAI,10X,3HWDZ,10X,3HTIS,10X,3HTIT,1
       10X,3HPIT)
 1002 READ(8)ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,TIS, TIT,PIT
        PRINT 115,ALFAA,ALFAI,WDZ,TIS,TIT,PIT
  115 FORMAT(7X,E10.5,5X,E10.5,5X,E10.5,5X,E10.5,5X,E10.5,5X,E10.5)
        IA=IA+1
        IF(NN-IA)1001,1002,1002
 1001 IF(NURUE)11,11,1005
   11 PRINT 116
  116 FORMAT(1H0,34HWAERMEUEBERGANGSZAHLEN  VERDAMPFER/1H0)
        IA=0
        PRINT 117
  117 FORMAT(1H ,10X,5HALFAA,10X,5HALFAI,10X,3HWDZ,10X,3HTIS,10X,3HTIT,1
       10X,3HPIT)
 1004 READ(8)ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,TIS, TIT,PIT
        PRINT 118,ALFAA,ALFAI,WDZ,TIS,TIT,PIT
  118 FORMAT(7X,E10.5,5X,E10.5,5X,E10.5,5X,E10.5,5X,E10.5,5X,E10.5)
        IA=IA+1
        IF(NN-IA)1003,1004,1004
 1003 PRINT 140
  140 FORMAT(1H0,27HWAERMEUEBERGANGSZAHLEN  ECO/1H0)
        IA=0
        PRINT 141
```

```
  141 FORMAT(1H ,10X,5HALFAA,10X,5HALFAI,10X,3HWDZ,10X,3HTIS,10X,3HTIT,1
     10X,3HPIT)
 1006 READ(8)ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,TIS, TIT,PIT
      PRINT 142,ALFAA,ALFAI,WDZ,TIS,TIT,PIT
  142 FORMAT(7X,E10.5,5X,E10.5,5X,E10.5,5X,E10.5,5X,E10.5,5X,E10.5)
      IA=IA+1
      IF(NN-IA)1005,1006,1006
 1005 PRINT 120
  120 FORMAT(1H0,43HERGEBNISSE :   THERMODYNAMISCHE  BERECHNUNG)
      PRINT 122
  122 FORMAT(1H ,43H-------------------------------------------/1H0)
      WRITE(6,2000)DMH2O,T2S,P1,RLUE
 2000 FORMAT(1H ,6HDMH2O=E10.4,8H KG/H    ,5X,6HT2S  =E10.4,2H C,5X,6HP1
     1  =E10.4,3H AT,5X,6HRLUE =E10.4,5H M    )
      WRITE(6,2001)Q  ,T3S,P2,RLV
 2001 FORMAT(1H ,6HQUD  =E10.4,8H KCAL/H ,5X,6HT3S  =E10.4,2H C,5X,6HP2
     1  =E10.4,3H AT,5X,6HRLV  =E10.4,5H M    )
      WRITE(6,2002)QUUE,T2T,P3,RLE
 2002 FORMAT(1H ,6HQUUE =E10.4,8H KCAL/H ,5X,6HT2T  =E10.4,2H C,5X,6HP3
     1  =E10.4,3H AT,5X,6HRLE  =E10.4,5H M    )
      WRITE(6,2003)QUV,T3T,P4,RLGES
 2003 FORMAT(1H ,6HQUV  =E10.4,8H KCAL/H ,5X,6HT3T  =E10.4,2H C,5X,6HP4
     1  =E10.4,3H AT,5X,6HRLGES=E10.4,5H M    )
      WRITE(6,2004)QUE,DTMLUE,PSPWE,DDR
 2004 FORMAT(1H ,6HQUE  =E10.4,8H KCAL/H ,5X,6HDTMLU=E10.4,2H C,5X,6HPSP
     1WE=E10.4,3H AT,5X,6HDDR  =E10.4,5H M    )
      WRITE(6,2005)WWEE,DTMLV,DPU,GH
 2005 FORMAT(1H ,6HWWE  =E10.4,8H M/S     ,5X,6HDTMLV=E10.4,2H C,5X,6HDPU
     1  =E10.4,3H AT,5X,6HGH   =E10.4,5H M    )
      WRITE(6,2006)WHDN,DTMLE,DPV,HF
 2006 FORMAT(1H ,6HWDN  =E10.4,8H M/S     ,5X,6HDTMLE=E10.4,2H C,5X,6HDPV
     1  =E10.4,3H AT,5X,6HHF   =E10.4,5H M**2)
      WRITE(6,2007)WNA,DPE,HFK
 2007 FORMAT(1H ,6HWNA  =E10.4,8H M/S     ,28X,6HDPE  =E10.4,3H AT,5X,6HH
     1FK  =E10.4,5H DM  )
      WRITE(6,2008)DPH2O,ARGN
 2008 FORMAT(1H ,52X,6HDPGES=E10.4,3H AT,5X,6HARGN =E10.4)
      WRITE(6,2009)DPNA,ARR
 2009 FORMAT(1H ,52X,6HDPNA =E10.4,3H AT,5X,6HARR  =E10.4)
      WRITE(6,3005)
 3005 FORMAT(1H1,31HERGEBNISSE : GEOMETRISCHE DATEN)
      PRINT 122
      L=IFIX(ARR)
      LRA=IFIX(FLOAT(L)/10.+0.91)
      NNN=0
      NN=0
      DO 3000 I=1,LRA
      NN=NN+1
      NNN=NNN+10
      WRITE(6,3001)(AR(N),N=NN,NNN)
 3001 FORMAT(1H ,8HAR(N)    ,10F10.3)
      WRITE(6,3002)(WZ(N),N=NN,NNN)
 3002 FORMAT(1H ,8HW(N)     ,10F10.3)
      WRITE(6,3003)( DD(N),N=NN,NNN)
 3003 FORMAT(1H ,8HTKD(N)   ,10F10.3)
      WRITE(6,3004)(ST (N),N=NN,NNN)
      WRITE(6,3006)
 3006 FORMAT(1H0)
 3000 NN=NNN
 3004 FORMAT(1H ,8HSTT(N)   ,10F10.3)
      REWIND 8
      RETURN
      END
```

```
C       FUNCTION ZUR BERECHNUNG DER DRUCKABFAELLE IN DER VERDAMPFUNGS-
C       STRECKE  NACH MARTINELLI UND NELSON
        FUNCTION DRUVER(P,X,DPO,G,ARV)
C       P    IN     AT        DRUCK  IM  2-PHASEN-GEMISCH
C       X                     DAMPFGEHALT  IM  2 PHASENGEMISCH
C       DPO    IN   AT        DRUCKABFALL    IN DER VERDAMPFUNGSZONE UNTER DER
C                             ANNAHME , DASS DIESE VON WASSER IM SAETTIGUNGS
C                             -ZUSTAND DURCHSTROEMT WIRD
C       G      IN   KG/H*M**2  DURCHSATZ PRO FLAECHE
C       ARV                   ANZAHL DER RECHENSCHRITTE IN DER VERDAMPFUNGSZ.
        PSI=P/0.07031
        DRUVER= WIMUN(PSI,X,1.)*DPO+4.883E-4*WIMUN(PSI,X,2.)*(G*0.2048)**2
       1/(4.17E+8*ARV)
        RETURN
        END
```

```
C       FUNCTION  ZUR  BERECHNUNG  VON  WIDERSTANDSBEIWERTEN  IN  DER
C       VERDAMPFUNGSSTRECKE  NACH  MARTINELLI  UND  NELSON
        FUNCTION WIMUN(P,X,Z)
        DIMENSICN PK(20)
        DATA PK/12.5,-0.754167E-02,0.291657E-06,0.166667E-09,0.283334E-11,
       1 0.5,-0.191667E-03,0.83334E-08,-0.333333E-10,-0.333334E-13,
       2 0.7453E-01,-0.64065E-04,0.403216E-07,-0.3062E-10,-0.664535E-17,
       3 1.023439,-0.273333E-04,0.914002E-07,-0.593867E-10,-0.531202E-13/
C       P   DRUCK  IM  2-PHASEN-GEMISCH
C       X   FEUCHTE
C       Z   STEUERGROESSE
C           Z=1.  BERECHNUNG  VON  R1
C           Z=2.  BERECHNUNG  VON  R2
        IF(1000.-P)6,6,5
      5 PRINT 100,P
    100 FORMAT(1HJ,15HKOM 1 03709  P=F7.3)
        GO TO 500
C       KOM 1  DRUCK  KLEINER  70.31  ATA
      6 IF(3206. -P)7,8,8
      7 IF(Z-1.)9,9,10
      9 WIMUN=1.
        GOTO 500
     10 WIMUN=0.
        GO TO 500
      8 IF(Z-1.)1,1,2
      1 I=1
        GO TO 3
      2 I=11
      3 Q=PK(I)
        E=PK(I+5)
        Y=P-2000.
        DO 4 K=1,4
        YHK=Y**K
        NN=I+K
        Q=PK(NN )*YHK+Q
        NN=NN+5
      4 E=PK(NN   )*YHK+E
        WIMUN=(2.*Q*X)**E
    500 RETURN
        END
```

