

①2

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②1 Anmeldenummer: 80101077.8

⑤1 Int. Cl.³: **F 04 D 29/58**

②2 Anmeldetag: 04.03.80

③0 Priorität: 12.03.79 DE 2909675

⑦1 Anmelder: **Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg Aktiengesellschaft, Bahnhofstrasse 66 Postfach 11 02 40, D-4200 Oberhausen 11 (DE)**

④3 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 17.09.80
Patentblatt 80/19

⑧4 Benannte Vertragsstaaten: **CH FR GB IT**

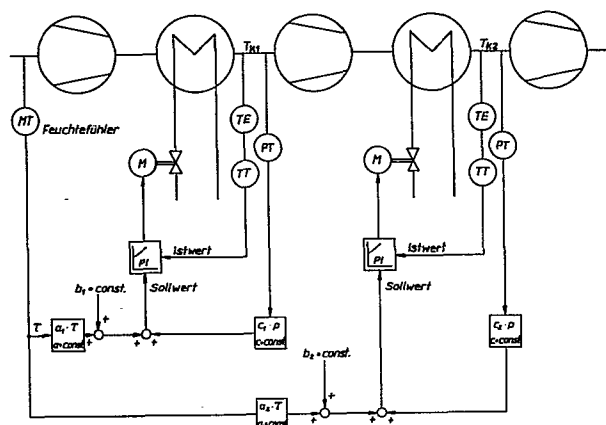
⑦2 Erfinder: **Blotenberg, Wilfried, Dipl.-Ing., Hasenstrasse 20, D-4200 Oberhausen 12 (DE)**

⑤4 **Verfahren zur kondensatfreien Zwischenkühlung verdichteter Gase.**

⑤7 Verfahren, wobei ein wesentlicher, den Zustand des zu verdichtenden Gases bestimmender Messwert vor der ersten Verdichtungsstufe ermittelt wird und der Sollwert für den Zustand des Gases auf der Saugseite jeder der ersten folgenden Verdichterstufen mit Hilfe einer das i-x Diagramm linearisiert darstellenden Funktion berechnet wird, wobei die Taupunkttemperatur (absolute Feuchte) τ_a des zu verdichtenden Gases auf der Saugseite der ersten Verdichterstufe und der Druck p_i des zu verdichtenden Gases auf der Saugseite jeder der ersten folgenden Verdichterstufe gemessen wird und aus diesen Messwerten anhand einer Gleichung

$$T_i = a_i \cdot \tau_a + b_i \cdot p_i + c_i$$

die zulässige Kühlertemperatur T_i als Sollwert berechnet wird und weiterhin die Temperatur des zu verdichtenden Gases auf der Saugseite jeder der ersten folgenden Verdichterstufe als Istwert bestimmt wird, wobei a_i , b_i und c_i Konstante sind.



- 1 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kondensat-
freien Zwischenkühlung verdichteter Gase, wobei ein
wesentlicher, den Zustand des zu verdichtenden Gases
bestimmender Meßwert vor der ersten Verdichterstufe
5 ermittelt wird und der Sollwert für den Zustand des
Gases auf der Saugseite jeder der der ersten folgenden
Verdichterstufe mit Hilfe einer das i-x Diagramm
linearisiert darstellenden Funktion berechnet wird.
- 10 Ein derartiges Verfahren, wie es z.B. aus der DE-AS
2 113 038 bekannt ist, ermöglicht zwar bereits eine
gewisse Berechnung der zulässigen Temperaturen des
zu verdichtenden Gases in den Zwischenkühlern, da bei
dem bekannten Verfahren aber die Ansaugtemperatur ge-
15 messen wird und von einer relativen Feuchte von 100 %
ausgegangen wird, sind die berechneten Temperaturwerte
nicht exakt genug, um optimale Meßwerte zu erhalten.
Außerdem bleibt dort der recht beachtliche Einfluß
des Kühlerdrucks unberücksichtigt. Die ermittelten
20 Temperaturen sind also bei Betriebsdrücken, die
unterhalb des maximal möglichen Kühlerdrucks liegen
und bei relativen Ansaugfeuchten, die unter 100 %
liegen, nicht unwesentlich zu hoch.
- 25 Der Wirkungsgrad der Anlage ist damit geringer als
maximal möglich.
- Es ist jetzt Aufgabe der Erfindung, das eingangs ge-
nannte Verfahren dahingehend zu verbessern, daß die
30 zulässige Kühkertemperatur jedes der Zwischenkühler
mit geringem Aufwand nahezu exakt berechnet und
kontrolliert werden kann, um so zum einen die bekannten
Nachteile durch die Unterschreitung der zulässigen
Taupunkttemperatur zu vermeiden, andererseits aber den
35 Wirkungsgrad der Verdichtungsanlage so gut wie möglich

