

(12)

# **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 80890125.0

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: **F 01 D 5/06**

(22) Anmeldetag: 24.10.80

(30) Priorität: 25.10.79 AT 6935/79

(51) Anmelder: **ELIN-UNION Aktiengesellschaft für elektrische Industrie, Penzingerstrasse 76, A-1141 Wien (AT)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: 06.05.81  
Patentblatt 81/18

(72) Erfinder: **Jericha, Herbert, Prof.Dr.Dipl.Ing., Alserstrasse 69/13, A-1080 Wien (AT)**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **CH DE FR GB LI SE**

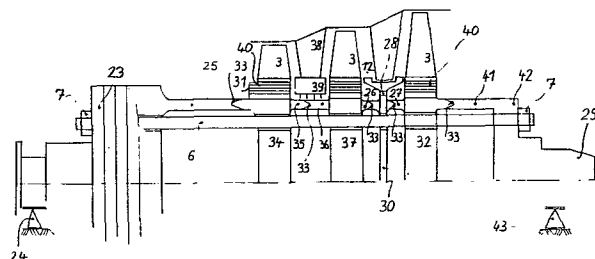
(74) Vertreter: **Krause, Peter, Penzinger Strasse 76, A-1141 Wien (AT)**

## (54) **Rotor für eine thermische Turbomaschine.**

(57) Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine Abgasturbine. Es ist bekannt, daß die mit Tannenbaumfüßen ausgestatteten Laufschaufeln (3) auf Scheiben (32, 34, 37) befestigt sind, welche Kühlkanäle (40) aufweisen. An jede der Scheiben (32, 34, 37) sind beiderseits je zwei elastische Zwischenstücke (26, 27, 35, 36) in Ringform angeschmiedet. Diese sind durch einen Doppelkonus (33) untereinander verbunden. Die Scheiben (32, 34, 37) mit den elastischen Zwischenstücken (26, 27, 35, 36) sind durch Spannbolzen (6) mit den beiden Endstücken (23, 29), welche je ein elastisches Zwischenstück (25, 41) aufweisen, verschraubt. Die durch die Zwischenstücke (35, 36) geschaffene Fläche dient als Dichtfläche für den Zwischenboden (39) der Laufschaufel (38).

Eine Ausgestaltung ist, zwischen zwei Scheiben (32, 37) eine weitere Scheibe (30) mit dem Zwischenboden für die Laufschaufeln anzuordnen, die beiderseits mit je einer Doppelkonusverbindung (33) für die elastischen Zwischenstücke (26, 27) versehen ist.

Durch die elastischen Zwischenstücke (26, 27, 35, 36) wird einerseits die Leistung von einer Scheibe (32, 34, 37) auf die nächste übertragen und andererseits durch die Elastizität der Zwischenstücke (26, 27, 35, 36) kommt es zu keinem Bruch dieser, bei unterschiedlichen Temperaturen der einzelnen Laufschaufelreihen (3).



**EP 0 028 217 A1**

0028217

Rotor für eine thermische Turbomaschine

Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine thermische Turbomaschine, insbesondere für eine die Abgase chemischer oder petrochemischer Prozesse verwertenden Industrie-Abgasturbine, der aus einzelnen Scheiben und zwei Wellenstummeln aufgebaut und durch  
5 axiale Spannbolzen zusammengespannt ist.

Bei der Konstruktion von Rotoren und Gasturbinen besteht das Problem, daß einzelne Teile des Rotors nahezu kalt auf Kühllufttemperatur bleiben, wie der Ausgleichskolben und die Niederdruckaustrittsseite, während andere Teile nahezu auf die Heißgastemperatur erwärmt werden.

10 Es ist dies besonders die erste Scheibe der Gasturbine in der die höchste Temperatur herrscht. Auch wenn eine Rotor- und Schaufelkühlung vorhanden ist, so erreicht diese Scheibe Temperaturen im Bereich von 500 - 600° C, erleidet also wesentliche Dehnungen gegenüber den kaltbleibenden Teilen, die auf Kühllufttemperatur im Bereich von 200 - 300° C  
15 verbleiben. Dies ist dadurch bedingt, daß die Schaufeln eine sehr hohe Wärmeübergangszahl aufweisen, so daß die Schaufeln nach wenigen Sekunden bzw. Minuten nach Anfahren der Turbine auf Gastemperatur kommen und von dort aus eine Einleitung der Wärme in den Schaufelfuß und von dort weiter in die Rotorkonstruktion erfolgt.

20 Bei einem Trommelrotor wie er im Dampfturbinenbau allgemein üblich ist, besteht bei der Anwendung im Gasturbinenbau das Problem, diese Wärmemengen abzuführen so daß keine zu großen Temperaturdifferenzen in der Rotortrommel entstehen, da sonst die Wärmespannungen zu hoch werden. Dies kann gemäß der AT-PS Nr. 290927 erfolgen. Bei dieser Anordnung be-  
25 steht jedoch der Nachteil, daß bei höheren Gastemperaturen eine besondere Dämmung des Wärmezufusses vom Schaufelblatt in den Schaufelfuß, vorzugsweise einen Tannenbaum, durch einen sogenannten verlängerten Fuß erfolgen muß. Außerdem muß die Kühlung so bemessen sein, daß ein Großteil der Wärmemenge, die über die Schaufel eingeleitet wird, abgeführt werden kann,  
30 was große Kühlluftmengen bedingt.