```
C     WIDERSTANDSBEIWERTE  IN  RAUHEN  ROHREN
      FUNCTION  CKSI(ARK,DI,REW)
C     ARK       ABSOLUTE  RAUHIGKEIT  IM  ROHR    IN      M
C     DI        INNEN  DURCHMESSER  DES  ROHRES   IN      M
C     REW       ERRECHNETE  REYNOLDSZAHL  AUS  HAUPTPROGRAMM
C     CKSI      ERRECHNETER  WIDERSTANDSBEIWERT  IM  ROHR
      EPSIL=ARK/DI
      IF(EPSIL-5.E-5)10,1,1
   10 WRITE(6,2)
    2 FORMAT(1H0)
      WRITE(6,3)
    3 FORMAT(1X,36HRELATIVE  RAUHIGKEIT  KLEINER  5.E-5)
    4 RETURN
    1 IF(EPSIL-5.E-2)5,5,6
    6 WRITE(6,2)
      WRITE(6,8)
    8 FORMAT(1X,37HRELATIVE  RAUHIGKEIT  GROESSER  5.E-2)
      GO TO 4
    5 IF(REW-1.E+8)9,9,11
   11 WRITE(6,2)
      WRITE(6,13)
   13 FORMAT(1X,25HREYNOLDS  GROESSER  1.E+8)
      GO TO 4
    9 IF(REW-4.E+3)14,15,15
   14 WRITE(6,2)
      WRITE(6,17)
   17 FORMAT(1X,24HREYNOLDS  KLEINER  4.E+3)
      GO TO 4
   15 DO 18 J=1,100
      Z=J
      CON1=SQRT(0.01+Z/1000.)
      CON3=1./CON1
      CON2=(REW*CON1*ARK)/DI
      IF(CON2-200.)19,20,20
   19 CON4=-2.*ALOG10(2.51/(REW*CON1)+ARK/(DI*3.71))
   26 DCON=ABS(CON3-CON4)
      IF(DCON-0.20)21,21,22
   22 IF(J-100)18,23,23
   23 WRITE(6,2)
      WRITE(6,25)DCON
   25 FORMAT(1X,69HGLEICHUNGEN  FUER  CKSI  NICHT  ERFUELLT    SCHRITT
     1WEITE  ZU  GROSS,5HDCON=E14.6)
      GO TO 4
   20 CON4=2.*ALOG10(DI/ARK)+1.14
      GO TO 26
   18 CONTINUE
   21 CKSI=CON1**2
      GO TO 4
      END
```

```
      FUNCTION ZETA(KORAW,REW,AWW,BWW,BETAWW)
C     KORA=1  BEI  FLUCHTENDER  ROHRANORDNUNG
C     AW  =WIRKLICHER  WERT  VON  A=SQU/DA
C     BW  =WIRKLICHER  WERT  VON  B=SL/DA
C     BETAW=ANSTROEMWINKEL
C     ZETA=ERRECHNETER  WIDERSTANDSBEIWERT
      DIMENSION AF(8)       ,BETA(6),RE(9),ZFD(7,9,8)              ,BF(7)
     1   ,FKBD(6)
      DIMENSION ZFD1(63),ZFD2(63),ZFD3(63),ZFD4(63),ZFD5(63),ZFD6(63),
     1          ZFD7(63),ZFD8(63)
      EQUIVALENCE (ZFD(1,1,1),ZFD1(1)),(ZFD(1,1,2),ZFD2(1))
     1,           (ZFD(1,1,3),ZFD3(1)),(ZFD(1,1,4),ZFD4(1))
     2,           (ZFD(1,1,5),ZFD5(1)),(ZFD(1,1,6),ZFD6(1))
     3,           (ZFD(1,1,7),ZFD7(1)),(ZFD(1,1,8),ZFD8(1))
C
      DATA PXYRZ5 /0./
      DATA AF/ 1.25, 1.30, 1.40, 1.50, 1.70, 2.00, 2.50, 3.00/
      DATA BETA/15.0,30.0,45.0,60.0,75.0,90.0/
      DATA RE/   8000.0,  10000.0,  15000.0,  20000.0,
     1  30000.0,  45000.0,  60000.0,  80000.0, 100000.0/
      DATA BF/1.25,1.5,1.7,2.,2.2,2.6,3./
      DATA FKBD/0.165,0.383,0.612,0.813,0.96,1./
      DATA ZFD1/
     10.5500,0.5850,0.6000,0.6280,0.6700,0.7300,0.8530,0.5280,
     10.5650,0.5800,0.6100,0.6480,0.7080,0.8100,0.4900,0.5300,
     10.5400,0.5800,0.6110,0.6650,0.7400,0.4650,0.5070,0.5200,
     10.5600,0.5880,0.6350,0.7000,0.4310,0.4750,0.4850,0.5300,
     10.5520,0.6000,0.6400,0.4000,0.4450,0.4580,0.5000,0.5200,
     10.5610,0.5800,0.3800,0.4260,0.4380,0.4840,0.5000,0.5400,
     10.5470,0.3610,0.4080,0.4200,0.4670,0.4800,0.5120,0.5100,
     10.3500,0.3940,0.4050,0.4530,0.4650,0.5000,0.4900/
      DATA ZFD2/
     10.4600,0.5100,0.5270,0.5600,0.5800,0.6400,0.7000,0.4470,
     10.4950,0.5100,0.5480,0.5650,0.6250,0.6800,0.4220,0.4700,
     10.4810,0.5250,0.5410,0.5950,0.6400,0.4080,0.4500,0.4620,
     10.5080,0.5280,0.5730,0.6100,0.3850,0.4300,0.4380,0.4870,
     10.5080,0.5480,0.5750,0.3650,0.4050,0.4120,0.4670,0.4870,
     10.5200,0.5400,0.3500,0.3900,0.3980,0.4520,0.4720,0.5060,
     10.5200,0.3400,0.3750,0.3800,0.4400,0.4600,0.4880,0.5000,
     10.3300,0.3630,0.3700,0.4300,0.4500,0.4750,0.4800/
      DATA ZFD3/
     10.3600,0.3970,0.4250,0.4550,0.4930,0.5510,0.6080,0.3510,
     10.3900,0.4170,0.4500,0.4835,0.5400,0.5900,0.3400,0.3780,
     10.4000,0.4400,0.4680,0.5180,0.5600,0.3320,0.3700,0.3900,
     10.4300,0.4550,0.5010,0.5350,0.3200,0.3590,0.3780,0.4200,
     10.4400,0.4800,0.5060,0.3100,0.3470,0.3620,0.4100,0.4250,
     10.4620,0.4800,0.3020,0.3400,0.3520,0.4020,0.4150,0.4500,
     10.4600,0.2970,0.3310,0.3450,0.3970,0.4050,0.4350,0.4420,
     10.2910,0.3260,0.3390,0.3900,0.3980,0.4250,0.4300/
      DATA ZFD4/
     10.2800,0.3340,0.3600,0.4000,0.4390,0.4850,0.5400,0.2780,
     10.3300,0.3530,0.3910,0.4300,0.4700,0.5200,0.2730,0.3200,
     10.3400,0.3800,0.4120,0.4480,0.4900,0.2700,0.3110,0.3300,
     10.3700,0.4000,0.4300,0.4700,0.2630,0.3010,0.3200,0.3580,
     10.3860,0.4100,0.4400,0.2600,0.2920,0.3080,0.3460,0.3710,
     10.3900,0.4150,0.2550,0.2880,0.3000,0.3380,0.3610,0.3760,
     10.3980,0.2510,0.2800,0.2900,0.3300,0.3510,0.3630,0.3800,
     10.2490,0.2750,0.2850,0.3230,0.3450,0.3520,0.3700/
```