1 zu halten. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch
gelöst, daß die Taupunkttemperatur (absolute Feuchte)
 τ_a des zu verdichtenden Gases auf der Saugseite
der ersten folgenden Verdichterstufe gemessen wird
5 und aus diesen Meßwerten an Hand einer Gleichung

$$T_i = a_i \cdot \tau_a + b_i \cdot p_i + c_i$$

die zulässige Kühlertemperatur T_i als Sollwert be-
10 rechnet wird und weiterhin die Temperatur jeder der
ersten folgenden Verdichterstufe als Istwert be-
stimmt wird, wobei a_i , b_i und c_i Konstante sind.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfin-
15 dung an Hand einer Schemazeichnung näher erläutert.
Die Konstanten a_i und c_i , die in der Größenordnung
1 - 5 liegen, können mit handelsüblichen Regel-
systemen durch mehrfache Addition der Meßgrößen zu
sich selbst und anschließender Abschwächung in einem
20 Spannungsteiler realisiert werden.

Es zeigen:

25 Figur 1 die Abhängigkeit des Taupunktes τ_2
nach der zweiten Verdichterstufe vom
Taupunkt des Ausgangsgases τ_a für ver-
schiedene Drücke (dargestellt sind der
tatsächliche Verlauf und die dem erfin-
dungsgemäßen Verfahren zugrunde liegende
30 Näherung) und

Figur 2 ein Regelschema zur Durchführung des
erfindungsgemäßen Verfahrens.

35

Bei den verwendeten Symbolen kennzeichnen der Index a den Anfangszustand vor der ersten Verdichterstufe und der Index $i = 1, 2, 3 \dots$ die Zahl der erfolgten Verdichtungen.

Für Temperaturen bis etwa 60°C und Drücke bis 10 bar kann feuchte Luft näherungsweise als ideales Gasgemisch von Luft- und Wasserdampf betrachtet werden. Es gilt dann folgender Zusammenhang:

$$P_{Di} = \frac{P_{Da} \cdot p_i}{P_a} \quad (1)$$

Um den Taupunkt beim Druck P_z zu erhalten, benötigt man den Taupunkt τ_1 beim Druck P_1 , liest aus der Gasdruckkurve den zugehörigen Partialdruck P_{D1} , errechnet mit Formel (1) den Partialdruck P_{D2} und erhält aus dem zugehörigen Punkt auf der Gasdruckkurve den Taupunkt τ_2 .

Für den Fachmann überraschend hat sich gezeigt, daß sich die Taupunkttemperatur τ_i auf beliebigem Druckniveau durch folgende Geradenapproximation hinreichend genau beschreiben läßt:

$$\tau_i = a_i \cdot \tau_a + b_i \cdot p_i + c_i' \quad (2)$$

Da die gewünschte Kühllertemperatur um eine Sicherheitsspanne oberhalb der Taupunkttemperatur liegen soll, ergibt sich die gewünschte Temperatur T_i zu

$$T_i = a_i \cdot \tau_a + b_i \cdot p_i + c_i \quad (3)$$

- 1 Durch die Linearisierung entfällt die Notwendigkeit,
 Absoluttemperaturen zu berücksichtigen. Wie eine Bei-
 spielrechnung zeigt, ergeben sich bei einem Approxima-
 tionsbereich zwischen $\tau_a = 0 \dots 30^\circ\text{C}$ und $P_i =$
 5 4 ... 6 bar maximale Fehler von $1,5^\circ\text{C}$.

