

(19)



(11)

**EP 4 015 829 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.06.2022 Patentblatt 2022/25**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F04D 17/02** <sup>(2006.01)</sup> **F04D 29/42** <sup>(2006.01)</sup>  
**F04D 29/28** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **20215308.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F04D 17/025; F04D 17/02; F04D 29/286;**  
**F04D 29/4253**

(22) Anmeldetag: **18.12.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO**  
**PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

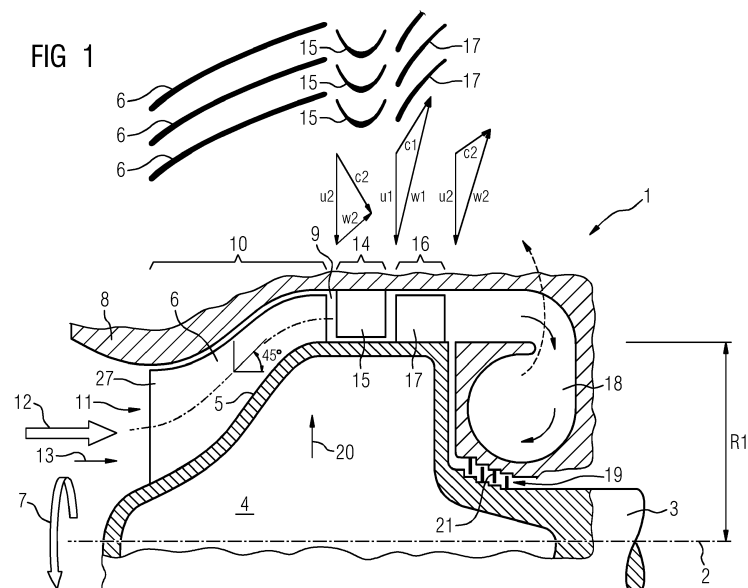
(71) Anmelder: **Siemens Energy Global GmbH & Co. KG**  
**81739 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Hartmann, Jörg Paul**  
**40489 Düsseldorf (DE)**  
• **Jonen, Werner**  
**47051 Duisburg (DE)**

**(54) RADIALTURBOMASCHINE, INSBESONDERE VERDICHTER**

(57) Verdichter (1) umfassend einen um eine Rotationsachse (2) drehbar gelagerten Rotor (3), einen um den Rotor (3) angeordneten Stator (8), wobei ein Strömungskanal (9) zwischen dem Stator (8) und dem Rotor (3) ausgebildet ist, mit einem Strömungsfuideinlass (11), der zum im Wesentlichen axialen Zuströmen eines Strömungsfluides in den Strömungskanal (11) ausgebildet ist, ferner umfassend einen ersten Verdichtungs Bereich (10) zum Verdichten des Strömungsfluides, wobei der erste Verdichtungs Bereich (10) Laufschaufeln (6) aufweist, wobei im ersten Verdichtungs Bereich (10) eine Strömungsumlenkung des Strömungsfluides aus der im Wesentlichen axialen Richtung (13) in eine im wesentli-

chen radiale Richtung (20) erfolgt, wobei die radiale Richtung (20) und die axiale Richtung (13) sich auf die Rotationsachse (2) beziehen, ferner umfassend einen Umlenk Bereich (14) zur Umlenkung des aus dem ersten Verdichtungs Bereichs (10) ausströmenden Strömungsfluides, wobei der Umlenk Bereich (14) Leitschaufeln (15) aufweist, mit einem zweiten Verdichtungs Bereich (16) zum weiteren Verdichten des aus dem Umlenk Bereich (14) ausströmenden Strömungsfluides, ferner umfassend einen Abströmbereich (18), wobei das Strömungsfluid aus dem zweiten Verdichtungs Bereich (16) in den Abströmbereich (18) strömt.

**EP 4 015 829 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Verdichter umfassend einen um eine Rotationsachse drehbar gelagerten Rotor, einen um den Rotor angeordneten Stator, wobei ein Strömungskanal zwischen dem Stator und dem Rotor ausgebildet ist, mit einem Strömungsfluideinlass, der zum im Wesentlichen axialen Zuströmen eines Strömungsfluides in den Strömungskanal ausgebildet ist, ferner umfassend einen ersten Verdichtungs-  
 5 Verdichtungs-  
 10 Verdichtungs-  
 15 Verdichtungs-  
 20 Verdichtungs-  
 25 Verdichtungs-  
 30 Verdichtungs-  
 35 Verdichtungs-  
 40 Verdichtungs-  
 45 Verdichtungs-  
 50 Verdichtungs-  
 55 Verdichtungs-  
 60 Verdichtungs-  
 65 Verdichtungs-  
 70 Verdichtungs-  
 75 Verdichtungs-  
 80 Verdichtungs-  
 85 Verdichtungs-  
 90 Verdichtungs-  
 95 Verdichtungs-  
 100 Verdichtungs-  
 105 Verdichtungs-  
 110 Verdichtungs-  
 115 Verdichtungs-  
 120 Verdichtungs-  
 125 Verdichtungs-  
 130 Verdichtungs-  
 135 Verdichtungs-  
 140 Verdichtungs-  
 145 Verdichtungs-  
 150 Verdichtungs-  
 155 Verdichtungs-  
 160 Verdichtungs-  
 165 Verdichtungs-  
 170 Verdichtungs-  
 175 Verdichtungs-  
 180 Verdichtungs-  
 185 Verdichtungs-  
 190 Verdichtungs-  
 195 Verdichtungs-  
 200 Verdichtungs-  
 205 Verdichtungs-  
 210 Verdichtungs-  
 215 Verdichtungs-  
 220 Verdichtungs-  
 225 Verdichtungs-  
 230 Verdichtungs-  
 235 Verdichtungs-  
 240 Verdichtungs-  
 245 Verdichtungs-  
 250 Verdichtungs-  
 255 Verdichtungs-  
 260 Verdichtungs-  
 265 Verdichtungs-  
 270 Verdichtungs-  
 275 Verdichtungs-  
 280 Verdichtungs-  
 285 Verdichtungs-  
 290 Verdichtungs-  
 295 Verdichtungs-  
 300 Verdichtungs-  
 305 Verdichtungs-  
 310 Verdichtungs-  
 315 Verdichtungs-  
 320 Verdichtungs-  
 325 Verdichtungs-  
 330 Verdichtungs-  
 335 Verdichtungs-  
 340 Verdichtungs-  
 345 Verdichtungs-  
 350 Verdichtungs-  
 355 Verdichtungs-  
 360 Verdichtungs-  
 365 Verdichtungs-  
 370 Verdichtungs-  
 375 Verdichtungs-  
 380 Verdichtungs-  
 385 Verdichtungs-  
 390 Verdichtungs-  
 395 Verdichtungs-  
 400 Verdichtungs-  
 405 Verdichtungs-  
 410 Verdichtungs-  
 415 Verdichtungs-  
 420 Verdichtungs-  
 425 Verdichtungs-  
 430 Verdichtungs-  
 435 Verdichtungs-  
 440 Verdichtungs-  
 445 Verdichtungs-  
 450 Verdichtungs-  
 455 Verdichtungs-  
 460 Verdichtungs-  
 465 Verdichtungs-  
 470 Verdichtungs-  
 475 Verdichtungs-  
 480 Verdichtungs-  
 485 Verdichtungs-  
 490 Verdichtungs-  
 495 Verdichtungs-  
 500 Verdichtungs-  
 505 Verdichtungs-  
 510 Verdichtungs-  
 515 Verdichtungs-  
 520 Verdichtungs-  
 525 Verdichtungs-  
 530 Verdichtungs-  
 535 Verdichtungs-  
 540 Verdichtungs-  
 545 Verdichtungs-  
 550 Verdichtungs-  
 555 Verdichtungs-  
 560 Verdichtungs-  
 565 Verdichtungs-  
 570 Verdichtungs-  
 575 Verdichtungs-  
 580 Verdichtungs-  
 585 Verdichtungs-  
 590 Verdichtungs-  
 595 Verdichtungs-  
 600 Verdichtungs-  
 605 Verdichtungs-  
 610 Verdichtungs-  
 615 Verdichtungs-  
 620 Verdichtungs-  
 625 Verdichtungs-  
 630 Verdichtungs-  
 635 Verdichtungs-  
 640 Verdichtungs-  
 645 Verdichtungs-  
 650 Verdichtungs-  
 655 Verdichtungs-  
 660 Verdichtungs-  
 665 Verdichtungs-  
 670 Verdichtungs-  
 675 Verdichtungs-  
 680 Verdichtungs-  
 685 Verdichtungs-  
 690 Verdichtungs-  
 695 Verdichtungs-  
 700 Verdichtungs-  
 705 Verdichtungs-  
 710 Verdichtungs-  
 715 Verdichtungs-  
 720 Verdichtungs-  
 725 Verdichtungs-  
 730 Verdichtungs-  
 735 Verdichtungs-  
 740 Verdichtungs-  
 745 Verdichtungs-  
 750 Verdichtungs-  
 755 Verdichtungs-  
 760 Verdichtungs-  
 765 Verdichtungs-  
 770 Verdichtungs-  
 775 Verdichtungs-  
 780 Verdichtungs-  
 785 Verdichtungs-  
 790 Verdichtungs-  
 795 Verdichtungs-  
 800 Verdichtungs-  
 805 Verdichtungs-  
 810 Verdichtungs-  
 815 Verdichtungs-  
 820 Verdichtungs-  
 825 Verdichtungs-  
 830 Verdichtungs-  
 835 Verdichtungs-  
 840 Verdichtungs-  
 845 Verdichtungs-  
 850 Verdichtungs-  
 855 Verdichtungs-  
 860 Verdichtungs-  
 865 Verdichtungs-  
 870 Verdichtungs-  
 875 Verdichtungs-  
 880 Verdichtungs-  
 885 Verdichtungs-  
 890 Verdichtungs-  
 895 Verdichtungs-  
 900 Verdichtungs-  
 905 Verdichtungs-  
 910 Verdichtungs-  
 915 Verdichtungs-  
 920 Verdichtungs-  
 925 Verdichtungs-  
 930 Verdichtungs-  
 935 Verdichtungs-  
 940 Verdichtungs-  
 945 Verdichtungs-  
 950 Verdichtungs-  
 955 Verdichtungs-  
 960 Verdichtungs-  
 965 Verdichtungs-  
 970 Verdichtungs-  
 975 Verdichtungs-  
 980 Verdichtungs-  
 985 Verdichtungs-  
 990 Verdichtungs-  
 995 Verdichtungs-  
 1000 Verdichtungs-