```
      DATA ZFD5/
     10.1820,0.2400,0.2650,0.3170,0.3500,0.3900,0.4260,0.1830,
     10.2390,0.2610,0.3100,0.3400,0.3780,0.4150,0.1850,0.2360,
     10.2560,0.3000,0.3250,0.3600,0.3960,0.1870,0.2330,0.2515,
     10.2925,0.3150,0.3450,0.3830,0.1890,0.2300,0.2475,0.2825,
     10.3010,0.3280,0.3650,0.1920,0.2280,0.2410,0.2730,0.2900,
     10.3110,0.3500,0.1930,0.2260,0.2390,0.2670,0.2800,0.3000,
     10.3375,0.1950,0.2240,0.2350,0.2600,0.2720,0.2900,0.3260,
     10.1960,0.2220,0.2310,0.2550,0.2660,0.2810,0.3200/
      DATA ZFD6/
     10.1200,0.1555,0.1860,0.2280,0.2580,0.2970,0.3400,0.1220,
     10.1560,0.1855,0.2250,0.2520,0.2900,0.3275,0.1260,0.1575,
     10.1850,0.2210,0.2450,0.2750,0.3045,0.1280,0.1580,0.1848,
     10.2180,0.2400,0.2650,0.2900,0.1320,0.1600,0.1840,0.2145,
     10.2320,0.2510,0.2700,0.1355,0.1610,0.1825,0.2100,0.2250,
     10.2400,0.2530,0.1380,0.1620,0.1820,0.2080,0.2200,0.2300,
     10.2400,0.1415,0.1630,0.1810,0.2050,0.2150,0.2220,0.2300,
     10.1435,0.1635,0.1800,0.2020,0.2100,0.2160,0.2200/
      DATA ZFD7/
     10.0800,0.1130,0.1380,0.1720,0.1840,0.2250,0.2515,0.0820,
     10.1150,0.1375,0.1700,0.1810,0.2170,0.2405,0.0860,0.1170,
     10.1360,0.1650,0.1750,0.2040,0.2240,0.0890,0.1180,0.1350,
     10.1625,0.1720,0.1950,0.2120,0.0930,0.1200,0.1340,0.1575,
     10.1660,0.1830,0.1960,0.0980,0.1225,0.1325,0.1530,0.1620,
     10.1725,0.1820,0.1010,0.1250,0.1320,0.1500,0.1575,0.1650,
     10.1725,0.1050,0.1260,0.1310,0.1475,0.1550,0.1575,0.1630,
     10.1070,0.1275,0.1300,0.1450,0.1520,0.1525,0.1565/
      DATA ZFD8/
     10.0640,0.0960,0.1160,0.1450,0.1580,0.1820,0.2015,0.0663,
     10.0968,0.1155,0.1430,0.1560,0.1775,0.1950,0.0710,0.0980,
     10.1150,0.1400,0.1520,0.1700,0.1820,0.0740,0.0990,0.1140,
     10.1380,0.1485,0.1645,0.1730,0.0790,0.1000,0.1130,0.1350,
     10.1450,0.1570,0.1620,0.0840,0.1015,0.1125,0.1325,0.1410,
     10.1500,0.1515,0.0880,0.1025,0.1120,0.1305,0.1380,0.1450,
     10.1445,0.0920,0.1030,0.1110,0.1280,0.1360,0.1400,0.1375,
     10.0950,0.1040,0.1100,0.1270,0.1340,0.1375,0.1325/
      RES=REW
      IOUT=6
      KORA=KORAW
      AW=AWW
      BW=BWW
      BETAW=BETAWW
      IF(RES-8000.)1,2,2
    1 RES=8.E+3
    3 WRITE(IOUT,4) RES
    4 FORMAT(1X,30HREW BEREICH  UNTERSCHRITTEN    ,4HREW=E10.4)
      GO TO 5
    2 IF(RES-1.E+5)5,5,6
    6 WRITE(IOUT,8) RES
    8 FORMAT(1X,30HREW BEREICH  UEBERSCHRITTEN    ,4HREW=E10.4)
      RES=1.E+5
    5 IF(KORA-1)19,20,19
   20 IF(AW-1.244449)9,10,10
    9 WRITE(IOUT,12) AW
   12 FORMAT(1X,35HANORDNUNGSFAKTOR  AW   ZU  KLEIN    ,4HAW =F6.3)
      AW=1.25
      GO TO 10
   19 WRITE (IOUT,16)
```

```
 16 FORMAT(1H ,28HROHRANORDUNUNG  FUER  KORA=2)
    KORA=1
    GO TO 20
 1? IF(AW-3.)21,21,22
 22 WRITE (IOUT,24) AW
    AW=3.
 24 FORMAT(1X,35HANORDNUNGSFAKTOR  AW   ZU  GROSS   ,4HAW =F6.3)
 21 IF(BW-1.244449)31,32,32
 31 WRITE (IOUT,34) BW
    BW=1.25
 34 FORMAT(1X,35HANORDNUNGSFAKTOR  BW   ZU  KLEIN   ,4HBW =F6.3)
 32 IF(BW-3.)35,35,36
 36 WRITE (IOUT,38) BW
    BW=3.
 38 FORMAT(1X,35HANORDNUNGSFAKTOR  BW   ZU  GROSS   ,4HBW =F6.3)
 35 IF(BETAW.GE.15.) GO TO 60
    WRITE(IOUT,50) BETAW
    BETAW=15.
 50 FORMAT(1X,35HANSTROEMWINKEL  BETAW ZU  KLEIN    ,6HBETAW=F6.2)
 60 DO 62 LL=2,7
    L=LL
    IF(BW-BF(L))63,63,62
 62 CONTINUE
 63 DO 64 MM=2,9
    M=MM
    IF(RES-RE(M))65,65,64
 64 CONTINUE
 65 DO 67 KK=2,8
    K=KK
    IF(AW-AF(K))68,68,67
 67 CONTINUE
 68 ZOL=ZFD(L, M-1 , K-1 )
    ZOR=ZFD(L,M, K-1 )
    ZO=ZOL-((ZOL-ZOR)/(RE(M)-RE(M-1))*(RES-RE(M-1)))
    ZUL=ZFD(L, M-1 ,K)
    ZUR=ZFD(L,M,K)
    ZU=ZUL-((ZUL-ZUR)/(RE(M)-RE(M-1))*(RES-RE(M-1)))
    ZBG=ZO-((ZO-ZU)/(AF(K)-AF(K-1))*(AW-AF(K-1)))
    ZOL=ZFD( L-1 , M-1 , K-1 )
    ZOR=ZFD( L-1 ,M, K-1 )
    ZO=ZOL-((ZOL-ZOR)/(RE(M)-RE(M-1))*(RES-RE(M-1)))
    ZUL=ZFD( L-1 , M-1 ,K)
    ZUR=ZFD( L-1 ,M,K)
    ZU=ZUL-((ZUL-ZUR)/(RE(M)-RE(M-1))*(RES-RE(M-1)))
    ZBK=ZO-((ZO-ZU)/(AF(K)-AF(K-1))*(AW-AF(K-1)))
    ZETA=ZBK+((ZBG-ZBK)/(BF(L)-BF(L-1))*(BW-BF(L-1)))
 77 DO 78 NN=2,6
    N=NN
    IF(BETAW-BETA(N))79,79,78
 78 CONTINUE
 79 ZETA=ZETA*(FKBD(N-1)+(((FKBD(N)-FKBD(N-1))/15.)*(BETAW-BETA(N-1)))
   1)
500 RETURN
    END
```