In der Figur 1 ist der Zusammenhang zwischen exaktem
 und angenähertem Verlauf graphisch dargestellt.

- 10 Die Konstanten können einfach berechnet werden, indem
 für drei Arbeitspunkte aus dem Approximationsbereich
 die exakten Taupunkttemperaturen aus den Dampfdruck-
 tafeln entnommen und in die Geradengleichungen ein-
 gesetzt werden.

15

In Fig. 2, in der eine Regelanordnung zur Durchfüh-
 rung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt ist,
 wurden folgende Symbole verwendet:

20

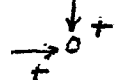
MT = Feuchtefühler

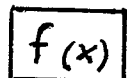
TE = Temperaturfühler

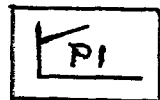
TT = Temperaturmeßumformer

PT = Druckmeßumformer

25

 = Addierstelle

 = Funktionsglied

 = Regler

30

 = motorisch angetriebenes Ventil

- Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, die
 Temperatur des Gases in Zwischenkühlern von Gasver-
 35 dichtern mit einfachen Mitteln so zu regeln, daß

- 1 der Wirkungskreis der Verdichteranlage nicht gemin-
dert, die Ansaugleistung erhalten bleibt und ein
dauerhafter korrosionsfreier Betrieb gesichert ist.
Durch eine Linearisierung im jeweiligen Arbeitsbe-
5 reich läßt sich die Regelung mit geringem Geräteauf-
wand zuverlässig durchführen. Es kann daher von einer
hervorragenden Lösung der anstehenden Probleme ge-
sprochen werden.