Aus diesem Grund ist es daher günstig, auch bei Verwendung einer Rotorkühlung gemäß der oben zitierten AT-PS einen Gasturbinenrotor aus ein-

0028217

- zelnen Scheiben **zukunftsträglich**, wobei die Scheiben auf verschiedenen hohe Temperatur kommen können, entsprechend ihren Umgebungsbedingungen, wie beispielsweise der Ausgleichskolben auf Kühllufttemperatur, die erste Scheibe auf die höchste Gastemperatur, die letzte Scheibe auf die tiefste Gastemperatur und das austrittsseitige Wellenende wieder auf Kühllufttemperatur.
- Wie erwähnt, befinden sich dann die mittleren Scheiben auf einer Temperatur von  $500 - 600^{\circ} \text{C}$  während die kalten Teile des Rotors etwa  $200^{\circ} \text{C}$  annehmen. Die entsprechende Dehnungsdifferenz beträgt bei einem mittleren Rotor Dehnungen in der Größenordnung von  $0,5 - 2 \text{ mm}$  Radialdehnung. Diese Dehnungsdifferenz wird bei Gasturbinen üblicherweise durch eine konische Verzahnung, die sogenannte Hirth-Verzahnung aufgenommen. Diese schafft eine solche Bewegungsmöglichkeit, daß sich die heißen Scheiben dehnen und nach außen gleiten und die kalten Teile des Rotors demgegenüber zurückbleiben können. Naturgemäß muß ein derartiger Rotor durch axiale Bolzen zusammengespannt werden.
- Es können dies mehrere über den Umfang verteilte Bolzen bzw. ein zentraler Bolzen sein. Die Schwingungsabstimmung hat so zu erfolgen, daß bei der größten Schwingungsamplitude des Rotors immer noch eine positive Vorspannung, also Druckspannung in der Hirth-Verzahnung gegeben ist. Die Spannbolzen müssen so bemessen sein, daß sie bei der Aufnahme der Axialdehnungen der Scheiben entsprechend ihrem Temperaturanstieg nicht in den plastischen Bereich kommen, sondern ihre elastische Vorspannung behalten.
- Diese obige Anordnung hat aber den Nachteil, daß keine vollkommene Zentrierung der einzelnen Scheiben gegeben ist, da kleine Bewegungen in der Hirth-Verzahnung auf Grund des notwendigen Spieles ja immer möglich sind und daher Exzentrizitäten der einzelnen Scheiben bei deren Dehnung auftreten.
- Weiters besteht der Nachteil, daß die Fertigung der Verzahnung entsprechend aufwendig und daher teuer ist. Außerdem entstehen durch die Bewegung in der Verzahnung Abnützungserscheinungen, die die Zentriergenauigkeit noch zusätzlich mindern. Da in der Verzahnung im wesentlichen

0028217

unter 45 Grad geneigte Stirnflächen aneinanderliegen, die zwar das Drehmoment übertragen, jedoch in ihrer Axialvorspannung direkt der Spannkraft der Bolzen proportional sind, ist eine hohe Vorspannung durch Spannbolzen erforderlich.

5

Weiters sind geschweißte Rotoren für Gasturbinen bekannt, in denen mehrere Scheiben, die nach Gestalt einer Scheibe gleicher Festigkeit geformt sind, mit einem in radialer Richtung sehr breiten Kranz durch eine tiefe tulpenförmige Schweißnaht miteinander verbunden sind. Bei dieser Anordnung sind keine axialen Spannbolzen erforderlich, da die Scheiben ja direkt durch Schweißnähte miteinander verbunden sind. Es bestehen jedoch unterschiedliche Temperaturen zwischen den einzelnen Scheiben, was radiale Dehnungsdifferenzen an der Schweißstelle bedingt. Diese Dehnungsdifferenzen müssen nun durch elastische Verformung des Zwischenstückes aufgenommen werden. Dieses Zwischenstück ist bei dieser Konstruktion gegenüber den Zwischenstücken der Konstruktionen mit Hirth-Verzahnung wesentlich dicker ausgeführt, so daß die Aufnahme der Radialverschiebungen große Biegekräfte in diesem Zwischenstück hervorruft. Obendrein müssen diese hohen Biegekräfte von den Schweißnähten aufgenommen werden, was eine besonders sorgfältige Gestaltung der Schweißnähte und damit eine entsprechend teure Fertigung voraussetzt. Ein weiterer Nachteil ist, daß diese Konstruktion nur aus Scheiben gleichen Materials gefertigt werden kann, da die Schweißung von Hochtemperaturmaterialien und Niedertemperaturmaterialien metallurgische Schwierigkeiten bereitet. Außerdem können gewisse Hochtemperaturwerkstoffe, besonders Austenite, überhaupt schlecht geschweißt werden.

10

15

20

25

30

35

Es sind auch noch die sogenannten Hantelringe der Ljungströmturbine bekannt, die einen Ausgleich von Radialdehnungsdifferenzen durch Bewegung im doppelten Kugel-(Torus)-sitz der hantelförmigen Elemente mittels einer Gelenkwirkung erzeugen. Nachteilig hiebei ist, daß eine Gleitbewegung in den Kugelsitzen eintritt und sich der Hantelring wie in einem Gelenk verformt. Da ein Stülpmoment nicht durch Formschluß sondern nur durch Reibungskräfte übertragen werden kann und da die Fertigung eines Kugelsitzes entsprechend ungenau bzw. teuer ist und da nur geringe Vorspannungen durch Einstemmen, im Gegensatz zu hohen Vorspannungen der Spannbolzen,

aufgebracht werden können, können auch nur geringe Drehmomente, jeweils die eines Schaufelgitters, aber nicht eines ganzen Rotors übertragen werden.

5 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Rotor zu schaffen, der keine der obigen Nachteile aufweist und der auch mit geringeren Vorspannkräften zusammengebaut ist. Der eingangs beschriebene Rotor ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die vorzugsweise aus verschiedenen Materialien bestehenden einzelnen Scheiben durch elastische Zwischenstücke distanziert sind und daß mindestens eine Verbindung der elastischen Zwischenstücke untereinander bzw. mit den Scheiben formschlüssig  
10 unter axialer Vorspannung ist.