```
      SUBROUTINE PLOTRO
      DIMENSION X(50),Y(50),XMA(10),XMI(10),YMA(10),YMI(10),XB1(10),
     1YB1(10),NDIR1(10),NSC1(10),KX(10),KY(10), MA(15),
     1NTEXT1(10),NTEXT2(10),NTEXT3(10),NTEXT4(10),NTEXT5(10),NTEXT6(10),
     1NTEXT7(10),NTEXT8(10),NTEXT9(10),NTEX10(10),NTEX11(10),NTEX12(10),
     1NTEX13(10),NTEX14(10),NTEX15(10),NTEX16(10),NTEX17(10),MXXX(1)
     1,NT1111(10),NT2222(10),NT3333(10),NT4444(10),NT5555(10),
     1NT6666(10),NT7777(10),NT8888(10),NT9999(10)
      COMMON KWP,KAD,KAPKUR,KX,KY,XMA,XMI,YMA,YMI,NP1,KRAS,KBESHI,
     1IDPLOT,INDZ,
     1MA,NTEXT1,NTEXT2,NTEXT3,NTEXT4,NTEXT5,NTEXT6,NTEXT7,NTEXT8,NTEXT9,
     1NTEX10,NTEX11,NTEX12,NTEX13,NTEX14,NTEX15,NTEX16,NTEX17
      DATA MXXX/'     '/
      LLL1=KAPKUR+1
      YBEA=0.
      SBK=0.
      DYSBA=0.
      LL=0
      DO 530 LLL=LLL1,10
  530 XMA(LLL)=0.
      CALL FMAX(XMA,10,XKON)
      DO 531 LLL=LLL1,10
  531 XMI(LLL)=1.E+40
      CALL FMIN(XMI,10,XMIN)
      XMIW=XMIN
      DO 532 LLL=LLL1,10
  532 YMA(LLL)=0.
      CALL FMAX(YMA,10,YKON)
      DO 533 LLL =LLL1,10
  533 YMI(LLL)=1.E+40
      CALL FMIN(YMI,10,YMIN)
      XO=0.
      YO=0.
      XKON=XKON+(XKON-XMIN)*0.35
      DIVX=12.5
      IF(XMIN)411,410,411
  411 XMIN=XMIN-(XKON-XMIN)/DIVX
  410 DIVY=12.5
      IF(XO)233,233,236
  233 YYMAX=XKON-XMIN
      DIV=DIVX
      CALL WMAX(YYMAX,DIV,XMAX,SX)
      XMAX=XMIN+XMAX
  236 IF(YO)235,235,73
  235 YYMAX=YKON-YMIN
      DIV=DIVY
      CALL WMAX(YYMAX,DIV,YMAX,SY)
      YMAX=YMIN+YMAX
   73 WL=XMIN/(80.*SX)
      IF(XMIN)660,74,660
  660 WLB=ABS(WL)/WL
      WL=ABS(WL)
      NLA=IFIX(WL)
      WLA=FLOAT(NLA)
      IF(WL-WLA)76,74,75
   74 XO=1
      GO TO 79
   75 XMIN=(WLA-WLB)*SX*80.*WLB
```

```
      GO TO 77
   76 XMIN=WLA*SX*80.*WLB
   77 XO=0
   79 WL=YMIN/(80.*SY)
      IF(YMIN)661,80,661
  661 WLB=ABS(WL)/WL
      WL=ABS(WL)
      NLA=IFIX(WL)
      WLA=FLOAT(NLA)
      IF(WL-WLA)32,80,81
   80 YO=1
      GO TO 84
   81 YMIN=(WLA-WLB)*SY*80.*WLB
      GO TO 83
   82 YMIN=WLA*SY*80.*WLB
   83 YO=0
   84 IF(XO)233,233,85
   85 IF(YO)235,235,86
   86 XMAX1=XMAX
      REWIND 2
      L1YSB=0
      ZL1YSB=0.
      DO 535 LL=1,KAPKUR
      READ (2)KWP,(X(I),I=1,KWP),(Y(I),I=1,KWP),(NT1111(N),N=1,10)
      DYSB=Y(KWP)-YBEA
      IF(ABS(DYSB)-20.*SY)640,641,641
  640 ZL1YSB=ZL1YSB+1.
      IF(L1YSB-1)646,641,641
  646 IF(DYSB )642,642,643
  642 L1YSB=L1YSB+1
      SBK=-20.*SY
      GO TO 641
  643  L1YSB=L1YSB+1
      SBK= 20.*SY
  641 YBEA=Y(KWP)
      SBK=SBK*ZL1YSB
      DYSBA=DYSB
       NP1=NP1+1
      GOTO (550,551,552,553,554,555,556,557,558),LL
  550  NT1=9
      KLMN=0
      DFRR=XMAX-XKON
      DFRL=XMIW-XMIN
      IF(DFRR-DFRL)610,611,612
  612 BESX=260.
      GO TO 611
  610 BESX=940.
  611 IF(X(1)-X(KWP))613,613,614
  614 YR=Y(1)
      YL=Y(KWP)
      GO TO 619
  613 YL=Y(1)
      YR=Y(KWP)
  619 YLK=0.
      YLG=0.
      YRK=0.
      YRG=0.
       YMITTL=YMAX-(YMAX-YMIN)*0.5
```

```
      IF(YL-YMITTL)650,650,621
650   YLK=1.
      GO TO 624
621   YLG=1.
624   IF(YR-YMITTL)622,622,623
622   YRK=1.
      GO TO 625
623   YRG=1.
625   IF(YLK)627,627,628
628   IF(YRG)629,629,630
629   BESY=40.
      GO TO 620
630   IF(BESX-260.)631,631,632
632   BESY=40.
      GO TO 620
631   BESY=650.
      GO TO 620
627   IF(YRG)633,633,634
634   BESY=650.
      GO TO 620
633   IF(BESX-260.)635,635,636
635   BESY=40.
      GO TO 620
636   BESY=692.
620   XB1(1)=X(KWP)+SX*10.
      XB1(2)=SX*40.  +XMIN
      XB1(3)=XMAX-320.*SX
      DO 544 JJJ=4,9
544   XB1(JJJ)=XMAX1-BESX*SX
      YB1(1)=Y(KWP)+SBK
      YB1(2)=YMAX-320.*SY
      YB1(3)=SY*20.  +YMIN
      YB1(4)=YMAX  -SY*BESY
      YB1(5)=YB1(4)-SY*40.
      DO 541 JJJ=6,9
541   YB1(JJJ)=YB1(JJJ-1)-SY*20.
      NDIR1(1)=2
      NDIR1(2)=1
      NDIR1(3)=2
      NDIR1(4)=2
      NDIR1(5)=2
      NDIR1(6)=2
      NDIR1(7)=2
      NDIR1(8)=2
      NDIR1(9)=2
      NSC1(1)=1
      NSC1(2)=1
      NSC1(3)=1
      NSC1(4)=1
      NSC1(5)=1
      NSC1(6)=1
      NSC1(7)=1
      NSC1(8)=1
      NSC1(9)=1
      DO 592 JJJ=1,10
      NT2222(JJJ)=NTEXT2(JJJ)
      NT3333(JJJ)=NTEXT3(JJJ)
      NT4444(JJJ)=NTEXT4(JJJ)
```

```
      NT5555(JJJ)=NTEXT5(JJJ)
      NT6666(JJJ)=NTEXT6(JJJ)
      NT7777(JJJ)=NTEXT7(JJJ)
      NT8888(JJJ)=NTEXT8(JJJ)
  592 NT9999(JJJ)=NTEXT9(JJJ)
      GO TO 524
C     MAX. 9 PARALLELE KURVEN (KAPKUR=9)
  551 XB1(1)=X(KWP)+SX*10.
      DO 542 JJJ=2,9
  542 XB1(JJJ)=XMAX1-BESX*SX
      YB1(1)=Y(KWP)+SBK
      YB1(2)=YB1(9)-SY*20.
      DO 543 JJJ=3,9
  543 YB1(JJJ)=YB1(JJJ-1)-SY*20.
      IF(KBESHI)586,586,587
  587 DO 588 JJJ=2,9
      XB1(JJJ-1)=XB1(JJJ)
  588 YB1(JJJ-1)=YB1(JJJ)
  586  NDIR1(1)=2
       NDIR1(2)=2
      NDIR1(3)=2
      NDIR1(4)=2
      NDIR1(5)=2
      NDIR1(6)=2
      NDIR1(7)=2
      NDIR1(8)=2
      NDIR1(9)=2
      NSC1(1)=1
      NSC1(2)=1
      NSC1(3)=1
      NSC1(4)=1
      NSC1(5)=1
      NSC1(6)=1
      NSC1(7)=1
      NSC1(8)=1
      NSC1(9)=1
      DO 2044 JJJ=1,10
      NT2222(JJJ)=NTEX10(JJJ)
      NT3333(JJJ)=NTEX11(JJJ)
      NT4444(JJJ)=NTEX12(JJJ)
      NT5555(JJJ)=NTEX13(JJJ)
      NT6666(JJJ)=NTEX14(JJJ)
      NT7777(JJJ)=NTEX15(JJJ)
      NT8888(JJJ)=NTEX16(JJJ)
 2044 NT9999(JJJ)=NTEX17(JJJ)
      IF(KBESHI)539,539,598
  598 DO 593 JJJ=1,10
      NT1111(JJJ)=NTEXT2(JJJ)
      NT2222(JJJ)=NTEXT3(JJJ)
      NT3333(JJJ)=NTEXT4(JJJ)
      NT4444(JJJ)=NTEXT5(JJJ)
      NT5555(JJJ)=NTEXT6(JJJ)
      NT6666(JJJ)=NTEXT7(JJJ)
      NT7777(JJJ)=NTEXT8(JJJ)
      NT8888(JJJ)=NTEXT9(JJJ)
  593 NT9999(JJJ)=MXXX(1)
      GO TO 539
  552 XB1(1)=X(KWP)+SX*10.
```