10

15

20

25

30

35

1 P a t e n t a n s p r u c h :

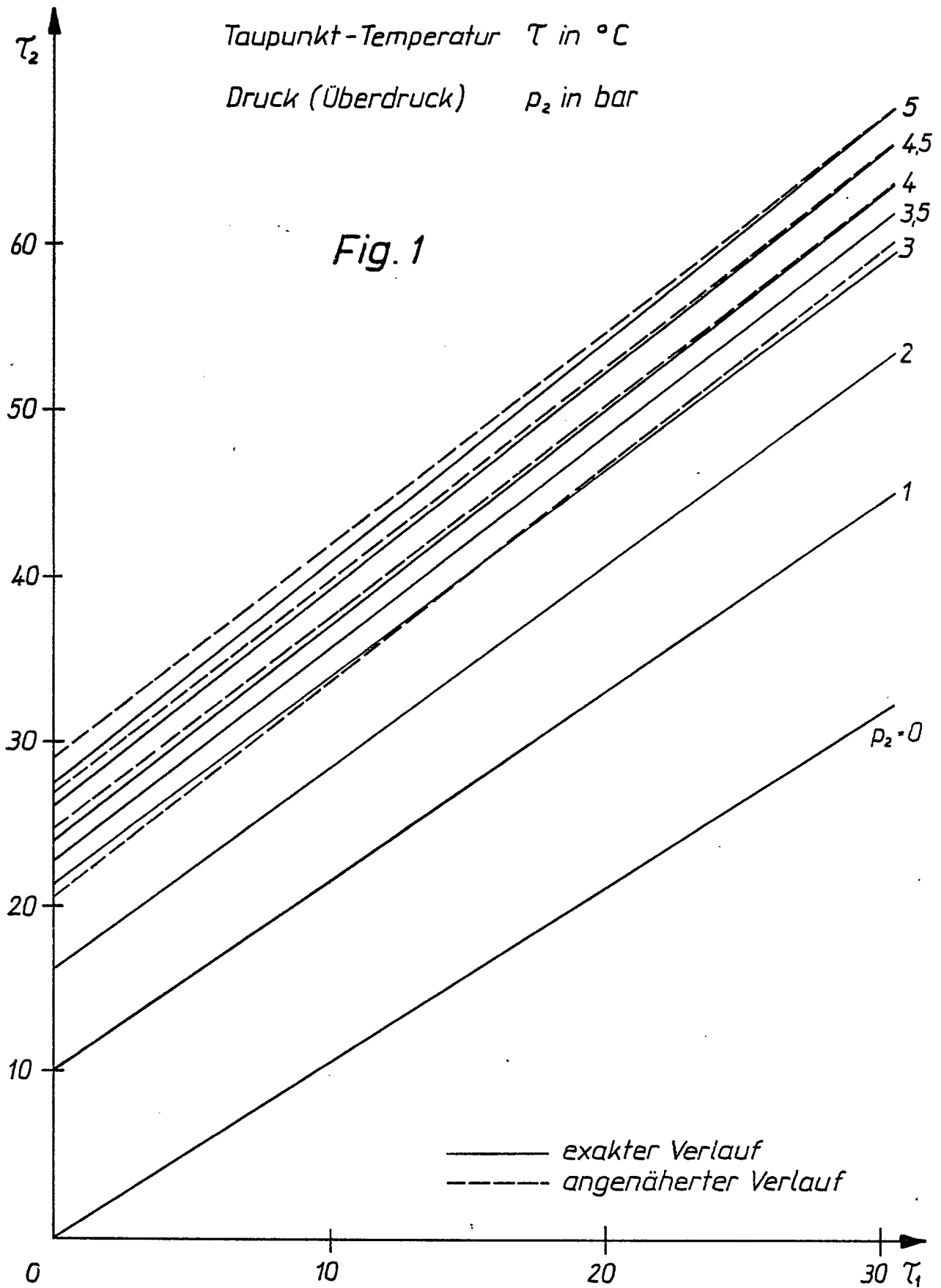
5 Verfahren zur kondensatfreien Zwischenkühlung verdichteter Gase, wobei ein wesentlicher, den Zustand des zu verdichtenden Gases bestimmender Meßwert vor der ersten Verdichterstufe ermittelt wird und der Sollwert für den Zustand des Gases auf der Saugseite
10 jeder der der ersten folgenden Verdichterstufen mit Hilfe einer das i-x Diagramm linearisiert darstellenden Funktion berechnet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Taupunkttemperatur (absolute Feuchte) τ_a des zu verdichtenden Gases auf der Saugseite der
15 ersten Verdichterstufe und der Druck p_i des zu verdichtenden Gases auf der Saugseite jeder der der ersten folgenden Verdichterstufe gemessen wird und aus diesen Meßwerten an Hand einer Gleichung