**[0002]** Verdichter sind Maschinen, die einem eingeschlossenen Gas mechanische Arbeit zuführen, wobei Verdichter zum Komprimieren von Gasen eingesetzt werden. Der Druck und die Dichte des Gases werden dabei erhöht. Ein anderer Begriff für Verdichter ist Kompressor.

**[0003]** Verdichter können unter anderem als so genannte Getriebeverdichter oder Radialverdichter ausgebildet werden. Es sind noch weitere Ausführungsformen von Verdichtern bekannt. So sind zum Beispiel Axialverdichter bekannt.

**[0004]** Neben den Verdichtern sind auch allgemein Turbomaschinen bekannt, die auch als Radialturbomaschinen ausgebildet sein können. Radialturbomaschinen sind entweder als Radialturboverdichter oder Radialturboexpander bekannt. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich - wenn nicht anders angegeben - auf die Ausführung als Verdichter. Die Erfindung ist für Expander bzw. Turbinen grundsätzlich genauso anwendbar, wie für Verdichter, wobei ein Radialturboexpander gegenüber einem Radialturboverdichter im Wesentlichen eine umgekehrte Strömungsrichtung des Strömungsfluides vorsieht.

**[0005]** Das globale Marktumfeld fordert Turbomaschinen mit niedrigen Investitionskosten. Zur Kostensenkung ist es besonders effektiv die Maschinen kompakter zu gestalten. Dabei kommt es insbesondere darauf an, den benötigten radialen oder axialen Bauraum zu reduzieren. Diese Maßnahme geht in der Regel mit einer Wirkungsgradverschlechterung einher.

**[0006]** Die Aufgabe einer Radialverdichterstufe ist es im Allgemeinen dem Strömungsfluid bei höchstmöglicher Effizienz Energie zuzuführen und diese in Druck umzuwandeln. Bei den meisten Strömungsmaschinen sind, um die angestrebte Druckerhöhung zu erreichen, mehrere Stufen bestehend aus Laufrad und Statorkomponenten notwendig. Es ist naheliegend, dass eine Strömungsmaschine umso günstiger gebaut werden kann,

je weniger Stufen für die angestrebte Druckerhöhung eingesetzt werden. Daher sollte die Energiedichte pro Stufe bei akzeptablen Effizienzwerten maximiert werden. Dies könnte beispielsweise durch die Erhöhung der Drehzahl bzw. Umfangsgeschwindigkeit erfolgen.

**[0007]** Allerdings könnten zu hohe Geschwindigkeiten zu nicht mehr akzeptablen Mach-Zahlen des Strömungsfluides führen. Des Weiteren könnten zu hohe Geschwindigkeiten die maximale mechanische Belastbarkeit der rotierenden Komponenten erreichen.

**[0008]** Davon ausgehend hat es sich die Erfindung zur Aufgabe gemacht, die Kompaktheit zu verbessern, ohne die Aerodynamik unverhältnismäßig zu verschlechtern.