```
      YB1(1)=Y(KWP)+SBK
      GO TO 539
  553 XB1(1)=X(KWP)+SX*10.
      YB1(1)=Y(KWP)+SBK
      GO TO 539
  554 XB1(1)=X(KWP)+SX*10.
      YB1(1)=Y(KWP)+SBK
      GO TO 539
  555 XB1(1)=X(KWP)+SX*10.
      YB1(1)=Y(KWP)+SBK
      GO TO 539
  556  XB1(1)=X(KWP)+SX*10.
      YB1(1)=Y(KWP)+SBK
      GO TO 539
  557 XB1(1)=X(KWP)+SX*10.
      YB1(1)=Y(KWP)+SBK
      GO TO 539
  558 XB1(1)=X(KWP)+SX*10.
      YB1(1)=Y(KWP)+SBK
      GO TO 539
  559 XB1(1)=X(KWP)+SX*10.
      YB1(1)=Y(KWP)+SBK
      GO TO 539
  524 M=3
      IDPLOT=IDPLOT+1
      J=3
  539 CALL PLOTA(X,Y,I,M,NP1,1,J,1,INDZ,XMAX,XMIN,SX,YMAX,YMIN,SY,MA,IDP
     1LOT ,0,0,NT1,XB1,YB1,NDIR1,NSC1,NT1111,NT2222,NT3333,NT4444,
     2NT5555,NT6666,NT7777,NT8888,NT9999)
      WRITE(6,9876)
 9876 FORMAT(1H ,10HCALL PLOTA)
      DO 528 JJJ=1,10
      NT1111(JJJ)=MXXX(1)
      NT2222(JJJ)=MXXX(1)
      NT3333(JJJ)=MXXX(1)
      NT4444(JJJ)=MXXX(1)
      NT5555(JJJ)=MXXX(1)
      NT6666(JJJ)=MXXX(1)
      NT7777(JJJ)=MXXX(1)
      NT8888(JJJ)=MXXX(1)
      NT9999(JJJ)=MXXX(1)
  528 CONTINUE
      INDZ=0
      IF(KAPKUR-1)580,580,595
  580 KBESH=1
      NP1=3
      M=1
      I=2
      X(1)=XMIN
      X(2)=XMAX
      Y(1)=YMIN
      Y(2)=YMIN
      KBESHI=KBESHI+1
      IF(KBESH-KBESHI)595,551,551
  595 IF(KAPKUR-LL )525,525,535
  525 KRAS=KRAS+1
      GO TO(536,537,538),KRAS
  536 I=2
```

```
      J=1
      X(1)=XMIN
      X(2)=XMAX
      Y(1)=YMAX
      Y(2)=YMAX
      M=2
      GO TO 539
537   X(1)=XMAX
      X(2)=XMAX
      Y(1)=YMIN
      Y(2)=YMAX
      J=1
      I=2
       M=2
      GO TO 539
538   INDZ=1
      KRAS=(
      CALL FASTER(1,1,XMAX,XMIN,SX,YMAX,YMIN,SY)
535   CONTINUE
      RETURN
      END
```

```
      SUBROUTINE WMAX(YYMAX,DIV,YMAX,SY)
      XMAX=YYMAX/DIV
      WAXA=ALOG10(XMAX)
      NAXA=IFIX(WAXA)
      WAXA=FLOAT(NAXA)-1.
      VERGL=DIV*10.**WAXA
      SY=VERGL/(DIV*80.)
      IF(YYMAX-VERGL)1,1,2
    1 YMAX=VERGL
      GO TO 5
    2 VERGL=DIV*2.*10.**WAXA
      SY=VERGL/(DIV*80.)
      IF(YYMAX-VERGL)1,1,3
    3 VERGL=DIV*5.*10.**WAXA
      SY=VERGL/(DIV*80.)
      IF(YYMAX-VERGL)1,1,4
    4 WAXA=WAXA+1.
      YMAX= DIV*10.**WAXA
      SY=YMAX /(DIV*80.)
      IF(YYMAX-YMAX)5,5,2
    5 RETURN
      END
```

```
C     SUBROUTINE ZUR BERECHNUNG DES MAX.-WERTES EINES EINDIMENSIONALEN
C     FELDES
      SUBROUTINE FMAX(X,I,WMAX)
C     X       EINDIMENSIONALES FELD  (MAX. 50 WERTE)
C     I       KONSTANTE ZUR BESTIMMUNG DER FELDLAENGE
C     WMAX    MAXIMALER WERT
      DIMENSION X(50)
      II=I-1
      WMAX=X(1)
      DO 1 LLL=1,II
      IF(WMAX-X(LLL+1))2,1,1
    2 WMAX=X(LLL+1)
    1 CONTINUE
      RETURN
      END
```

```
C     SUBROUTINE ZUR BERECHNUNG DES MIN.-WERTES EINES EINDIMENSIONALEN
C     FELDES
      SUBROUTINE FMIN(X,I,WMIN)
C     X       EINDIMENSIONALES FELD  (MAX.50 WERTE)
C     I       KONSTANTE ZUR BESTIMMUNG DER FELDLAENGE
C     WMIN    MINIMALER WERT
      DIMENSION X(50)
      II=I-1
      WMIN=X(1)
      DO 1 LLL=1,II
      IF(WMIN-X(LLL+1))1,1,2
    2 WMIN=X(LLL+1)
    1 CONTINUE
      RETURN
      END
```

```
C       SPEZ.  VOLUMEN  DES  WASSERS  IN  M**3/KG
C       PROGRAMM LIEFERT WERTE IM TECHNISCHEN EINHEITENSYSTEM (KCAL,ATA)
        FUNCTION WV(P,T)
C       P  IN  ATA
C       T  IN  C
        TK=T+273.15
        PBAR=P*0.980665E+5
        WV=VOH2OL(TK,PBAR)
        RETURN
        END
```

```
C       SEPZ.  ENTHALPIE  DES  WASSERS  IN  KCAL/KG
C       PROGRAMM LIEFERT WERTE IM TECHNISCHEN EINHEITENSYSTEM (KCAL,ATA)
        FUNCTION WI(P,T)
C       P  IN  ATA
C       T  IN  C
        TK=T+273.15
        PBAR=P*0.980665E+5
        WI=EHH2OL(TK,PBAR)*0.23889E-3
        RETURN
        END
```

```
C       SPEZ.  VOLUMEN  DES  DAMPFES  IN  M**3/KG
C       PROGRAMM LIEFERT WERTE IM TECHNISCHEN EINHEITENSYSTEM (KCAL,ATA)
        FUNCTION HDV   (P,T)
C       P  IN  ATA
C       T  IN  C
        TK=T+273.15
        PBAR=P*0.980665E+5
        HDV=VOH2OV(TK,PBAR)
        RETURN
        END
```

```
C       SPEZ.  ENTHALPIE  DES  DAMPFES  IN  KCAL/KG
C       PROGRAMM LIEFERT WERTE IM TECHNISCHEN EINHEITENSYSTEM (KCAL,ATA)
        FUNCTION HDI   (P,T)
C       P  IN  ATA
C       T  IN  C
        TK=T+273.15
        PBAR=P*0.980665E+5
        HDI=EHH2OV(TK,PBAR)       * 0.23889E-3
        RETURN
        END
```

```
C     NEUE FUNCTION FUER DEN SAETTIGUNGSDRUCK  PS  IN  ATA
      FUNCTION PS   (T)
C     T  IN  C
      IF(T-374.15)1,1,2
    2 WRITE(6,100)T
  100 FORMAT(1H0,16HKOM 1  03758  T=F8.2)
      GO TO 3
    1 TET=(T  +273.15E+00)/647.3E+00
      TETM=1.-TET
      PS=221.2*  DEXP((((((-1.1896462E+02*TETM+6.4232855E+01)*TETM
     1-1.6817065E+02)*TETM-2.6080236E+01)*TETM-7.6912345)*TETM
     2/(TET*((20.975067*TETM+4.1671173)*TETM+1.))-TETM/(1.E+09*TETM
     3*TETM+6.))
      PS=PS*1.019716
    3 RETURN
      END
```