Durch die Erfindung ist es erstmals möglich, einen Rotor für eine thermische Turbomaschine herzustellen, bei dem auch Scheiben verschiedenen  
15 Materials verwendet werden können und bei dem die großen Temperaturdifferenzen der Scheiben und dementsprechend die großen relativen radialen Dehnungen beherrscht werden. Diese radialen Ausdehnungen werden durch elastische Verformung der Zwischenstücke aufgenommen, wobei an den Befestigungsstellen keine Gleitungen und damit keine Abnützungen  
20 auftreten. Ferner werden bei diesem Rotor die Drehmomente der Gaskräfte vorzugsweise durch Reibung in diesen Befestigungsstellen übertragen. Außerdem werden diese Reibungskräfte dazu benützt, um mit geringeren Vorspannkräften, also mit schwächer und elastischer dimensionierten axialen Spannbolzen auszukommen.

25 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist das elastische Zwischenstück die Form eines Ringes auf und die äußere Umfangsfläche dieses Ringes den Zwischenboden zu den Leitschaufeln der Turbine.

30 Diese erfindungsgemäße Ausführung der elastischen Zwischenringe bringt neben den sehr guten Distanzierungseigenschaften auch noch die Vorteile eines Zwischenbodens mit sich.

35 Entsprechend einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen den, die Schaufeln tragenden Scheiben, eine Zwischenscheibe angeordnet, die durch elastische Zwischenringe mit den Scheiben verbunden ist.

0028217

Durch diese erfindungsgemäße Zwischenscheibe werden die Fliehkräfte der elastischen Zwischenringe aufgenommen. Auch an dieser Zwischenscheibe kann ein Zwischenboden, eventuell mit Ringnut - gemäß AT-PS Nr. 290926 - angeordnet sein. Die Ringform dieses Zwischenbodens erweist sich beim Aufschweißen der Stolperkante aus Hartmetall als Vorteil.

Gemäß der weiteren Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die formschlüssige Verbindung durch einen Doppelkonus oder einen Zylindersitz mit Konus oder einen doppelten Zylindersitz.

Gegenüber herkömmlichen Konstruktionen, wo axiale Stirnflächen aneinanderstehen und somit nur der einfache Betrag der Vorspannung zur Wirkung kommt, ist diese erfindungsgemäße Lösung ein Vorteil, da unter der Wirkung der vergrößerten Reibungskräfte eine beträchtliche Verminderung der notwendigen Vorspannung und damit der Größe der Spannbolzen erreicht wird, wodurch die Spannbolzen elastischer werden und die axiale Wärmedehnung leichter aufnehmen können. Außerdem ist die erfindungsgemäße Lösung wesentlich billiger zu fertigen als vergleichsweise eine Hirth-Verzahnung.

20

Die Erfindung wird an Hand der Zeichnungen näher erläutert. Fig. 1 zeigt die zentrische Verbindung von zwei benachbarten Scheiben mit einem elastischen Zwischenstück, Fig. 2 bis Fig. 5 verschieden mögliche elastische Verbindungen, Fig. 6 einen elastischen Zwischenring, der durch eine Zwischenscheibe gestützt ist, Fig. 7 ein verformtes Zwischenstück, Fig. 8 die Verformung der Zwischenscheibe aufgrund der Verformung des Zwischenringes, Fig. 9 eine Gesamtanordnung des Rotors, Fig. 10 einen Spannbolzen mit Spannhülse und Fig. 11 und Fig. 12 Details der Drehmomentübertragung im Zwischenring.

30

Gemäß der Fig. 1 erfolgt die zentrische Verbindung von zwei benachbarten Scheiben 1 und 2 durch ein elastisches Zwischenstück. Dieses Zwischenstück ist ein elastischer Ring aus den Teilen 13 und 14, der bei der Dehnung der einen Scheibe (Scheibe 1 werde heißer als Scheibe 2 und bewege sich daher radial nach außen, die relative radiale Verschie-

35

0028217

bung ist mit 25 in Fig. 7 und Fig. 8 bezeichnet) nach einer  
s-förmigen Kurve Fig. 7 verstülpt wird. Da der Ring 13 und 14 mit  
großer Genauigkeit durch Drehen rundgefertigt ist, muß bei seiner  
elastischen Verformung die Scheibe 1 zur Scheibe 2 zentrisch bleiben.  
5 Die konusförmige Verbindung 5, vorzugsweise ein Doppelkonus mit Winkeln  
zwischen etwa 15 und 45 Grad kann Biegemomente bzw. Stülpmomente auf-  
nehmen, so daß das Zwischenglied bei genügender Vorspannung wie ein  
elastisches Stück zu behandeln ist bzw. sich wie ein elastisches Stück  
verhält. Diese Verbindungen können **verschiedentlich gestaltet sein**. Sie  
10 können aus einem Doppelkonus Fig. 2, einem Konus mit einem Zylinder  
Fig. 3 bzw. auch aus zwei Zylindern mit entsprechender Vorspannung  
der Gegenflächen und einem konischen Einlauf zum Zusammenfügen Fig. 4  
bestehen. Im Bedarfsfall kann auch direkt verflanscht werden mit Zen-  
trierung durch Zentrierabsatz oder Paßbolzen 48 Fig. 5. Dieses ela-  
15 stische Zwischenstück kann die Gegenfläche für eine zwischenliegende  
Leitschaufel 9 bilden Fig. 1, wobei Kühlluftkanäle 40 in der bekannten  
Weise unter den Laufschaufelfüßen durchführen und diesen Zwischenboden  
speisen. Die Spannbolzen 6 werden vorzugsweise radial weiter innen  
liegen, können aber auch radial außerhalb des elastischen Zwischen-  
20 stückes angeordnet sein.