**[0009]** Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Verdichter umfassend einen um eine Rotationsachse drehbar gelagerten Rotor, einen um den Rotor angeordneten Stator, wobei ein Strömungskanal zwischen dem Stator und dem Rotor ausgebildet ist, mit einem Strömungsfluideinlass, der zum im Wesentlichen axialen Zuströmen eines Strömungsfluides in den Strömungskanal ausgebildet ist, ferner umfassend einen ersten Verdichtungs-  
 5 Verdichtungs-  
 10 Verdichtungs-  
 15 Verdichtungs-  
 20 Verdichtungs-  
 25 Verdichtungs-  
 30 Verdichtungs-  
 35 Verdichtungs-  
 40 Verdichtungs-  
 45 Verdichtungs-  
 50 Verdichtungs-  
 55 Verdichtungs-  
 60 Verdichtungs-  
 65 Verdichtungs-  
 70 Verdichtungs-  
 75 Verdichtungs-  
 80 Verdichtungs-  
 85 Verdichtungs-  
 90 Verdichtungs-  
 95 Verdichtungs-  
 100 Verdichtungs-  
 105 Verdichtungs-  
 110 Verdichtungs-  
 115 Verdichtungs-  
 120 Verdichtungs-  
 125 Verdichtungs-  
 130 Verdichtungs-  
 135 Verdichtungs-  
 140 Verdichtungs-  
 145 Verdichtungs-  
 150 Verdichtungs-  
 155 Verdichtungs-  
 160 Verdichtungs-  
 165 Verdichtungs-  
 170 Verdichtungs-  
 175 Verdichtungs-  
 180 Verdichtungs-  
 185 Verdichtungs-  
 190 Verdichtungs-  
 195 Verdichtungs-  
 200 Verdichtungs-  
 205 Verdichtungs-  
 210 Verdichtungs-  
 215 Verdichtungs-  
 220 Verdichtungs-  
 225 Verdichtungs-  
 230 Verdichtungs-  
 235 Verdichtungs-  
 240 Verdichtungs-  
 245 Verdichtungs-  
 250 Verdichtungs-  
 255 Verdichtungs-  
 260 Verdichtungs-  
 265 Verdichtungs-  
 270 Verdichtungs-  
 275 Verdichtungs-  
 280 Verdichtungs-  
 285 Verdichtungs-  
 290 Verdichtungs-  
 295 Verdichtungs-  
 300 Verdichtungs-  
 305 Verdichtungs-  
 310 Verdichtungs-  
 315 Verdichtungs-  
 320 Verdichtungs-  
 325 Verdichtungs-  
 330 Verdichtungs-  
 335 Verdichtungs-  
 340 Verdichtungs-  
 345 Verdichtungs-  
 350 Verdichtungs-  
 355 Verdichtungs-  
 360 Verdichtungs-  
 365 Verdichtungs-  
 370 Verdichtungs-  
 375 Verdichtungs-  
 380 Verdichtungs-  
 385 Verdichtungs-  
 390 Verdichtungs-  
 395 Verdichtungs-  
 400 Verdichtungs-  
 405 Verdichtungs-  
 410 Verdichtungs-  
 415 Verdichtungs-  
 420 Verdichtungs-  
 425 Verdichtungs-  
 430 Verdichtungs-  
 435 Verdichtungs-  
 440 Verdichtungs-  
 445 Verdichtungs-  
 450 Verdichtungs-  
 455 Verdichtungs-  
 460 Verdichtungs-  
 465 Verdichtungs-  
 470 Verdichtungs-  
 475 Verdichtungs-  
 480 Verdichtungs-  
 485 Verdichtungs-  
 490 Verdichtungs-  
 495 Verdichtungs-  
 500 Verdichtungs-  
 505 Verdichtungs-  
 510 Verdichtungs-  
 515 Verdichtungs-  
 520 Verdichtungs-  
 525 Verdichtungs-  
 530 Verdichtungs-  
 535 Verdichtungs-  
 540 Verdichtungs-  
 545 Verdichtungs-  
 550 Verdichtungs-  
 555 Verdichtungs-  
 560 Verdichtungs-  
 565 Verdichtungs-  
 570 Verdichtungs-  
 575 Verdichtungs-  
 580 Verdichtungs-  
 585 Verdichtungs-  
 590 Verdichtungs-  
 595 Verdichtungs-  
 600 Verdichtungs-  
 605 Verdichtungs-  
 610 Verdichtungs-  
 615 Verdichtungs-  
 620 Verdichtungs-  
 625 Verdichtungs-  
 630 Verdichtungs-  
 635 Verdichtungs-  
 640 Verdichtungs-  
 645 Verdichtungs-  
 650 Verdichtungs-  
 655 Verdichtungs-  
 660 Verdichtungs-  
 665 Verdichtungs-  
 670 Verdichtungs-  
 675 Verdichtungs-  
 680 Verdichtungs-  
 685 Verdichtungs-  
 690 Verdichtungs-  
 695 Verdichtungs-  
 700 Verdichtungs-  
 705 Verdichtungs-  
 710 Verdichtungs-  
 715 Verdichtungs-  
 720 Verdichtungs-  
 725 Verdichtungs-  
 730 Verdichtungs-  
 735 Verdichtungs-  
 740 Verdichtungs-  
 745 Verdichtungs-  
 750 Verdichtungs-  
 755 Verdichtungs-  
 760 Verdichtungs-  
 765 Verdichtungs-  
 770 Verdichtungs-  
 775 Verdichtungs-  
 780 Verdichtungs-  
 785 Verdichtungs-  
 790 Verdichtungs-  
 795 Verdichtungs-  
 800 Verdichtungs-  
 805 Verdichtungs-  
 810 Verdichtungs-  
 815 Verdichtungs-  
 820 Verdichtungs-  
 825 Verdichtungs-  
 830 Verdichtungs-  
 835 Verdichtungs-  
 840 Verdichtungs-  
 845 Verdichtungs-  
 850 Verdichtungs-  
 855 Verdichtungs-  
 860 Verdichtungs-  
 865 Verdichtungs-  
 870 Verdichtungs-  
 875 Verdichtungs-  
 880 Verdichtungs-  
 885 Verdichtungs-  
 890 Verdichtungs-  
 895 Verdichtungs-  
 900 Verdichtungs-  
 905 Verdichtungs-  
 910 Verdichtungs-  
 915 Verdichtungs-  
 920 Verdichtungs-  
 925 Verdichtungs-  
 930 Verdichtungs-  
 935 Verdichtungs-  
 940 Verdichtungs-  
 945 Verdichtungs-  
 950 Verdichtungs-  
 955 Verdichtungs-  
 960 Verdichtungs-  
 965 Verdichtungs-  
 970 Verdichtungs-  
 975 Verdichtungs-  
 980 Verdichtungs-  
 985 Verdichtungs-  
 990 Verdichtungs-  
 995 Verdichtungs-  
 1000 Verdichtungs-

**[0010]** Die Begriffe axial, radial, tangential, Umfangsrichtung und ähnliche sind vorliegend - wenn nicht anders angegeben - jeweils auf die zentrale Achse bezogen, um die sich die Strömungsführung ringförmig erstreckt. Diese Achse ist bei einer Radialturbomaschine bzw. bei einem Verdichter auch die Rotationsachse eines Rotors bzw. der Welle mit den Laufrädern. Die Strömungsführung lenkt das Prozessfluid bogenförmig um, so dass bezüglich der Umlenkung der Begriff "radial" sich nicht auf die zentrale Achse bezieht, sondern auf die Biegung bzw. Krümmung der Umlenkung selbst.

**[0011]** Ein zu führendes Prozessfluid ist in der Regel das Strömungsfluid, das von der entsprechenden Turbomaschine bzw. Radialturbomaschine befördert wird oder das dem Betrieb der Turbomaschine im Wesentlichen als Antrieb oder Abtrieb dient. Das zu führende Prozessfluid ist hierbei das Medium, das hauptsächlich entweder signifikant technische Arbeit abgibt oder aufnimmt.

Unter dem Begriff "in einem Betrieb" versteht die Erfindung den Zustand des Betriebs der entsprechenden Ma-

schine bzw. Turbomaschine, währenddessen sich beispielsweise der Rotor der Maschine dreht und eine Übertragung von technischer Arbeit auf das Strömungsfluid oder von dem Strömungsfluid fort erfolgt.

**[0012]** Unter einer Laufschaufel versteht die Erfindung eine rotierende Beschaukelung. Eine derartig rotierende Beschaukelung kann als ein Laufrad ausgebildet sein, das beispielsweise auf eine Welle aufgeschraubt ist. Alternativ ist es möglich, dass die Laufstufe aus einzelnen Schaufeln besteht, die entweder an einer Welle eines Rotors angebracht sind oder sogar einstückig mit dem Rotor bzw. der Welle ausgebildet sind.