```
C     TEMPERATUR  IM SAETTIGUNGSZUSTAND  TS  IN  C
      FUNCTION TS   (P)
C     P  IN  ATA
      DIMENSION A(16)
C     KONSTANTEN FUER TS
      DATA A /99.08201 , 278.4160 , 239.8406 , 220.4219 , 144.5234 ,
     1 -48.37500 , 327.9375 , 1153.250 , -720.8750 , -2546.000 ,
     2 -28.10352 , 1300.861 , -2177.895 , 15.32812 , 7504.328 ,
     3 -6690.398/
      IF(P-225.65)1,2,3
    1 IF(P)3,3,4
    4 IF(P-100.)5,2,2
    3 WRITE(6,100)P
  100 FORMAT(1H0,16HKOM 1  03759  P=F8.3)
C            P  GROESSER  225.65 ATA  ODER  KLEINER = 0.  ATA
      GO TO 8
    5 B=A(1)
      L=2
      N=10
      GO TO 6
    2 B=A(11)
      L=12
      N=16
    6 X=ALOG(P)*0.1
      XN=1.
      DO 7 J=L,N
      XN=XN*X
      T=A(J)*XN
    7 B=B+T
      TS    =B
    8 RETURN
      END
```

```
C     FUNCTION  TPE  DAMPFTEMPERATUR  AUS  DRUCK  UND  ENTHALPIE
      FUNCTION TPE(P,E)
      T=370.0
      A=0.
      IF(P-225.65)10,10,12
   10 T=TS(P)
      IF(HDI(P,T)-E)12,12,13
   13 WRITE(6,100)P,T,E
  100 FORMAT(1H0,15HKOM1  TPE 03738,3E14.3)
      TPE=T
      GO TO 14
   12 DO 40 K=1,6
    7 T=T+A
      EER=HDI(P,T)
      IF(E-EER)1,3,4
    4 IF(K-1)41,41,7
   41 A=100.
      GO TO 7
    1 T=T-A
   40 A=A*0.1
    3 TPE=T
   14 RETURN
      END
```

```
      FUNCTION FLAM(P,T,Z)
C     UNTERPROGRAMM  ZUR  BESTIMMUNG DER  WAERMELEITFAEHIGKEIT FUER
C     WASSER  UND  WASSERDAMPF
C     DRUCK          IN  ATA
C     TEMPERATUR     IN   GRD C
C     DIMENSION   KCAL/M*H*GRD
C     Z  =  1.  GILT FUER  WASSER
C     Z  =  2.  GILT FUER  WASSERDAMPF
C      FAKTOR  ZUR  PROGRAMMSTEUERUNG
      DIMENSION A(17),PD(12),ALA(12)
      DATA A/-922.47,2839.5,-1800.7,525.77,-73.44,-0.9473,2.5186,
     1 -2.0012,0.51536,1.6563E-3,-3.8929E-3,2.9323E-3,-7.1693E-4,
     2 4.76145E5,3.458,1.36E-2,3.55E-3/
      DATA PD/165.4,180.,200.,210.,225.,250.,275.,300.,350.,400.,450.,
     1 500./
      DATA ALA/301.6,307.1,126.,297.,376.,402.,419.,444.,468.,486.,501.,
     1 0./
      DATA KON1/'DRCK'/,KON2/'TEMP'/
      FLAMF(AF)=HLAL-(HLAL-FLAD*1.E+3)*(T-375.)*AF
      ZR=Z
      PB=P*0.980665
      IF(PB-1.)1,2,2
    1 WRITE(6,1000)KON1,PB
 1000 FORMAT(19H0BEREICHSUEB. 3776 ,A6,F9.2)
   49 DFLAM=7.5E-2
      GO TO 51
    2 IF(PB-500.)3,3,1
    3 IF(T)5,14,7
    5 WRITE(6,1000)KON2,T
      GO TO 49
    7 IF(T-700.)50,10,5
   50 IF(Z-1.)9,9,10
    9 IF(T-374.1)11,11,10
   11 TTT=T
      PSAE=PS(TTT)*0.980665
      IF(PB-(PSAE-0.2))10,13,13
   13 IF(T-350.)14,14,15
   14 KA=1
    6 DELTA=(T+273.15)/273.15
      JA=2
      JE=5
      HLA=A(1)
   23 XDEL=1.
      DO 20  J=JA,JE
      XDEL=XDEL*DELTA
      HL=A(J)*XDEL
   20 HLA=HLA+HL
      IF(JA-7)21,22,24
   21 JA=7
      JE=9
      HLAD=HLA
      HLA=A(6)
      GO TO 23
   22 HLAD=HLAD+(PB-PSAE)*HLA
      JA=11
      JE=13
      HLA=A(10)
      GO TO 23
```

```
24 HLAD=HLAD+(PB-PSAE)*(PB-PSAE)*HLA
   IF(KA-1)19,19,18
15 DO 16 K=1,12
   IF(PB-PD(K))17,16,16
16 CONTINUE
17 HLAR=ALA(K-1)+(ALA(K)-ALA(K-1))*((PB-PD(K-1))/(PD(K)-PD(K-1)))
   PSAE=165.465
   KA=2
   GO TO 6
18 HLAD=HLAD-(HLAD-HLAR)*(T-350.)*0.04
19 FLAM=HLAD*0.85985E-3
51 Z=ZR
   RETURN
10 IF(T-374.1)25,25,26
25 TTT=T
   IF(PB-(PS(TTT)*0.980665+0.2))26,26,11
26 KA=1
27 IF(PB-200.)23,28,29
28 PHI=(T+273.15)/647.3
36 BETA=PB*0.01
   FA=(3.08E-4*BETA+3.46E-3)*14.861
   FB=(1.819701E+05*BETA**1.63)/(1.+(0.5*BETA)**3.26)
   FD=(((5.E+5*BETA**1.5+2.8E+3)/FB)-1.)*0.206
   FLAD=(FA*PHI**1.445/(1.-(FB/(A(14)*PHI**7)))**FD)+((BETA**4* EXP((
  1-9.)*A(15)*(PHI-1.)))/(1.+(BETA*0.363636  )**(-12)))*(A(16)-(A(17)
  2*BETA* EXP((-A(15))*(PHI-1.))))
   GO TO (34,35,42,46,48),KA
34 FLAM=FLAD*0.85985
   GO TO 51
29 IF(PB-300.)30,30,31
30 IF(T-390.)38,28,28
38 KA=2
   PHI=1.02449
37 DO 32  K=1,12
   IF(PB-PD(K))33,33,32
32 CONTINUE
33 HLAL=ALA(K-1)+(ALA(K)-ALA(K-1))*(PB-PD(K-1))/(PD(K)-PD(K-1))
   GO TO 36
35 HLAD=FLAMF(0.06666667)
   GO TO 19
31 IF(PB-400.)39,39,40
39 IF(T-400.)41,28,28
41 KA=3
   PHI=1.039935
   GO TO 37
42 HLAD=FLAMF(0.04)
   GO TO 19
40 IF(PB-450.)43,43,44
43 IF(T-410.)45,28,28
45 KA=4
   PHI=1.05538
   GO TO 37
46 FLAD=FLAMF(0.0285713)
   GO TO 19
44 IF(T-425.)47,28,28
47 KA=5
   PHI=1.078557
   GO TO 37
48 FLAD=FLAMF(0.02)
   GO TO 19
   END
```