Die Doppelkonusverbindung 5 der beiden zu den Scheiben 1 und 2 ge-  
hörenden elastischen Ringe 13 und 14 muß nicht unbedingt in der Mitte  
zwischen beiden Scheiben 1 und 2 angeordnet sein, sie kann auch an der  
25 Befestigungsstelle einer Scheibe direkt bzw. es kann überhaupt ein  
seperater Zwischenring mit zwei Doppelkonusbefestigungsstellen **an**  
**jeder Schicht angeordnet sein**.

Die größten Stülpmomente treten zwar an der Befestigungsstelle des  
30 elastischen Ringes mit der Scheibe auf, doch ist die Doppelkonusbe-  
festigung bei entsprechender Vorspannung imstande, hohe Biegemomente  
bzw. Stülpmomente aufzunehmen. Die elastischen, ringförmigen Zwischen-  
stücke 13 und 14 des Rotors haben nicht nur die Relativdehnung der  
Scheiben aufzunehmen, sondern unterliegen auch den Fliehkräften des  
35 rotierenden Rotors. Dadurch geraten sie in ihrem Mittelteil zwischen  
den Scheiben auf eine Dehnung, die im allgemeinen höher liegt als die  
der Scheiben, da die Radialdehnung eines Ringes bei gleicher Drehzahl

0028217

- wesentlich höher ist als die einer Scheibe. Dies bedingt, daß sich der elastische Zwischenring in der Mitte nach außen durchbiegt und nur an den Befestigungsstellen bei den Scheiben gehalten ist. Dem wirkt zwar die entstehende Ringspannung entgegen, doch kann sich bei größeren Ab-
- 5 ständen die Durchbiegung des elastischen Ringes infolge der Fliehkräfte als zu groß erweisen. Dem kann erfindungsgemäß in einfacher Weise durch Anordnung einer Zwischenscheibe abgeholfen werden, welche in Fig. 6 dargestellt ist.
- 10 Zwischen den Schaufeln der tragenden Scheiben 10 und 11 wird eine Zwischenscheibe 20 eingeschaltet. Durch die elastischen Ringe 21 und 22 ist diese Zwischenscheibe 20 mit zwei Doppelkonusverbindungen mit den benachbarten Scheiben 10 und 11 verbunden. Das Profil und der Temperatur-
- 15 verlauf von der Zwischenscheibe 20 (beeinflußt durch entsprechende Kühlung) sind vorzugsweise so zu wählen, daß die Dehnung der Zwischenscheibe 20 in der Mitte zwischen den Dehnungen der benachbarten Scheiben 10 und 11 liegt (halbe Relativdehnung). Dadurch können die Fliehkräfte der elastischen Ringstücke 21 und 22 zum Großteil auf die Zwischenscheibe 20 übertragen werden. Diese Zwischenscheibe 20 eignet sich auch noch gün-
- 20 stigerweise zur Aufnahme einer mit einer Stolperkante versehenen Ringnut 12 in der die Leitschaufel 9, die zwischen den beiden zu den Scheiben 10 und 11 gehörigen Laufschaufeln liegt, läuft und an der die Spaltströmung abgedrosselt wird. Diese Stolperkante 12 soll mit Hartmetall ausgeschweißt sein und dies kann günstigerweise an einem geschlossenen Ring
- 25 vorgenommen werden. Die Zwischenscheibe 20 muß an der Stelle der Verbindung mit dem elastischen Zwischenring bzw. den Zwischenringstücken 21 und 22 in axialer Richtung dünn gestaltet sein, bzw. muß sie sich als dünne Scheibe genügend weit radial außerhalb und innerhalb erstrecken, so daß sie bei der s-förmigen Verformung des elastischen Zwischenstückes, siehe Fig. 7,
- 30 keinen hohen Widerstand leistet und keine hohen Stülpmomente dieser Verformung entgegensetzt. Diese Verformung ist in Fig. 8 angedeutet.

Da die Radialspannung des Ringes in radialer Richtung getragen werden muß und der Ring nicht unterbrochen werden kann, sind zwei konische Sitze er-

35 forderlich. Es ist günstig, zwei in gleicher Richtung gerichtete

0028217

Konusse 16 und 17 vorzusehen, da dann die Halsspannung in der Scheibe des Zwischenringes am geringsten bleibt. Radial genügend weit innen kann die Zwischenscheibe 20 zur Aufnahme der Fliehkräfte eine entsprechende Verdickung 15 aufweisen.