**[0013]** Unter einer Leitschaufel versteht die Erfindung eine statische Beschaukelung. Eine derartig statische Beschaukelung kann als ein Leitschaufelkranz ausgebildet sein, das beispielsweise auf dem Innenbereich eines Gehäuses angebracht ist.

**[0014]** Mit der Erfindung wird vorgeschlagen im Grunde eine zweifache Verdichtung anstelle einer einzelnen Verdichtung durchzuführen. Erfindungsgemäß wird hier ein Stufenkonzept vorgeschlagen, mit dem es möglich ist, die Energiedichte pro Stufe deutlich zu erhöhen. Mit der im Strömungskanal angeordneten zweiten Verdichtung kann die zugeführte Energie bei konstanten Drehzahlen insgesamt erhöht werden.

**[0015]** Mit der Erfindung ist es somit möglich, für eine gegebene Verdichtungs Aufgabe die Anzahl der erforderlichen Stufen zu reduzieren. Außerdem kann der radiale Bauraum erfindungsgemäß verkleinert werden.

**[0016]** Gemäß der Erfindung bietet sich besonders an, die axiale Anströmung mit verstellbarem Eintrittsleitgitter auszubilden. Somit könnte eine bekannte überhängende Getriebeverdichterstufe durch eine Kombination aus Radial- und Axialstufe auf einem Ritzelwellenende zusammen mit einer sehr kompakten Spirale bzw. Sammelgehäuse ersetzt werden.

**[0017]** Gemäß der Erfindung ist die Radialstufe derart ausgebildet, dass das Radiallaufrad nicht radial, sondern axial abströmt und ohne den typischen Radialdiffusor unmittelbar zu dem Leitrad der ersten Axialstufe strömt.

**[0018]** Die Axialstufe ist derart ausgebildet, dass das Leitrad eine reine Umlenkbeschaufelung besitzt und die nachfolgende Rotorbeschaufelung mit einem hohen Gegendrall beaufschlagt. Dadurch wird erreicht, dass die spezifische Strömungsarbeit der Kombistufe etwa zweimal so hoch sein kann wie die vergleichbare einzelne Radialstufe bei gleicher Umfangsgeschwindigkeit. Gemäß der Erfindung kann der Verdichter für Gasanwendungen bei kleineren Molekulargewichten wie zum Beispiel bei Wasserstoff Gas, Erdgas oder Ähnlichem eingesetzt werden.

**[0019]** Die Rotorbeschaufelung kann austrittsseitig so ausgelegt werden, dass ein gewisser Restdrall für die Verwendung einer kompakten Spirale verbleibt oder aber eine drallfreie Abströmung für ein Austrittsgehäuse resultiert.

**[0020]** Die Laufschaufeln können integraler Bestandteil des Rotors sein, was durch additive Fertigungsverfahren

erreicht werden kann.

**[0021]** Erfindungsgemäß wird somit ein Stufenkonzept vorgeschlagen, welches, wenn die Mach-Zahlen im Strömungsgebiet sehr gering sind und die mechanische Belastbarkeit die Drehzahl limitiert, die Energiedichte pro Stufe deutlich erhöhen kann.

**[0022]** Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0023]** In einer ersten vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Leitschaufeln derart ausgebildet sind, dass eine Änderung einer Geschwindigkeitskomponente des Strömungsfluides in der Umfangsrichtung erfolgt.

**[0024]** In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung weist der zweite Verdichtungs Bereich weitere, zweite Laufschaufeln auf, die auf dem Rotor angeordnet sind.

**[0025]** In einer vorteilhaften Weitergestaltung der Erfindung ist der Abströmbereich spiralförmig ausgebildet.

**[0026]** In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung erfolgt im ersten Verdichtungs Bereich eine Ablenkung des Strömungsfluides aus der axialen Richtung in eine radiale Richtung. Nach dieser Ablenkung erfolgt wiederum eine Umlenkung des Strömungsmediums aus der radialen in die axiale Richtung, so dass das Strömungsmedium aus dem ersten Verdichtungs Bereich im Wesentlichen in axialer Richtung abströmt.

**[0027]** In dieser Ausführungsform der vorteilhaften Weiterbildung sind der Umlenkbereich und der zweite Verdichtungs Bereich axial hintereinander angeordnet.

**[0028]** In einer alternativen Ausführungsform ist der Umlenkbereich und der zweite Verdichtungs Bereich in einem mehrstufigen Einwellenverdichter angeordnet.

**[0029]** In einer alternativen Ausführungsform ist vorteilhafterweise der erste Verdichtungs Bereich derart ausgebildet, dass das Strömungsfluid aus einer axialen Richtung in eine radiale Richtung abgelenkt wird und aus dem ersten Verdichtungs Bereich radial abströmt.

**[0030]** Somit wird vorgeschlagen, statt einem klassischen Stufenkonzept bestehend aus Laufrad und nachfolgenden Statoren auf der Rückseite des Laufrades im Strömungskanal, wo klassischerweise die Rückführbeschaufelung positioniert ist, eine weitere rotierende Schaufelreihe zu positionieren, die dann den zweiten Verdichtungs Bereich bildet. Auf diese Weise kann den Strömungsfluid in einem weiteren Teil des Strömungskanals Energie zugeführt werden. Dies erhöht die insgesamt in der Stufe zugeführte Energie bei konstanter Drehzahl.

**[0031]** Um an beschriebener Stelle eine Beschaukelung, welche dem Strömungsfluid Energie zuführt, vorzusehen zu können, muss die Strömung vorher umgelenkt werden. Dies ist, wie beim klassischen Stufenkonzept für das nächste Laufrad, notwendig, um dem Strömungsfluid abermals Energie zuführen zu können.

**[0032]** Entgegen einer klassischen Rückführbeschaufelung lenkt dabei die Beschaukelung nicht auf eine drallfreie Strömung von 0° um, sondern auf einen im Wesentlichen dem Drall der Anströmung entsprechenden Ge-

gendrall. Aerodynamisch ist dies durch eine Dickengestaltung der Schaufel möglich welche eine Verzögerung während der Umlenkung vermeidet.

**[0033]** Der hinter der Umlenkbeschaufelung vorliegenden Gegendrall kann dann in einer stromab liegenden zweiten Schaufelreihe, welche ein Teil des Laufrades sein kann, also mit der ersten Schaufelreihe verbunden ist, genutzt werden, um dem Strömungsfluid weitere Energie zuzuführen.

**[0034]** Durch eine geschickte Wahl des Abströmwinkels in Verbindung mit der Umfangsgeschwindigkeit am Schaufelaustritt kann dabei des Weiteren eine drallfreie Zuströmung für das nächste Laufrad erzeugt werden.

**[0035]** In dieser alternativen Ausführungsform erfolgt die Umlenkung des Strömungsfluides im Umlenkbereich im Wesentlichen um 180°.

**[0036]** Im Folgenden ist die Erfindung anhand spezieller Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher erläutert.

**[0037]** Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden.

**[0038]** Gleiche Bauteile oder Bauteile mit gleicher Funktion sind dabei mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

**[0039]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen beschrieben. Diese sollen die Ausführungsbeispiele nicht maßstäblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in thematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der in der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen.

**[0040]** Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Radialturbomaschine,

Figur 2 eine erfindungsgemäße Radialturbomaschine in zwei alternativen Ausführungsformen,

Figur 3 eine Radialturbomaschine gemäß dem Stand der Technik,

Figur 4 eine erfindungsgemäße Radialturbomaschine in alternativer Ausführungsform.