```
      FUNCTION ETA(P,T,Z)
C     DYNAMISCHE  VISKOSITAET  VON  WASSER  UND  WASSERDAMPF
C     ETA   IN  KP*SEC /M**2
C     P     IN  AT
C     T     IN  C
C     Z  BEZEICHNET  DEN  ZUSTAND  DES  MEDIUMS
C     Z = 1. FUER  WASSER
C     Z = 2. FUER  WASSERDAMPF
C     GUELTIGKEITSBEREICH  DRUCK        1  BIS  810.8 AT
C                          TEMPERATUR  0  BIS  700.  C
C     BEI  UEBERSCHREITEN  DES  GUELTIGKEITSBEREICHES  FEHLERMELDUNG
      DATA KON1/'DRCK'/,KON2/'TEMP'/
      ZA=Z
      IF(P-1.)1,2,2
    1 WRITE(6,1000)KON1,P
 1000 FORMAT(19H0BEREICHSUEB. 3704 ,A6,F9.2)
  500 Z=ZA
      RETURN
    2 IF(P-810.8)3,3,1
    3 IF(T)5,7,6
    5 WRITE(6,1000)KON2,T
      GO TO 500
    6 IF(T-700.)7,7,5
    7 PBA=P*0.980665
      T1=300.
      T2=375.
      IF(Z-1.)9,9,10
    9 IF(T-375.)29,29,31
   29 TTT=T
      PSBA=PS(TTT)*0.980665
      IF(PBA-(PSBA-0.2))31,32,32
   31 Z=2.
      GO TO 34
   32 TK=T+273.15
      F=247.8/(TK-140.)
      IF(T-300.)11,11,12
   11 ET=(241.4*10.**F)*(1.+(PBA-PSBA)*1.E-6*1.0467*(TK-305.))
      GO TO 51
   12 IF(PBA-300.)15,16,16
   16 DV=HDV(P,T2)*1.E+3
      ETR=233.     +353./DV+676.5/DV**2+102.1/DV**3
      ETL=901.2259*(1.+(PBA-PSBA)*2.80673*1.E-4)
      ET=ETL+(ETR-ETL)*((T-300.)/75.)
      GO TO 51
   15 PSBA=85.92
      ETL=901.2259*(1.+(PBA-85.92)*2.80673*1.E-4)
      ET=ETL-(T-300.)*3.8
      GO TO 51
   10 IF(T-375.)33,34,34
   33 TTT=T
      PSBA=PS(TTT)*0.980665
      IF(PBA-(PSBA+0.2))34,34,35
   35 Z=1.
      GO TO 32
   34 DV=HDV(P,T)*1.E+3
      ETE=0.407*T+80.4
      ETL=ETE-(1858.-5.90*T)/DV
      ETR=ETE+353./DV+676.5/DV**2+102.1/DV**3
```

```
      IF(PBA-1.)19,19,20
   19 ET=ETE
      GO TO 51
   20 IF(T-300.)21,21,22
   21 ET=ETL
      GO TO 51
   22 IF(T-375.)25,24,24
   24 ET=ETR
      GO TO 51
   25 IF(PBA-86.)27,27,28
   27 DV=HDV(P,T1)*1.E+3
      ETL=202.5-88./DV
      DV=HDV(P,T2)*1.E+3
      ETR=233.+353./DV+676.5/DV**2+102.1/DV**3
      ET=ETL+((ETR-ETL)*((T-300.)/75.))
      GO TO 51
   28 DV=HDV(P,T2)*1.E+3
      ETR=233.+353./DV+676.5/DV**2+102.1/DV**3
      ET=ETR-(375.-T)*0.35
   51 ETA=ET*0.010197*1.E-6
      GO TO 500
      END
```

```
C       SPEZ.-GEWICHT DER PRIMAER-MEDIEN  IN  KG/M**3
        FUNCTION GANA(T,P)
        DIMENSION KX(10),KY(10),MADB(15),MOB(10),MAB(10),
       1MTEX1(10),MTEX2(10),MTEX3(10),MTEX4(10),MTEX5(10),MTEX6(10),
       1MTEX7(10),MTEX8(10),MTEX9(10),MTEX10(10),MTEX11(10),MTEX12(10),
       1MTEX13(10),MTEX14(10),MKB(10)  ,NXXXT(10),XY(268),X(50),Y(50),
       1XMA(10),XMI(10),YMA(10),YMI(10),DUMMY1(524)
        COMMON KWP,KAD,KAPKUR,KX,KY,XMA,XMI,YMA,YMI,NP1,KRAS,KBESHI,
       1IDPLOT,INDZ,
       1MADB,MKB,MOB,MAB,MTEX1,MTEX2,MTEX3,MTEX4,MTEX5,MTEX6,MTEX7,
       1MTEX8,MTEX9,MTEX10,MTEX11,MTEX12,MTEX13,MTEX14
C*****************************************************************
C*****************************************************************
C*****************************************************************
        COMMON ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,NURUE,NUREV,NR,
       1DMNA,T1S,T4S,T1T,T4T,PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL,
       2DZ,ALFA,GRH,FRK1,ROA,Q,QUD,QUUE,QUV,QUE,T2S,T3S,T2T,T3T,P1,P2,P3,
       3P4,PSPWE,DTMLUE,DTMLV,DTMLE,RLUE,RLV,RLE,RLGES,DPU,DPV,DPE,DPH2O,
       4WHDN,WWEE,WNA,DD(50),AR(50),ST(50),WZ(50),DDR,ARGN,ARR,GH,HF,HFK,
       5FRK2,DMH2O,FAKEIN,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE,DPNA,KPKM,DDPM,KQTQF
        PB=P*0.980665E+5
        TK=T+273.16
        GOTO(1,2,3,4),KPKM
      1 GANA=RONAL(TK)
        RETURN
      2 GANA=ROHEV(TK,PB)
        RETURN
      3 GANA=ROCO2V(TK,PB)
        RETURN
      4 GANA=1./VOH2OV(TK,PB)
        RETURN
        END
```

```
C       SPEZ.-WAERME DER PRIMAER-MEDIEN  IN  KCAL/KG*C
        FUNCTION CPNA(T,P)
        DIMENSION KX(10),KY(10),MADB(15),MOB(10),MAB(10),
       1MTEX1(10),MTEX2(10),MTEX3(10),MTEX4(10),MTEX5(10),MTEX6(10),
       1MTEX7(10),MTEX8(10),MTEX9(10),MTEX10(10),MTEX11(10),MTEX12(10),
       1MTEX13(10),MTEX14(10),MKB(10)  ,NXXXT(10),XY(268),X(50),Y(50),
       1XMA(10),XMI(10),YMA(10),YMI(10),DUMMY1(524)
        COMMON KWP,KAD,KAPKUR,KX,KY,XMA,XMI,YMA,YMI,NP1,KRAS,KBESHI,
       1IDPLOT,INDZ,
       1MADB,MKB,MOB,MAB,MTEX1,MTEX2,MTEX3,MTEX4,MTEX5,MTEX6,MTEX7,
       1MTEX8,MTEX9,MTEX10,MTEX11,MTEX12,MTEX13,MTEX14
C*****************************************************************
C*****************************************************************
C*****************************************************************
        COMMON ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,NURUE,NUREV,NR,
       1DMNA,T1S,T4S,T1T,T4T,PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL,
       2DZ,ALFA,GRH,FRK1,ROA,Q,QUD,QUUE,QUV,QUE,T2S,T3S,T2T,T3T,P1,P2,P3,
       3P4,PSPWE,DTMLUE,DTMLV,DTMLE,RLUE,RLV,RLE,RLGES,DPU,DPV,DPE,DPH2O,
       4WHDN,WWEE,WNA,DD(50),AR(50),ST(50),WZ(50),DDR,ARGN,ARR,GH,HF,HFK,
       5FRK2,DMH2O,FAKEIN,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE,DPNA,KPKM,DDPM,KQTQF
        PB=P*0.980665E+5
        TK=T+273.16
        GOTO(1,2,3,4),KPKM
      1 CPNA=CPNAL(TK,PB)*2.3889E-4
        RETURN
      2 CPNA=CPHEV(TK,PB)*2.3889E-4
        RETURN
      3 CPNA=CPCO2V(TK,PB)*2.3889E-4
        RETURN
      4 CPNA=(HDI(P,T+1.5)-HDI(P,T-1.5))/3.
        RETURN
        END
```