5

Die Gesamtanordnung eines Rotors zeigt Fig. 9. Dabei bildet 23 den linken Wellenstummel mit dem Querlager 24 und mit der Scheibe des Ausgleichskolbens, an dem in einem Stück geschmiedet der elastische Zwischenring 25 angeschmiedet ist. Dieser ist mit der entsprechend konusförmigen Verbindung 23 mit der ersten Scheibe 34 in Verbindung. Diese trägt Schaufeln mit Tannenbaumfuß und in der bekannten Weise unter diesen Füßen durchlaufend den Kühlkanal 40, der von der Kühllufteinspeisung 31 aus versorgt wird. Die erste Scheibe 34 ist über elastische Zwischenstücke 35 und 36 mit der zweiten Scheibe 37 in Verbindung, wobei in der Mitte die erfindungsgemäße Doppelkonusverbindung 33 vorgesehen ist. Die damit geschaffene Plattform dient einer Dichtfläche für den Zwischenboden 39 der entsprechenden Leitschaufeln 38, die nur angedeutet ist. Zwischen den Scheiben 34 und 37 ist daher die Verbindung für einen Zwischenboden 39 der Leitschaufel 38 hergestellt. In Verbindung der Scheibe 37 mit Scheibe 32 ist die Zwischenscheibe 30 mit zweifacher Konusverbindung 33 vorgesehen, wobei die Zwischenscheibe 30 eine Fläche für eine entsprechende Stolperkante herstellt. Die elastischen Zwischenringe, 26, 27 sind an der links- und rechtsgelegenen Scheibe 37 bzw. 32 befestigt. Es sind zwei Doppelkonusverbindungen 33 an der Zwischenscheibe 30 nötig. Da die Kühlluft von der Scheibe 37 zur Scheibe 32 weitergeleitet werden muß, müssen entsprechende Bohrungen 28 in der Zwischenscheibe 30 vorgesehen werden. Die Scheibe 32 sei beispielsweise die letzte Scheibe des Rotors, an sie schließe wieder eine Doppelkonusverbindung 33 an, worauf der elastische Zwischenring 41 zum rechten Lagerstummel 42 folgt, in dem wieder ein Querlager 43 und der Kupplungssitz 29 angeordnet sind.

30

35

Der gesamte Rotor wird durch mehrere versetzte Spannbolzen 6 in axialer Richtung zusammengehalten, die durch Muttern 7 zusammengepresst sind. Die Spannbolzen 6 sind in den Bohrungen der Scheiben durch entsprechende Spannhülsen 44 Fig. 10 befestigt, die eine axiale Bewegung

- des Spannbolzens 6 erlauben, jedoch in radialer Richtung eine Befestigung desselben erzielen und zwar zur Aufnahme der Fliehkräfte einerseits und andererseits zur Sicherstellung der Wirkung der Spannbolzen bei der Biegespannung durch entsprechende radiale
- 5 Verlagerung bei der Durchbiegung des Rotors. Auf die Spannhülsen 44 sollen jedoch nur axiale Reibungskräfte, die gering gegenüber der Bolzenvorspannung sind, wirken. Durch eine entsprechende Elastizität der Spannhülse entsprechend Fig. 10 wird dies erreicht.
- 10 Fig. 11 zeigt die Details der Drehmomentübertragung durch den konischen Doppelsitz. Entsprechend der Neigung des Doppelkegels wird die axiale Anpreßkraft in zwei radial- und axialgerichtete Kräfte ( $P$  bzw.  $P_{ax}$ ) umgesetzt.
- 15 Diese Kräfte haben entsprechende Reibungskräfte zur Folge, die zur Übertragung des Drehmomentes herangezogen werden können und außerdem bei der Durchbiegung des Rotors infolge seiner Unwuchtschwingung von Vorteil sind.
- 20 Die Vorspannung durch die Spannbolzen kann nämlich um den Betrag, den die Reibungskräfte  $R$  im Konussitz hervorrufen, geringer sein, ohne daß es zu einem Klaffen der Konussitze kommt. Die Rotorbolzen 6 müssen so lang sein, daß sie ohne die Streckgrenze zu überschreiten die Wärme-
- 25 die heißen Scheiben auf etwa  $500 - 600^{\circ} \text{C}$  kommen, während die gekühlten Teile des Rotors auf  $200^{\circ} \text{C}$  verbleiben, und die Spannbolzen etwa eine mittlere Temperatur annehmen.

Die Vorspannung ist eben unter Berücksichtigung dieser Erwärmung der

30 Bolzen aufrechtzuerhalten.

Wenn Gefahr besteht, daß bei hohen Drehmomenten die Reibungskräfte nicht ausreichen, das Drehmoment zu übertragen und eine Schrägstellung der Spannbolzen vermieden werden soll (durch Durchrutschen im Konussitz),

35 so kann dies durch Anordnung von Radialbolzen 45 vermieden werden. Entsprechende Anordnungen sind in Fig. 12 angedeutet. Die Radialbolzen

können dabei rein zylindrisch, leicht oder stark konisch sein  
und werden in den vorgespannten Sitz hineingebohrt bzw. gerieben,  
wodurch die beiden elastischen Zwischenstücke 46, 47, die mit den  
jeweiligen Scheiben angedeutet sind, **drehmomentensicher verbunden**  
5 werden.

Patentansprüche:

1. Rotor für eine thermische Turbomaschine, insbesondere für  
eine die Abgase chemischer oder petrochemischer Prozesse  
verwertenden Industrie-Abgasturbine, die aus einzelnen  
Scheiben und zwei Wellenstummeln aufgebaut und durch axiale  
Spannbolzen zusammengespannt ist, dadurch gekennzeichnet, daß  
5 die vorzugsweise aus verschiedenen Materialien bestehenden einzelnen Scheiben (32, 34, 37) durch elastische Zwischenstücke (26, 27, 35, 36) distanziert sind und daß mindestens eine Verbindung (33) der elastischen Zwischenstücke (26, 27, 35, 36)  
10 untereinander bzw. mit den Scheiben, (32, 34, 37) formschlüssig unter axialer Vorspannung ist.
2. Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische  
Zwischenstück (35, 36) die Form eines Ringes aufweist und die  
15 äußere Umfangsfläche dieses Ringes den Zwischenboden zu den Leitschaufeln (39) der Turbine bildet.
3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen  
den die Schaufeln tragenden Scheiben (32, 34, 37) eine Zwischen-  
20 scheibe (30) angeordnet ist, die durch elastische Zwischenringe (26, 27) mit den Scheiben (32, 37) verbunden ist.
4. Rotor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die formschlüssige Verbindung durch einen Doppelkonus  
25 oder einen Zylindersitz mit Konus oder einen doppelten Zylindersitz erfolgt.