**[0041]** Die Figur 1 zeigt einen schematischen Längsschnitt entlang einer x-Achse in eines erfindungsgemäßen Verdichters 1. Die Figur 1 zeigt lediglich einen Ausschnitt des Verdichters 1. Der in Figur 1 gezeigte Verdichter 1 kann auch als Radialturboverdichter bezeichnet werden. Der Verdichter 1 umfasst einen um eine Rotationsachse 2 drehbar gelagerten Rotor 3.

**[0042]** Der in Figur 1 gezeigte Verdichter kann auch in

einem Getriebeverdichter an einer Stufenposition angewendet werden.

**[0043]** Der Rotor 3 weist einen Hohlraum 4 auf. An einer Rotoroberfläche 5 des Rotors 3 sind Laufschaufeln 6 angeordnet. Diese Laufschaufeln 6 sind in einer Umfangsrichtung 7 regelmäßig angeordnet und bilden einen sogenannten Impeller 27.

**[0044]** Um den Rotor 3 ist ein Stator 8 angeordnet. Zwischen dem Stator 8 und dem Rotor 3 ist dadurch ein Strömungskanal 9 ausgebildet. Zwischen dem Stator 8 und dem Rotor 3 ist ein erster Verdichtungs Bereich 10 ausgebildet.

**[0045]** Dieser Verdichtungs Bereich 10 umfasst einen Strömungsfluideinlass 11 durch den im Betrieb ein Prozessfluid oder ein Strömungsfluid strömt. Diese Strömung wird durch den Pfeil 12 symbolisch dargestellt. In der Figur 1 strömt das Strömungsfluid aus einer im Wesentlichen axialen Richtung 13, d.h. im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse 2 in den Strömungseinlass 11 hinein. Dort erfährt das Strömungsfluid eine Umlenkung von der axialen Richtung 13 in eine radiale Richtung 20. Dabei muss die Umlenkung von der axialen Richtung 13 in die radiale Richtung 20 nicht zwingend um 90° erfolgen. Wie in der Figur 1 zu sehen ist, kann die Umlenkung weniger als 90° sein. Die in Figur 1 gezeigte Umlenkung liegt bei ca. 45°.

**[0046]** Nach der Umlenkung in die radiale Richtung 20 erfolgt wieder eine Umlenkung in die axiale Richtung 13, wobei nach dem Austritt nach der Laufschaufel 6 die Strömung im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse 2 verläuft. Also im Wesentlichen in die axiale Richtung 13.

**[0047]** In Strömungsrichtung gesehen nach der Laufschaufel 6 strömt das Strömungsfluid durch einen Umlenkbereich 14, der durch Leitschaufeln 15 gebildet ist, die innerhalb des Stators 8 in Umfangsrichtung 7 angeordnet sind. Das Strömungsfluid wird dadurch umgelenkt.

**[0048]** Nach dem Umlenkbereich 14 strömt das Strömungsfluid durch einen zweiten Verdichtungs Bereich 16. Dieser Verdichtungs Bereich 16 wird mit weiteren Laufschaufeln 17 auf der Rotoroberfläche 5 gebildet.

**[0049]** Nach dem zweiten Verdichtungs Bereich 16 strömt das Strömungsfluid in einen spiralförmigen Abströmbereich 18. In diesem spiralförmigen Abströmbereich 18 wird das Strömungsfluid in die Umfangsrichtung 7 umgelenkt. Das Strömungsfluid strömt anschließend aus dem Stator 8 heraus (nicht dargestellt).

**[0050]** An den Rotor 2 ist eine Antriebsmaschine drehmomentübertragend gekoppelt. Die Antriebsmaschine ist in der Figur 1 nicht dargestellt. Durch die Antriebsmaschine wird dem Strömungsfluid Energie übertragen, so dass im ersten Verdichtungs Bereich 10 das Strömungsfluid verdichtet wird, d. h. der Druck erhöht wird. Der Druck des Strömungsfluides wird im weiteren Verlauf im Verdichter 1 durch den Umlenkbereich 14 und den zweiten Verdichtungs Bereich 16 weiter erhöht.

**[0051]** Die Laufschaufeln 6 im ersten Verdichtungs Bereich 10 und die Laufschaufeln 17 im zweiten Verdich-

tungsbereich 16 sind entsprechend ausgebildet. Der radiale Bauraum des in der Figur 1 gezeigten Verdichters 1 wird dadurch reduziert.

**[0052]** Die in der Figur 1 gezeigte Ausführungsform des Verdichters 1 ist mit einem Radius R1 ausgebildet, wobei dieser Radius R1 der Abstand von der Rotationsachse 2 zur Rotoroberfläche 5 nach der Laufschaufel 17 darstellt. Wie in der Figur 1 zu sehen, wird der Rotor 3 derart ausgebildet, dass der Radius 3 verkleinert wird, so dass in Strömungsrichtung gesehen der spiralförmige Abströmbereich 18 in Richtung Rotationsachse 2 angeordnet ist. Zwischen dem Stator 8 und dem Rotor 3 ist eine Dichtung 21, beispielsweise eine Labyrinthdichtung 19 ausgebildet.

**[0053]** In der Figur 1 sind Geschwindigkeitsdreiecke dargestellt. Zu sehen sind die Laufschaufeln 6, die Leitschaufeln 15 und die Laufschaufeln 17 (in schematischer Weise dargestellt). Ebenso sind die Geschwindigkeitsdreiecke in diesen Bereichen (erster Verdichtungs-  
bereich 10, Umlenkbereich 14 und zweiter Verdichtungs-  
bereich 16) dargestellt.

**[0054]** Im Umlenkbereich 14 sind die Leitschaufeln 15 derart ausgebildet, dass eine Änderung einer Geschwindigkeitskomponente des Strömungsfluides in der Umfangsrichtung 7 erfolgt, wobei die Umfangsrichtung 7 sich auf die Rotationsachse 2 bezieht.

**[0055]** Die Figur 2 zeigt zwei Ausführungen einer alternativen Ausführungsform der Erfindung. Dabei ist die zweite Variante gestrichelt dargestellt. Der in Figur 2 dargestellte Verdichter 1 ist im Wesentlichen gleich ausgebildet wie der Verdichter 1 aus Figur 1. Der Unterschied zwischen dem Verdichter 1 aus Figur 1 und dem Verdichter 1 aus Figur 2 liegt in der Ausführung des Abströmbereiches 18.

**[0056]** In der ersten Variante ist der Abströmbereich nach unten (zum Rotor 2) hin gerichtet. Dieser radialförmig nach innen ausgebildete erste Abströmbereich 22 ist ähnlich zu dem Abströmbereich 18 aus der Figur 1, außer, dass der hohlförmige Rotor 2 derart ausgebildet ist, dass der erste Abströmbereich 22 zwischen den zweiten Laufschaufeln 17 und der Rotationsachse 2 liegt. Der erste Abströmbereich 22 ragt somit bis zum Umlenkbereich 14.

**[0057]** Wenn der verfügbare Bauraum nicht für die innenliegende Spirale ausreicht, bietet sich gemäß einer zweiten Variante auch eine nach außen gewinkelte Spirale konstruktiv an, wie in Figur 2 gestrichelt dargestellt.

**[0058]** Die Figur 3 zeigt eine als Verdichter 1 ausgebildete Radialverdichterstufe eines mehrstufigen Radialwellenverdichters gemäß dem Stand der Technik. Der Verdichter 1 gemäß Figur 3 umfasst einen Rotor 3 und einen Stator 8. Zwischen dem Rotor 3 und dem Stator 8 ist ein Strömungskanal 9 ausgebildet, wobei der Strömungskanal 9 das Strömungsfluid im ersten Verdichtungs-  
bereich 10 aus der axialen Richtung 11 in die radiale  
Richtung 20 umlenkt.

**[0059]** Anschließend wird das Strömungsfluid aus der radialen Richtung 20 wieder in die axiale Richtung 11

und dann wieder in die radiale Richtung 20 umgelenkt. Das Strömungsfluid wird somit um 180° umgelenkt, wobei es anschließend durch Leitschaufeln 26 strömt und dort der Drall durch Umlenkung entzogen wird.

**[0060]** Anschließend strömt das Strömungsfluid im Wesentlichen in axialer Richtung 11 zu einem Abströmbereich, der in der Figur 3 nicht näher dargestellt ist.

**[0061]** Die Figur 4 zeigt eine alternative Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verdichters 1 und basiert auf der Ausführungsform gemäß Figur 3. Der in Figur 4 gezeigte Verdichter 1 umfasst einen Rotor 3 und einen um den Rotor 3 angeordneten Stator 8. Der Unterschied des Verdichters 1 aus der Figur 3 zu dem Verdichter 1 aus den Figuren 1 und 2 ist der, dass im ersten Verdichtungs-  
bereich 10 die Strömungsrichtung des Strömungs-  
fluides im Wesentlichen aus der axialen Richtung 13 in  
die radiale Richtung 20 umgelenkt wird. Dies erfolgt im  
Wesentlichen dadurch, dass der mit Laufschaufeln 6  
ausgebildete Impeller 27 derart ausgebildet ist, dass eine  
Ablenkung des Strömungsfluides von der axialen Rich-  
tung 13 in die radiale Richtung 20 erfolgt. Ein weiterer  
Unterschied ist, dass der Umlenkbereich 14 derart aus-  
gebildet ist, dass das Strömungsfluid von der radialen  
Richtung 20 in die axiale Richtung 11 und anschließend  
wieder in die radiale Richtung 20 umgelenkt wird. Das  
Strömungsfluid wird mit anderen Worten einmal um 180°  
in Bezug auf die Rotorachse umgelenkt.

**[0062]** Nach dem Umlenkbereich 14 strömt das Strömungsfluid in den zweiten Verdichtungs-  
bereich 16, der in einer radialen Richtung 20 ausgebildet ist. Im Umlenkbereich 14 sind Leitschaufeln 15 angeordnet. Diese Leitschaufeln 15 sind derart ausgebildet, dass eine Umlenkung des Strömungsfluides in Umfangsrichtung erfolgen kann.

**[0063]** Der zweite Verdichtungs-  
bereich 16 ist derart ausgebildet, dass das Strömungsfluid aus einer radialen Richtung 20 in eine im Wesentlichen axiale Richtung 11 umgelenkt und dabei der Drall entzogen wird.

**[0064]** Im Anschluss an den Verdichtungs-  
bereich 16 strömt das Strömungsfluid dem Laufrad der nächsten Stufe zu.

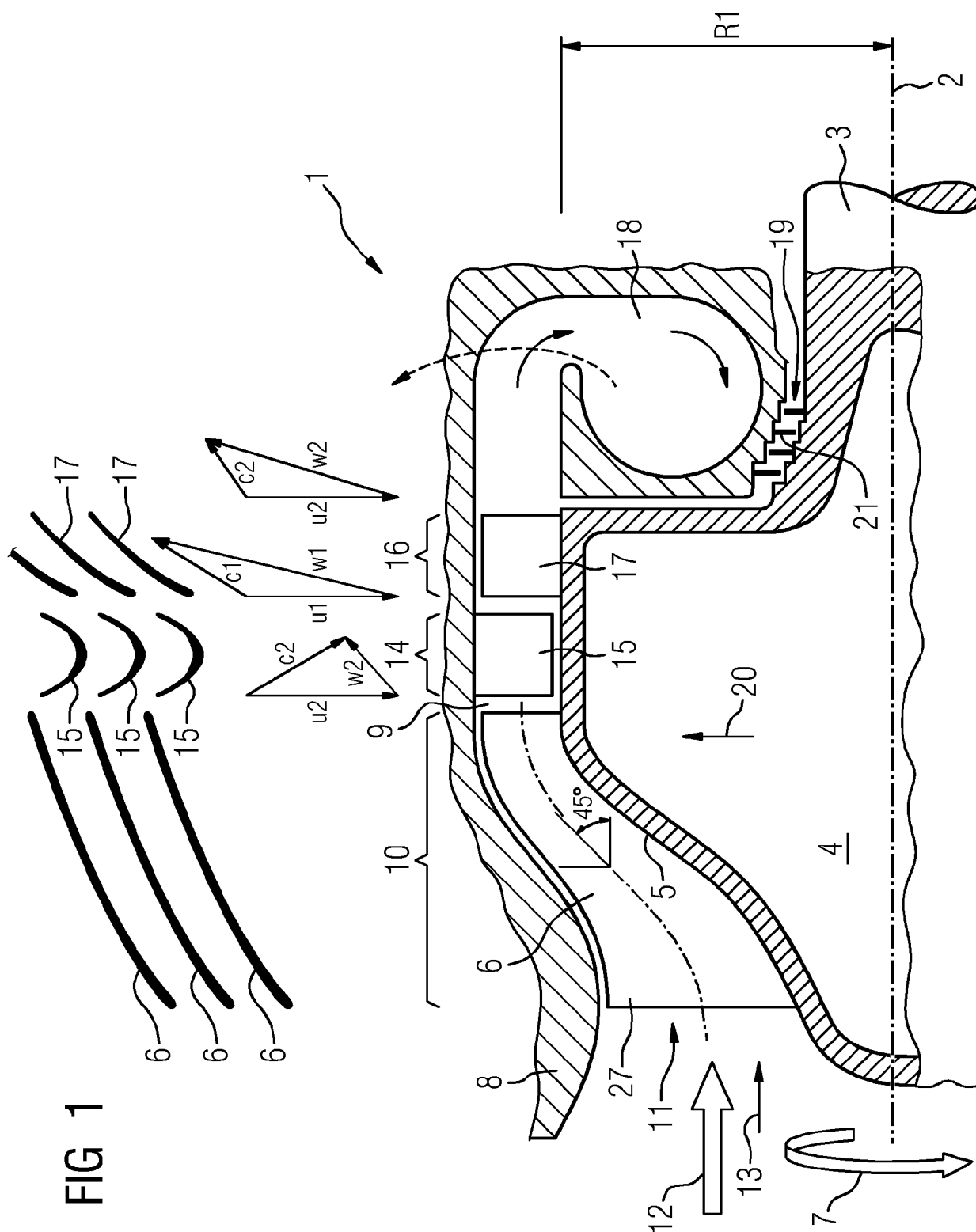
**[0065]** Der Rotor 3 ist solide (ohne Hohlraum) ausgeführt. In einer alternativen Ausführungsform kann der Rotor 3 mit einem Hohlraum 4 ausgebildet werden.