```
C       SPEZ. ENTHALPIEN DER PRIMAER-MEDIEN  IN  KCAL/KG
        FUNCTION ENTH(T,P)
        DIMENSION KX(10),KY(10),MADB(15),MOB(10),MAB(10),
       1MTEX1(10),MTEX2(10),MTEX3(10),MTEX4(10),MTEX5(10),MTEX6(10),
       1MTEX7(10),MTEX8(10),MTEX9(10),MTEX10(10),MTEX11(10),MTEX12(10),
       1MTEX13(10),MTEX14(10),MKB(10) ,NXXXT(10),XY(268),X(50),Y(50),
       1XMA(10),XMI(10),YMA(10),YMI(10),DUMMY1(524)
        COMMON KWP,KAD,KAPKUR,KX,KY,XMA,XMI,YMA,YMI,NP1,KRAS,KBESHI,
       1IDPLOT,INDZ,
       1MADB,MKB,MOB,MAB,MTEX1,MTEX2,MTEX3,MTEX4,MTEX5,MTEX6,MTEX7,
       1MTEX8,MTEX9,MTEX10,MTEX11,MTEX12,MTEX13,MTEX14
C*****************************************************************
C*****************************************************************
C*****************************************************************
        COMMON ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,NURUE,NUREV,NR,
       1DMNA,T1S,T4S,T1T,T4T,PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL,
       2DZ,ALFA,GRH,FRK1,ROA,Q,QUD,QUUE,QUV,QUE,T2S,T3S,T2T,T3T,P1,P2,P3,
       3P4,PSPWE,DTMLUE,DTMLV,DTMLE,RLUE,RLV,RLE,RLGES,DPU,DPV,DPE,DPH2O,
       4WHDN,WWEE,WNA,DD(50),AR(50),ST(50),WZ(50),DDR,ARGN,ARR,GH,HF,HFK,
       5FRK2,DMH2O,FAKEIN,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE,DPNA,KPKM,DDPM,KQTQF
        PB=P*0.980665E+5
        TK=T+273.16
        GOTO(1,2,3,4),KPKM
      1 ENTH=EHNAL(TK,PB)*2.3889E-4
        RETURN
      2 ENTH=EHHEV(TK,PB)*2.3889E-4
        RETURN
      3 ENTH=EHCO2V(TK,PB)*2.3889E-4
        RETURN
      4 ENTH=EHH2OV(TK,PB)*2.3889E-4
        RETURN
        END
```

```
C       WAERMELEITFAEHIGKEIT DER PRIMAER-MEDIEN  IN  KCAL/M*H*C
        FUNCTION WLNA(T,P)
        DIMENSION KX(10),KY(10),MADB(15),MOB(10),MAB(10),
       1MTEX1(10),MTEX2(10),MTEX3(10),MTEX4(10),MTEX5(10),MTEX6(10),
       1MTEX7(10),MTEX8(10),MTEX9(10),MTEX10(10),MTEX11(10),MTEX12(10),
       1MTEX13(10),MTEX14(10),MKB(10) ,NXXXT(10),XY(268),X(50),Y(50),
       1XMA(10),XMI(10),YMA(10),YMI(10),DUMMY1(524)
        COMMON KWP,KAD,KAPKUR,KX,KY,XMA,XMI,YMA,YMI,NP1,KRAS,KBESHI,
       1IDPLOT,INDZ,
       1MADB,MKB,MOB,MAB,MTEX1,MTEX2,MTEX3,MTEX4,MTEX5,MTEX6,MTEX7,
       1MTEX8,MTEX9,MTEX10,MTEX11,MTEX12,MTEX13,MTEX14
C*****************************************************************
C*****************************************************************
C*****************************************************************
        COMMON ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,NURUE,NUREV,NR,
       1DMNA,T1S,T4S,T1T,T4T,PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL,
       2DZ,ALFA,GRH,FRK1,ROA,Q,QUD,QUUE,QUV,QUE,T2S,T3S,T2T,T3T,P1,P2,P3,
       3P4,PSPWE,DTMLUE,DTMLV,DTMLE,RLUE,RLV,RLE,RLGES,DPU,DPV,DPE,DPH2O,
       4WHDN,WWEE,WNA,DD(50),AR(50),ST(50),WZ(50),DDR,ARGN,ARR,GH,HF,HFK,
       5FRK2,DMH2O,FAKEIN,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE,DPNA,KPKM,DDPM,KQTQF
        PB=P*0.980665E+5
        TK=T+273.16
        GOTO(1,2,3,4),KPKM
      1 WLNA=WLNAL(TK)*0.86
        RETURN
      2 WLNA=WLHEV(TK,PB)*0.86
        RETURN
      3 WLNA=WLCO2V(TK,PB)*0.86
        RETURN
      4 WLNA=FLAM(P,T,2.)
        RETURN
        END
```

```
C       VISKOSITAET DER PRIMAER-MEDIEN  IN  M**2/S
        FUNCTION FNUENA(T,P)
        DIMENSION KX(10),KY(10),MADB(15),MOB(10),MAB(10),
       1MTEX1(10),MTEX2(10),MTEX3(10),MTEX4(10),MTEX5(10),MTEX6(10),
       1MTEX7(10),MTEX8(10),MTEX9(10),MTEX10(10),MTEX11(10),MTEX12(10),
       1MTEX13(10),MTEX14(10),MKB(10) ,NXXXT(10),XY(268),X(50),Y(50),
       1XMA(10),XMI(10),YMA(10),YMI(10),DUMMY1(524)
        COMMON KWP,KAD,KAPKUR,KX,KY,XMA,XMI,YMA,YMI,NP1,KRAS,KBESHI,
       1IDPLOT,INDZ,
       1MADB,MKB,MOB,MAB,MTEX1,MTEX2,MTEX3,MTEX4,MTEX5,MTEX6,MTEX7,
       1MTEX8,MTEX9,MTEX10,MTEX11,MTEX12,MTEX13,MTEX14
C*****************************************************************
C*****************************************************************
C*****************************************************************
        COMMON ALFAA,ALFAI,WDZ,NN,NURUE,NUREV,NR,
       1DMNA,T1S,T4S,T1T,T4T,PHD,WHD,MAT,ARUE,ARV,DA,DI,DAAR,DIAR,SQU,SL,
       2DZ,ALFA,GRH,FRK1,ROA,Q,QUD,QUUE,QUV,QUE,T2S,T3S,T2T,T3T,P1,P2,P3,
       3P4,PSPWE,DTMLUE,DTMLV,DTMLE,RLUE,RLV,RLE,RLGES,DPU,DPV,DPE,DPH2O,
       4WHDN,WWEE,WNA,DD(50),AR(50),ST(50),WZ(50),DDR,ARGN,ARR,GH,HF,HFK,
       5FRK2,DMH2O,FAKEIN,KUEUEV,KDOPPR,DPZUE,DPNA,KPKM,DDPM,KQTQF
        PB=P*0.980665E+5
        TK=T+273.16
        GOTO(1,2,3,4),KPKM
      1 FNUENA=ZDNAL(TK)/GANA(T)
        RETURN
      2 FNUENA=ZDHEV(TK,PB)/GANA(T,P)
        RETURN
      3 FNUENA=ZDCO2V(TK,PB)/GANA(T,P)
        RETURN
      4 FNUENA=ETA(P,T,2.)
        RETURN
        END
```

```
C       PROGRAMM ZUR BESTIMMUNG DER WAERMELEITFAEHIGKEIT
        FUNCTION WAERM (TE,MAT)
        DIMENSION T1(10),WAER1(7),WAER2(10),WAER4(10)
C       TE  (GRD C)  EINSATZTEMPERATUR
C       MAT          MATERIALKENNZIFFER
C                    1 ENTSPRICHT  10 CR MO 9 10        NR. 7380
C                    2 ENTSPRICHT  X 8 CR NI NB 16 13   NR. 4961
C                    3 ENTSPRICHT  X 8 CR NI MO NB 16 16   4981
C                    4 ENTSPRICHT  LO-CON-MATTE (ISOLIERSTOFF)
C                        LITERATUR: FIBERFRAX-PROSPEKT   VON  HERRN HUBER
C       WAERM (KCAL/M*H*GRD C) WAERMELEITFAEHIGKEIT
        DATA T1/20.,100.,200.,300.,400.,500.,600.,650.,700.,800./,
       1 WAER1/33.,32.5,32.,31.,29.,27.,25./,
       2 WAER2/12.6,14.3,15.9,17.9,19.2,20.9,22.5,23.4,24.2,25.9/,
       3 WAER4/0.02,0.025,0.031,0.05,0.068,0.085,0.105,0.114,0.126,0.15/
        T=TE
        IF(T.LT.20.) T=20.
        DO 1 J=2,10
        I=J
        IF(T.LE.T1(I)) GO TO 2
      1 CONTINUE
      2 GO TO (3,4,5),MAT
      3 IF(T-600.)6,6,7
      7  T=600.
        I=7
      6 WAERM=WAER1(I-1)-(T-T1(I-1))/(T1(I)-T1(I-1))*(WAER1(I-1)-WAER1(I))
        RETURN
      4 IF(T.GT.800.) T=800.
        WAERM=WAER2(I-1)-(T-T1(I-1))/(T1(I)-T1(I-1))*(WAER2(I-1)-WAER2(I))
        RETURN
      5 IF(T.GT.800.) T=800.
        WAERM=WAER4(I-1)-(T-T1(I-1))/(T1(I)-T1(I-1))*(WAER4(I-1)-WAER4(I))
        RETURN
        END
```