Fig. 1

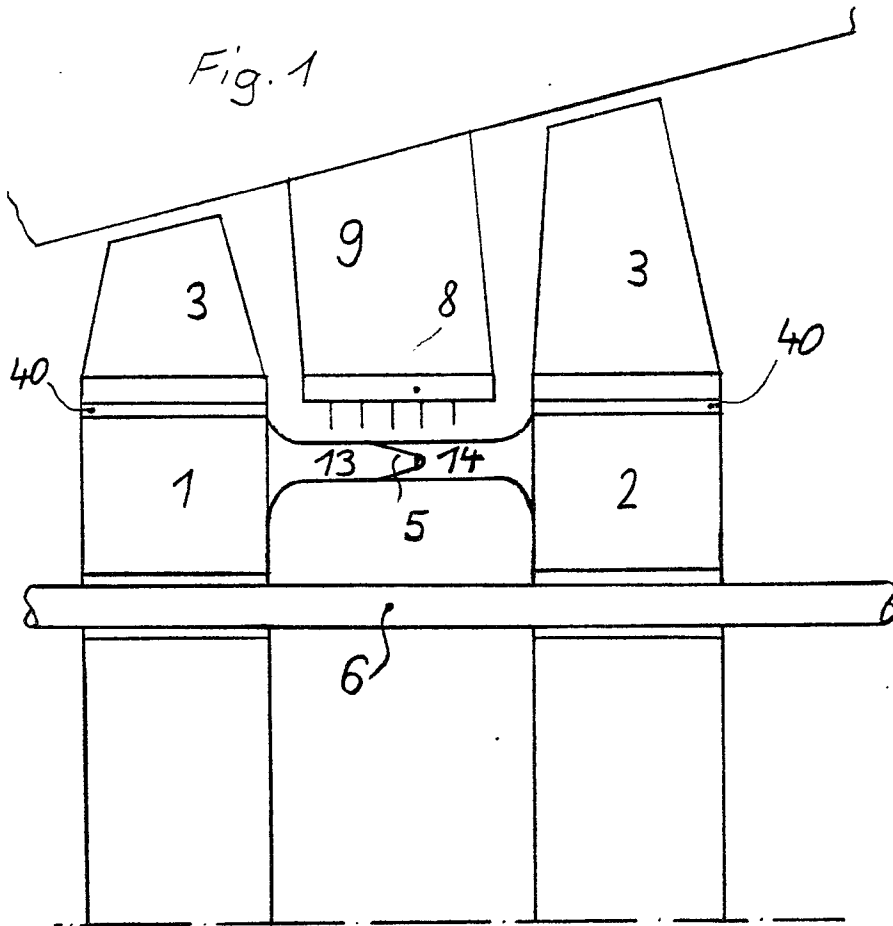


Fig. 2

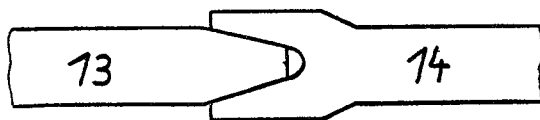


Fig. 3



Fig. 4

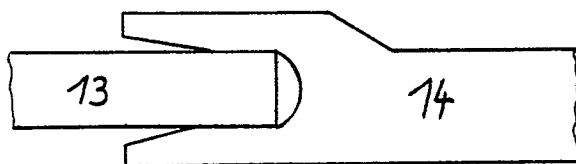


Fig. 5

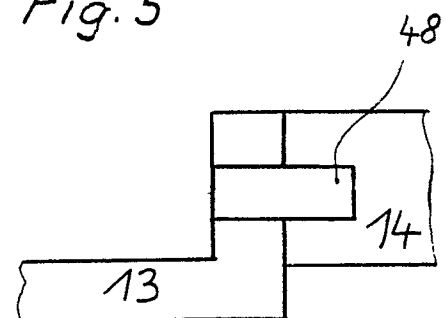