**[0066]** Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Verdichter (1)  
umfassend  
einen um eine Rotationsachse (2) drehbar gelagerten Rotor (3),

- einen um den Rotor (3) angeordneten Stator (8), wobei ein Strömungskanal (9) zwischen dem Stator (8) und dem Rotor (3) ausgebildet ist, mit einem Strömungsfuideinlass (11), der zum im Wesentlichen axialen Zuströmen eines Strömungsfluides in den Strömungskanal (11) ausgebildet ist, ferner umfassend einen ersten Verdichtungs-  
bereich (10) zum Verdichten des Strömungsfluides, wobei der erste Verdichtungs-  
bereich (10) Laufschaufeln (6) aufweist, wobei im ersten Verdichtungs-  
bereich (10) eine Strömungsumlenkung des Strömungsfluides aus der im Wesentlichen axialen Richtung (13) in eine im wesentlichen radiale Richtung (20) erfolgt, wobei die radiale Richtung (20) und die axiale Richtung (13) sich auf die Rotationsachse (2) beziehen, ferner umfassend einen Umlenkbereich (14) zur Umlenkung des aus dem ersten Verdichtungs-  
bereich (10) ausströmenden Strömungsfluides, wobei der Umlenkbereich (14) Leitschaufeln (15) aufweist,  
**gekennzeichnet durch** einen zweiten Verdichtungs-  
bereich (16) zum weiteren Verdichten des aus dem Umlenkbereich (14) ausströmenden Strömungsfluides, ferner umfassend einen Abströmbereich (18), wobei das Strömungsfluid aus dem zweiten Verdichtungs-  
bereich (16) in den Abströmbereich (18) strömt.
2. Verdichter (1) nach Anspruch 1, wobei die Leitschaufeln (15) derart ausgebildet sind, dass eine Änderung einer Geschwindigkeitskomponente des Strömungsfluides in der Umfangsrichtung (7) erfolgt, wobei die Umfangsrichtung (7) sich auf die Rotationsachse (2) bezieht.
  3. Verdichter (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der zweite Verdichtungs-  
bereich (16) zweite Laufschaufeln (17) aufweist, die auf dem Rotor (3) angeordnet sind.
  4. Verdichter (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei der Abströmbereich (18) in Umfangsrichtung (7) gesehen spiralförmig ausgebildet ist.
  5. Verdichter (1) nach Anspruch 4, wobei die radiale Erstreckung des spiralförmigen Abströmbereichs (18) kleiner ist als der Teilradius des Rotors (3) nach dem zweiten Verdichtungs-  
bereich (16).
  6. Verdichter (1) nach Anspruch 5, wobei der spiralförmige Abströmbereich (18) derart ausgebildet ist, dass dieser ganz oder teilweise in radialer Richtung (20) gesehen zwischen dem zweiten Verdichtungs-  
bereich (16) und der Rotationsachse (2) angeordnet ist.
  7. Verdichter (1) nach einem der Ansprüche 1 - 6, wobei der erste Verdichtungs-  
bereich (10) derart ausgebildet ist, dass eine Umlenkung des Strömungsfluides von zunächst einer axialen Richtung (13) in eine radiale Richtung (20) erfolgt und danach von der radialen Richtung (20) wieder im Wesentlichen in eine axiale Richtung (13).
  8. Verdichter (1) nach Anspruch 7, wobei der erste Verdichtungs-  
bereich (10) derart ausgebildet ist, dass ein durch den ersten Verdichtungs-  
bereich (10) strömendes Strömungsfluides axial im Wesentlichen abströmt und anschließend zu dem Umlenkbereich (14) strömt, wobei der Umlenkbereich (14) und der zweite Verdichtungs-  
bereich (16) im Wesentlichen axial hintereinander angeordnet sind.
  9. Verdichter (1) nach einem der Ansprüche 1 - 8, wobei der erste Verdichtungs-  
bereich (10) derart ausgebildet ist, dass eine Umlenkung des Strömungsfluides aus der im Wesentlichen axialen Richtung (13) in eine im Wesentlichen radiale Richtung (20) erfolgt.
  10. Verdichter (1) nach Anspruch 9, wobei der Umlenkbereich (14) derart ausgebildet ist, dass die Strömungsführung des Strömungsfluides im Wesentlichen um 180° in Bezug auf die Rotationsachse umgelenkt wird und radial in den zweiten Verdichtungs-  
bereich (16) strömt.
  11. Verdichter (1) nach Anspruch 10, wobei die Umlenkbeflächtung (15) das Fluid von Mitdrall auf Gegendrall umlenkt.
  12. Verdichter (1) nach Anspruch 11, wobei der zweite Verdichtungs-  
bereich (16) derart ausgebildet ist, dass das Strömungsfluid aus einer radialen Richtung (20) in eine im Wesentlichen axiale Richtung (13) umgelenkt wird.



**FIG 1**

FIG 2

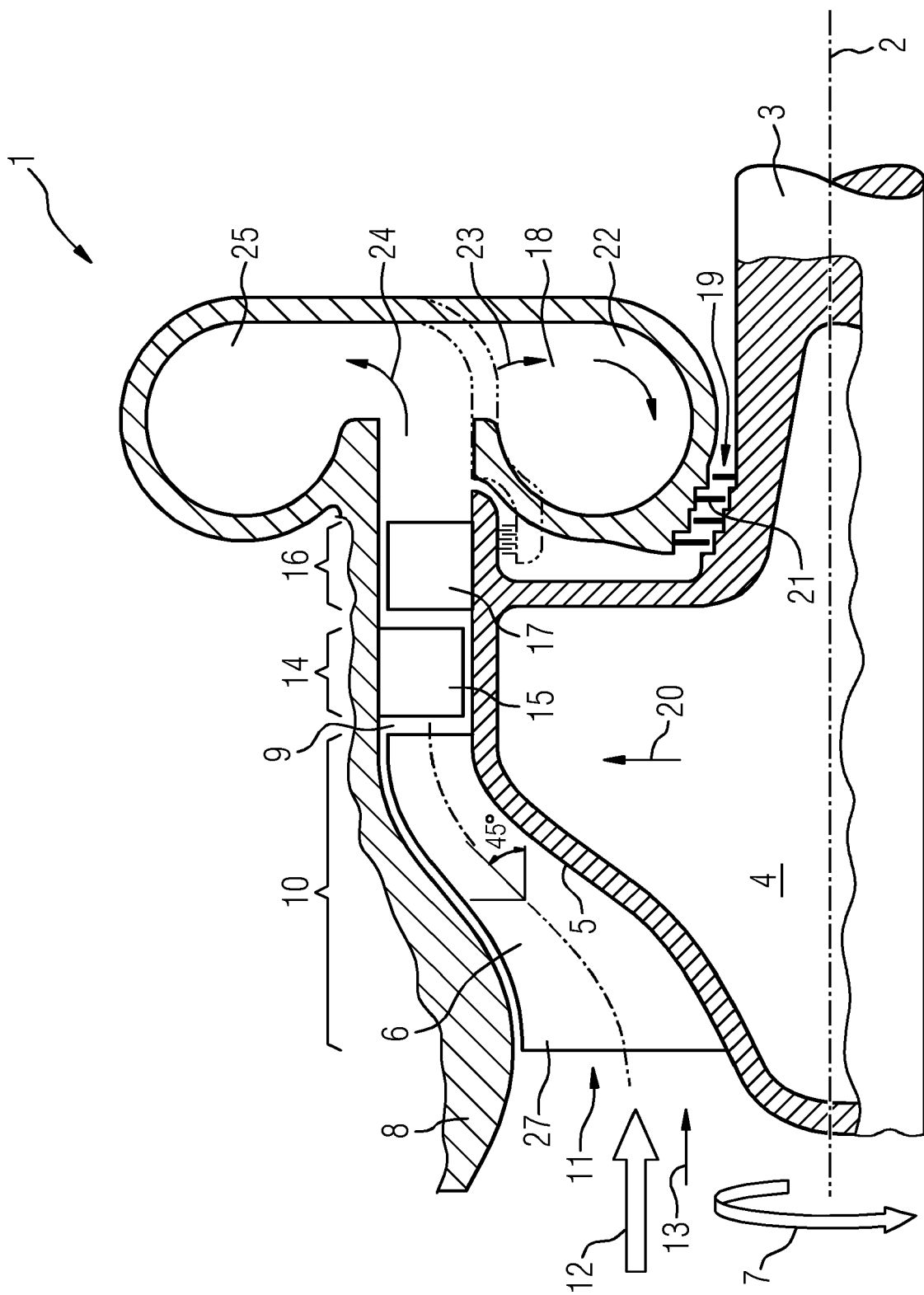




FIG 4

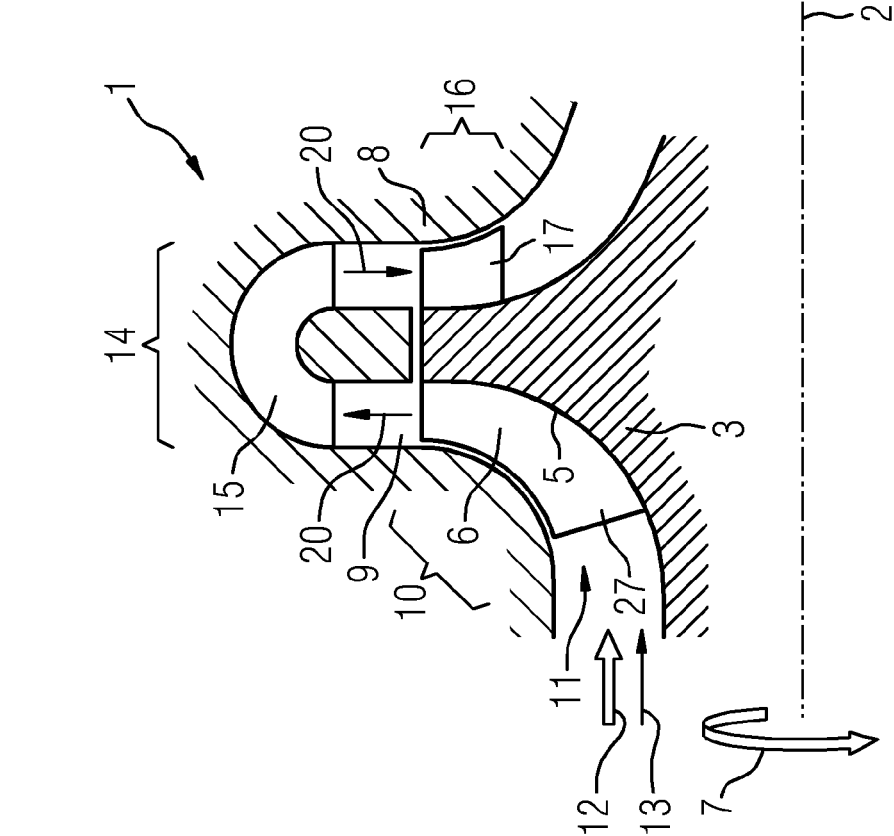
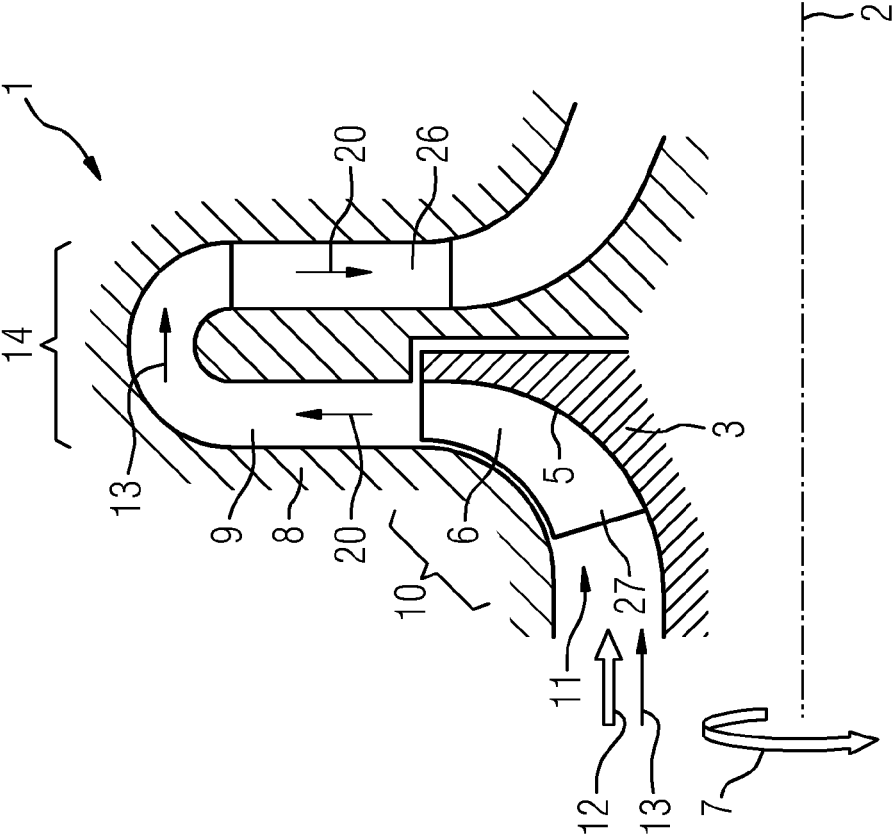


FIG 3  
Stand der Technik





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 20 21 5308

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2013/141912 A2 (CARRIER CORP [US]) 26. September 2013 (2013-09-26)	1-8	INV. F04D17/02
A	* Absätze [0028], [0032] - [0036] * * Abbildungen 1,3,4 *	9-12	F04D29/42 F04D29/28
X	DE 195 23 661 A1 (MAYER HELMUT [DE]) 2. Januar 1997 (1997-01-02)	1-3,9-12	
A	* Spalte 1, Zeilen 3-10 * * Spalte 1, Zeile 48 - Spalte 2, Zeile 19 * * Spalte 3, Zeilen 28-34 * * Abbildungen 1,2 *	4-8	
X	EP 3 633 202 A1 (DANFOSS AS [DK]) 8. April 2020 (2020-04-08)	1-3,7,8	
A	* Absätze [0026] - [0037] * * Abbildung 2 *		
A	EP 3 540 236 A1 (CARRIER CORP [US]) 18. September 2019 (2019-09-18)	1,5,6	
	* Absatz [0037] * * Abbildung 2 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D F01D
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>4. Mai 2021</b>	Prüfer <b>Gombert, Ralf</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 21 5308

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-05-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013141912 A2	26-09-2013	KEINE	
DE 19523661 A1	02-01-1997	KEINE	
EP 3633202 A1	08-04-2020	CN 110986403 A EP 3633202 A1 US 2020109879 A1	10-04-2020 08-04-2020 09-04-2020
EP 3540236 A1	18-09-2019	CN 110273858 A EP 3540236 A1 RU 2019106858 A US 2019285085 A1	24-09-2019 18-09-2019 14-09-2020 19-09-2019

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82