20
$$T_i = a_i \cdot \tau_a + b_i p_i + c_i$$

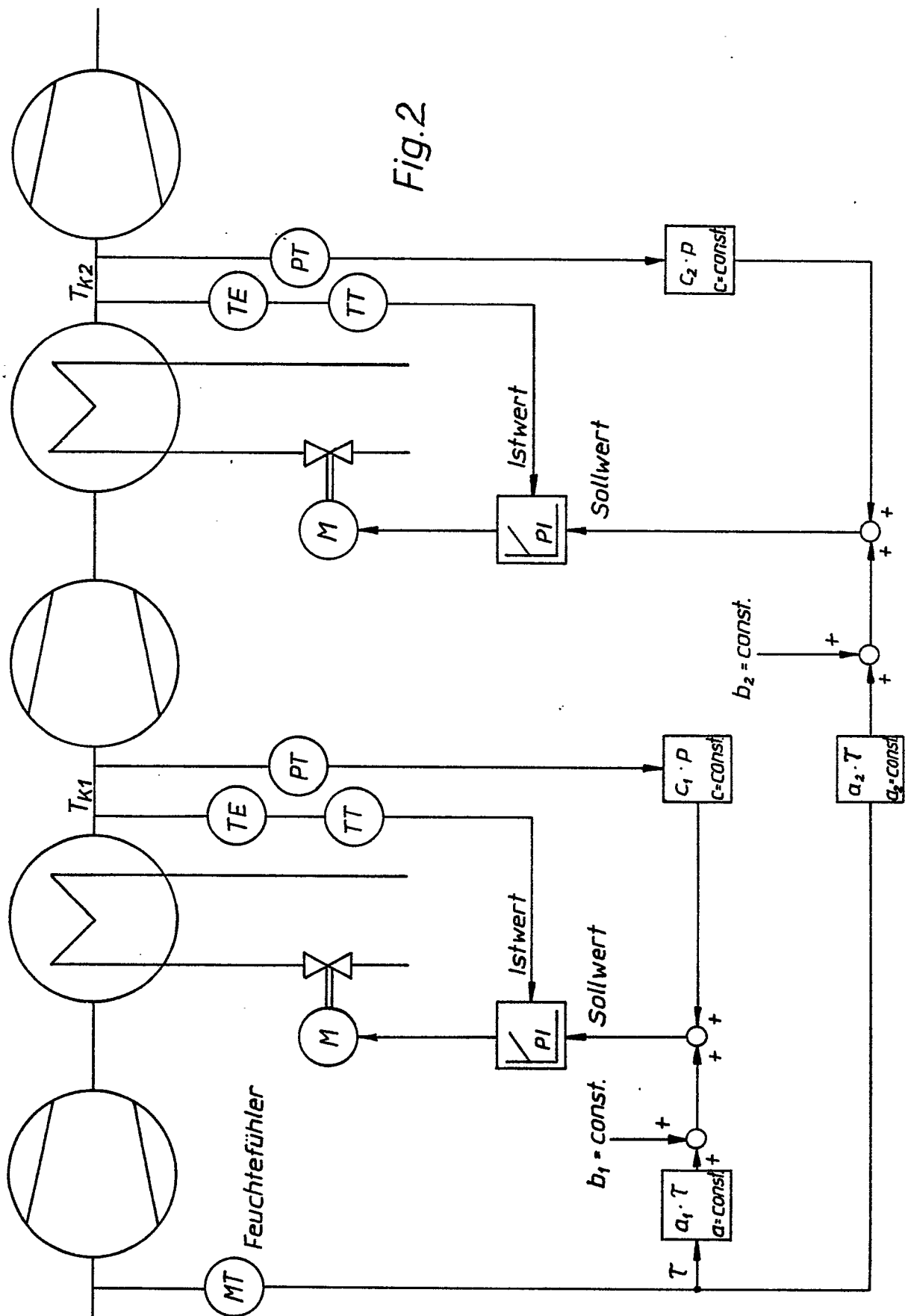
die zulässige Kühltbertemperatur T_i als Sollwert berechnet wird und weiterhin die Temperatur des zu verdichtenden Gases auf der Saugseite jeder der ersten
25 folgenden Verdichterstufe als Istwert bestimmt wird, wobei a_i , b_i und c_i Konstante sind.

30

35



0015535





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0015535
Nummer der Anmeldung
EP 80 10 1077

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl. ³)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
X	DE - B - 2 132 141 (GUTEHOFFNUNGS- HUTTE STERKRADE) * Insgesamt * --	1	F 04 D 29/58
A, D	DE - A - 2 113 038 (CHEMISCHE WERKE HULS) * Insgesamt * --	1	
A	DE - A - 1 428 047 (BADISCHE ANI- LIN- & SODA-FABRIK) * Insgesamt * ----	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³) F 04 D
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patent- familie, übereinstimmendes Dokument
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	17-06-1980	DE SCHEPPER	