Fig. 6

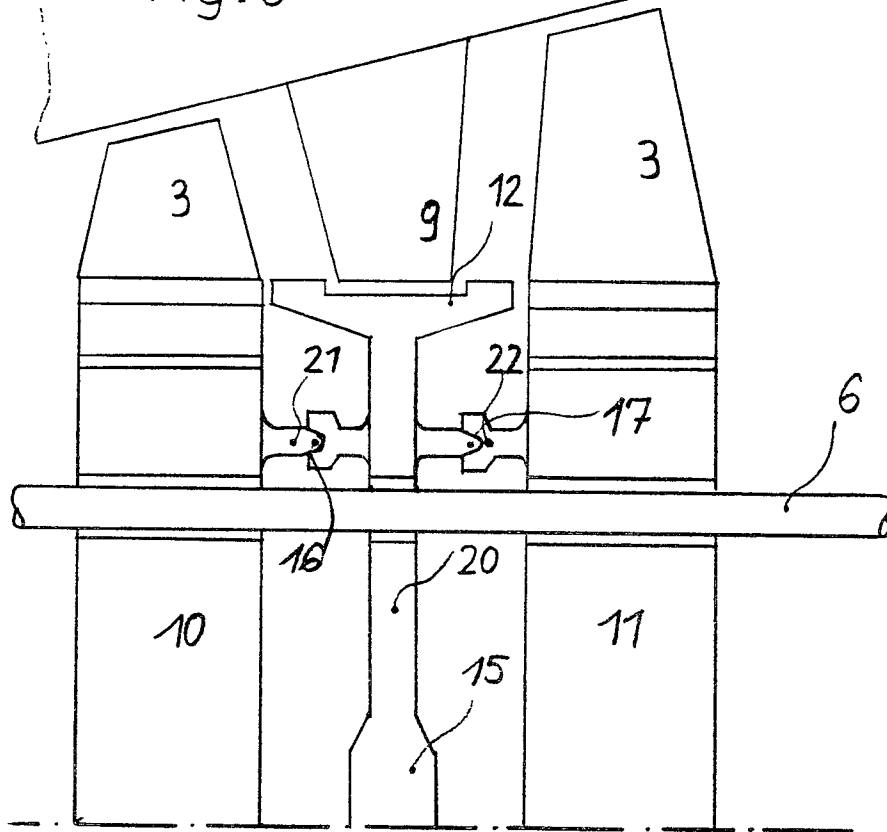


Fig. 7

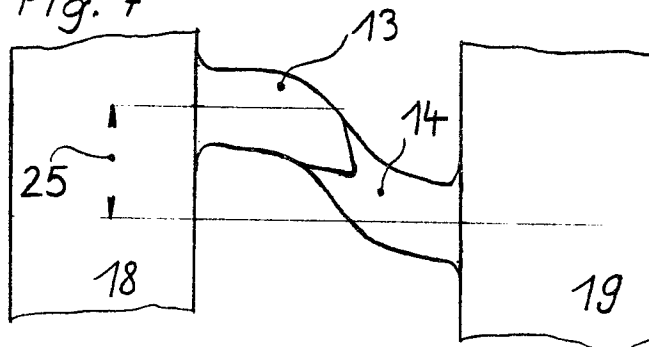


Fig. 8

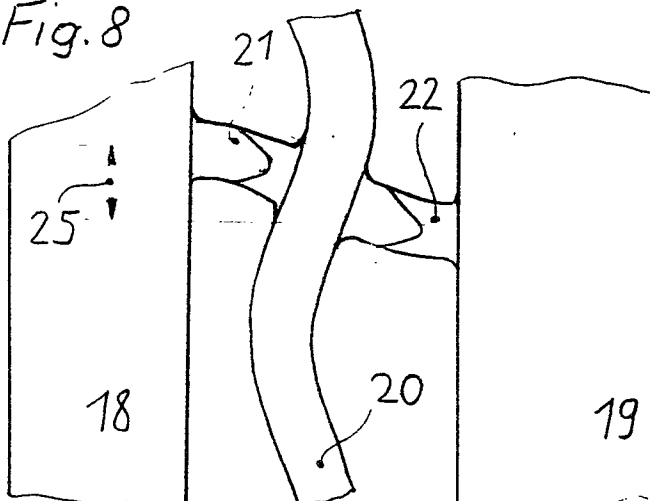
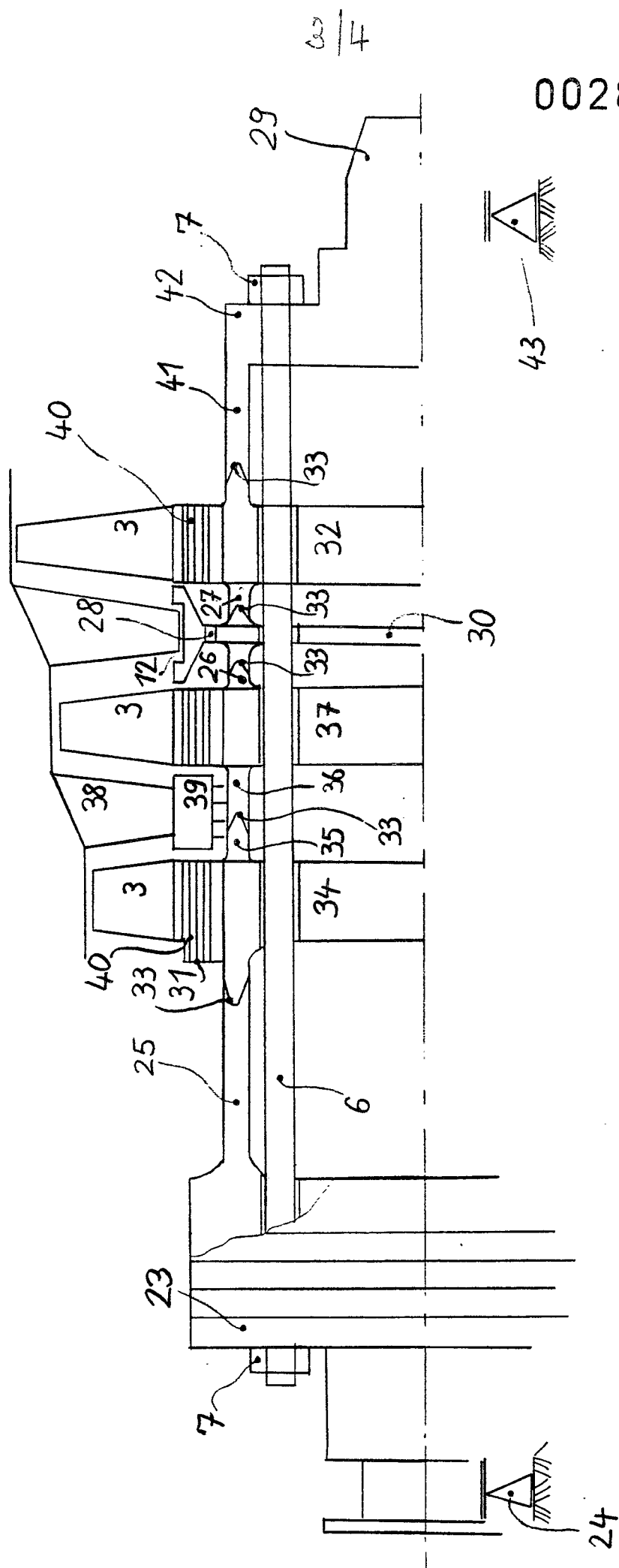


Fig. 9



0028217

Fig. 10

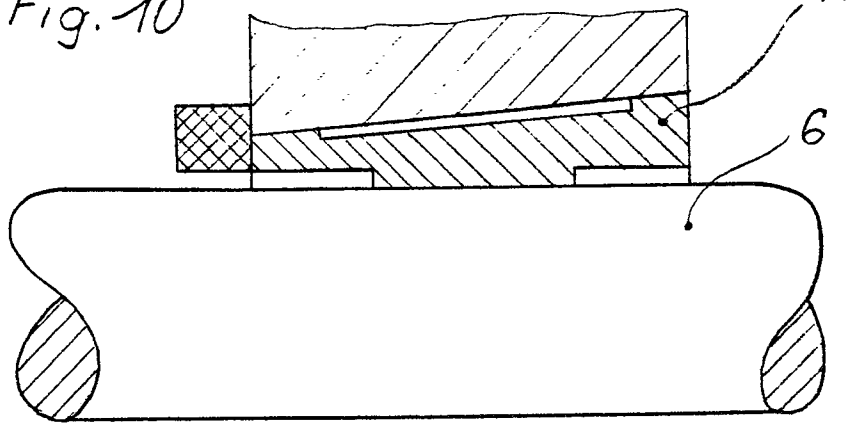


Fig. 11

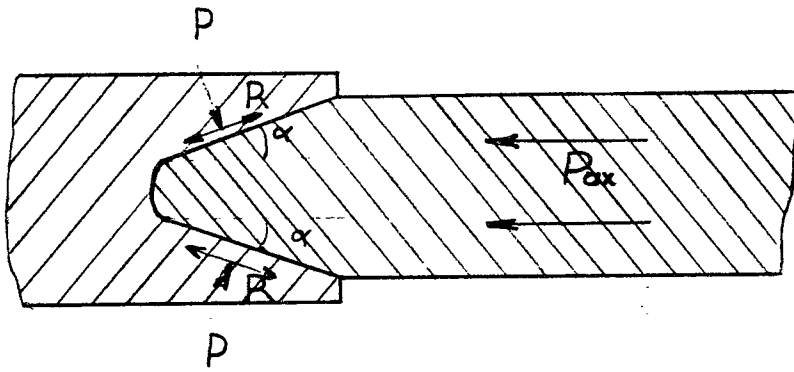
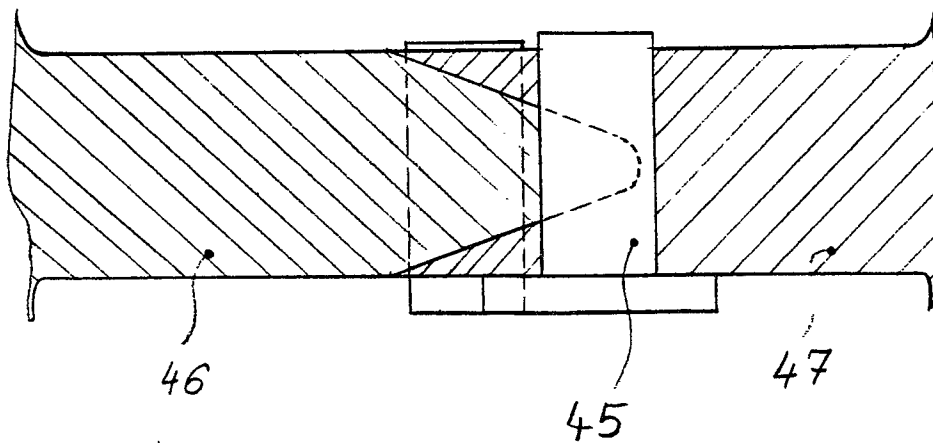


Fig. 12





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0028217

Nummer der Anmeldung

EP - 1

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                     |                                                                                                                                     |                   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                 | betrifft Anspruch |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| X                                                                          | <u>CH - A - 367 353</u> (PAULSON)<br>* Seite 1, Zeilen 56-63; Seite 2, Zeilen 44-82 *                                               | 1,2               | F 01 D 5 cc                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                            | --                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| X                                                                          | <u>US - A - 3 868 197</u> (HUGOSON)<br>* Insgesamt *                                                                                | 1,2,4             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                            | --                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| X                                                                          | <u>CH - A - 257 836</u> (SULZER)<br>* Insgesamt *                                                                                   | 1,2,4             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                            | --                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| X                                                                          | <u>CH - A - 226 091</u> (TALALMANYKIFEJ-LESZTO)<br>* Seite 1, Zeile 30 - Seite 2, Zeile 14; Seite 2, Zeile 38 - Seite 4, Zeile 62 * | 1-4               | F 01 D<br>-<br>-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                            | --                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A                                                                          | <u>GB - A - 1 148 339</u> (BRITT)                                                                                                   |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A                                                                          | <u>DE - C - 352 282</u> (WAGNER)                                                                                                    |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A                                                                          | <u>GB - A - 836 920</u> (FRENCH)                                                                                                    |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A                                                                          | <u>CH - A - 324 825</u> (NICOLIN)                                                                                                   |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A, D                                                                       | <u>DE - A - 1 953 710</u> (JERICHA<br>& AT - A - 290 926                                                                            |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                            | --                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt. |                                                                                                                                     |                   | KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X: von besonderer Bedeutung<br>A: technologischer Hintergrund<br>O: nichtschriftliche Offenbarung<br>P: Zwischenliteratur<br>T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E: kollidierende Anmeldung<br>D: in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L: aus andern Gründen angeführtes Dokument<br>&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |
| Recherchenort                                                              | Abschlußdatum der Recherche                                                                                                         | Prüfer            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Den Haag                                                                   | 09-01-1981                                                                                                                          | IVERUS            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |