



(10) DE 10 2014 223 567 B4 2024.10.24

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2014 223 567.7

(51) Int Cl.: F16H 13/08 (2006.01)

(22) Anmelddatag: 19.11.2014

F02C 7/06 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 21.05.2015

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 24.10.2024

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

61/906,938 21.11.2013 US  
14/511,250 10.10.2014 US

(73) Patentinhaber:

SuperTurbo Technologies Inc., Loveland, Col., US

(74) Vertreter:

Tetzner & Partner mbB Patent- und  
Rechtsanwälte, 81479 München, DE

(72) Erfinder:

Sherrill, Ryan, c/o VanDyne SuperTurbo, Inc.,  
Loveland, Col., US; Holman, Sterling, c/o VanDyne  
SuperTurbo, Inc., Loveland, Col., US; Brown,  
Jared William, c/o VanDyne SuperTurbo, I,  
Loveland, Col., US

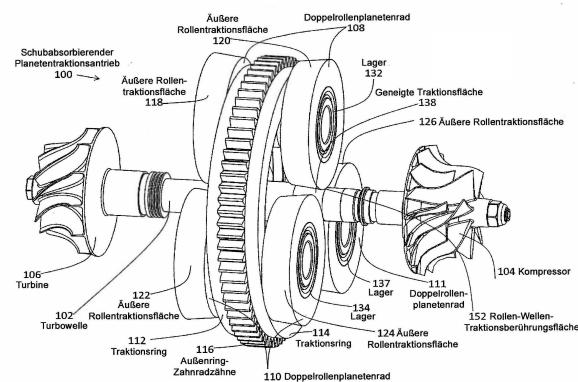
(56) Ermittelter Stand der Technik:  
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: Schubabsorbierender Super-Turbolader mit Planetentraktionsantrieb

(57) Hauptanspruch: Planetentraktionsantrieb (100; 300) für einen Super-Turbolader, der sowohl mechanisch durch ein Maschinensystem angetrieben ist als auch durch Abgase aus dem Maschinensystem angetrieben ist, umfassend:

eine Turbowelle (102),  
eine Turbine (106), die mit einem Ende der Turbowelle (102) verbunden ist,  
einen Kompressor (104), der mit einem gegenüberliegenden Ende der Turbowelle (102) verbunden ist,  
eine erste geneigte Traktionsfläche (136), die auf der Turbowelle (102) ausgebildet ist, wobei die erste geneigte Traktionsfläche (136) in einem ersten Winkel in einer ersten Richtung geneigt ist,  
eine zweite geneigte Traktionsfläche (138), die auf der Turbowelle (102) ausgebildet ist, wobei die zweite geneigte Traktionsfläche (138) in einem zweiten Winkel geneigt ist und der zweite Winkel im Wesentlichen gleich und in entgegengesetzter Richtung zu dem ersten Winkel ist,  
wenigstens ein Doppelrollenplanetenrad (108), das eine erste Rolle und eine zweite Rolle hat, wobei die erste Rolle eine erste äußere Rollentraktionsfläche (118) hat, die mit der ersten geneigten Traktionsfläche (136) der Turbowelle (102) in Eingriff steht, um eine erste Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche (152) zu bilden, die zweite Rolle eine zweite äußere Rollentraktionsfläche (120) hat, die mit der zweiten geneigten Traktionsfläche (138) der Turbowelle (102) in Eingriff steht, um eine zweite Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche (154) zwischen der zweiten Rolle und der Turbowelle (102) auszubilden, und die erste Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche (152)

sowie die zweite Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche (154) die Turbowelle axial ausrichten und axiale Kräfte auf der Turbowelle (102) erzeugen, die Schubkräften entgegenwirken, die in axialer Richtung auf der Turbowelle (102) erzeugt werden.



(19)



Deutsches  
Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2014 223 567 B4 2024.10.24

(56) Ermittelter Stand der Technik:

|    |                  |    |
|----|------------------|----|
| US | 8 561 403        | B2 |
| US | 8 608 609        | B2 |
| US | 8 668 614        | B2 |
| US | 2011 / 0 214 422 | A1 |
| US | 2012 / 0 117 962 | A1 |
| US | 2012 / 0 165 151 | A1 |
| US | 2013 / 0 017 920 | A1 |
| US | 6 095 940        | A  |
| WO | 2011/ 120 520    | A1 |
| WO | 2012/ 100 103    | A1 |
| JP | H11- 63 130      | A  |

**Beschreibung****HINTERGRUND**

**[0001]** Sowohl Turbolader als auch Kompressoren sind in der Lage, die Leistung einer Maschine zu erhöhen. Super-Turbolader sind bei der Verbesserung der Leistung von Maschinen noch effektiver. Super-Turbolader nutzen zum einen das Turbo-Compounding und beseitigen andererseits das Turboloch und verfügen über die Vorteile sowohl von Turboladern als auch von Kompressoren.

**[0002]** Die WO 2012/100103 A1 beschreibt einen Turbolader mit einem Abgas- und einem Maschinenantrieb, welcher über einen Traktionsplanetenantrieb mit Doppelplanetenrädern die Turbinenwelle antriebt, wobei die Doppelplanetenräder jeweils zwei Rollen beinhalten. US 6 095 940 A beschreibt einen Traktionsplanetenantrieb mit Doppelplanetenrädern, welche gegeneinander geneigt an der Sonnenwelle angreifen. WO 2011/120520 A1 beschreibt einen Turbolader mit einem Abgas- und einem Maschinenantrieb, welcher über einen Traktionsplanetenantrieb mit Einfachplanetenrädern die Turbinenwelle antriebt, wobei die Turbinenwelle über die Planetenräder radial und axial bestimmt ist.

**ÜBERSICHT**

**[0003]** Die vorliegende Erfindung stellt einen Planetentraktionsantrieb gemäß Anspruch 1, ein Verfahren zum Übertragen mechanischer Rotationsenergie in einem Super-Turbolader gemäß Anspruch 8 und einen Super-Turbolader gemäß Anspruch 12 bereit.

**[0004]** Bevorzugte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0005]** Eine Ausführungsform der Erfindung kann somit einen Planetentraktionsantrieb für einen Super-Turbolader umfassen, der sowohl mechanisch durch ein Maschinensystem angetrieben ist als auch durch Abgase aus dem Maschinensystem angetrieben ist, umfassend: eine Turbowelle; eine Turbine, die mit einem Ende der Turbowelle verbunden ist; einen Kompressor, der mit einem gegenüberliegenden Ende der Turbowelle verbunden ist; eine erste geneigte Traktionsfläche, die auf der Turbowelle ausgebildet ist, wobei die erste geneigte Traktionsfläche in einem ersten Winkel in einer ersten Richtung geneigt ist; eine zweite geneigte Traktionsfläche, die auf der Turbowelle ausgebildet ist, wobei die zweite geneigte Traktionsfläche in einem zweiten Winkel geneigt ist und der zweite Winkel im Wesentlichen gleich und in entgegengesetzter Richtung zu dem ersten Winkel ist; wenigstens ein Doppelrollenplanetenrad, das eine erste und eine zweite Rolle hat, wobei die erste Rolle eine erste äußere Rollentraktionsfläche hat, die mit der ersten geneigten

Traktionsfläche der Turbowelle in Eingriff steht, um eine erste Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche zu bilden, die zweite Rolle eine zweite äußere Rollentraktionsfläche hat, die mit der zweiten geneigten Traktionsfläche der Turbowelle in Eingriff steht, um eine zweite Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche zwischen der zweiten Rolle und der Turbowelle auszubilden, und die erste Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche sowie die zweite Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche die Turbowelle axial ausrichten und axiale Kräfte auf der Turbowelle erzeugen, die Schubkräften entgegenwirken, die in axialer Richtung auf der Turbowelle erzeugt werden.

**[0006]** Eine Ausführungsform der Erfindung kann weiterhin ein Verfahren zum Übertragen einer mechanischen Rotationsenergie in einem Super-Turbolader umfassen, der einen Traktionsantrieb hat, umfassend: mechanisches Antreiben des Super-Turboladers mit einer Maschine und mit Abgasen aus der Maschine; Ausbilden geneigter Traktionsflächen auf einer Turbowelle, die im Wesentlichen gleiche, jedoch entgegengesetzte Neigungswinkel haben, die die Turbowelle axial ausrichten und Axialkräfte auf der Turbowelle erzeugen, die Schubkräften entgegenwirken, die in einer Achsrichtung auf der Turbowelle erzeugt werden; Ausbilden von Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen durch Anpassen der geneigten Traktionsflächen auf der Turbowelle an die geneigten äußeren Traktionsflächen von Rollen eines Doppelrollenplanetenrades; Vorsehen geneigter Ringtraktionsflächen auf Traktionsringen, die zwischen jeder Rolle des Doppelrollenplanetenrades angeordnet sind; Koppeln der Traktionsringe mit einem Außenring und Anpassen der geneigten Ringtraktionsflächen an geneigte innere Traktionsflächen auf dem Doppelrollenplanetenrad, um Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen auszubilden, die mechanische Rotationsenergie zwischen dem Doppelrollenplanetenrad und den Traktionsringen übertragen.

**[0007]** Eine Ausführungsform der Erfindung kann weiterhin einen Super-Turbolader umfassen, der den erfindungsgemäßen Traktionsantrieb zum Übertragen mechanischer Rotationsenergie hat, umfassend: eine Maschineneinrichtung zum mechanischen Antreiben des Super-Turboladers; eine Turboeinrichtung zum Antreiben des Super-Turboladers mit Abgasen aus der Maschine; geneigte Traktionsflächeneinrichtungen auf einer Turbowelle, um die Turbowelle axial auszurichten und axiale Kräfte auf der Turbowelle zu erzeugen, die Schubkräften entgegenwirken, die in einer Achsrichtung auf der Turbowelle erzeugt werden.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**Fig.** 1 ist eine schematische isometrische Ansicht einer Ausführungsform eines schubabsorbierenden Planetentraktionsantriebes.

**Fig.** 2 ist eine schematische Querschnittsansicht der Ausführungsform aus **Fig.** 1.

**Fig.** 3 ist eine schematische Querschnittsansicht eines schubabsorbierenden Doppelrollen-Planetentraktionsantriebes mit fixierter Belastung.

**Fig.** 4 ist eine schematische Querschnittsansicht der Ausführungsform aus **Fig.** 3 mit der Hinzufügung einer Zahnradberührungsfläche zwischen den Planetenrädern und dem Ring.

**Fig.** 5 ist eine schematische Seitenansicht, die ein Doppelrollenplanetenrad und eine Turbowelle zeigt, die bei der Ausführungsform von **Fig.** 1 verwendet werden können.

**Fig.** 6 ist eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform eines Doppelrollenplanetenrades und einer Turbowelle, die bei der Ausführungsform von **Fig.** 1 verwendet werden können.

**Fig.** 7 ist eine schematische Darstellung eines Doppelrollenplanetenrades und einer Turbowelle, die bei der Ausführungsform von **Fig.** 1 verwendet werden können.

**Fig.** 8 ist eine schematische Seitenansicht eines Doppelrollenplanetenrades und eines Traktionsantriebs, die gemäß der Ausführungsform aus **Fig.** 1 verwendet werden können.

**Fig.** 9 ist eine schematische Seitenansicht eines Doppelrollenplanetenrades und eines Traktionsantriebs, die gemäß der Ausführungsform aus **Fig.** 1 verwendet werden können.

**Fig.** 10 ist eine schematische Seitenansicht eines Doppelrollenplanetenrades und eines Traktionsantriebs, die gemäß der Ausführungsform von **Fig.** 1 verwendet werden können.

**Fig.** 11 ist eine schematische isometrische Ansicht einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform eines schubabsorbierenden Planetentriebs, der externes Klemmen verwendet.

**Fig.** 12 ist eine Querschnittsansicht der Ausführungsform aus **Fig.** 11.

**Fig.** 13 ist eine isometrische Ansicht einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform eines schubabsorbierenden Planetentriebs, der automatisches internes Klemmen verwendet.

**Fig.** 14 ist eine Querschnittsansicht der Ausführungsform aus **Fig.** 13.

**Fig.** 15 ist eine Seitenansicht eines Einzelrollenplanetenrades und einer Turbowelle, die bei der Ausführungsform von **Fig.** 13 verwendet werden können.

**Fig.** 16 ist eine Seitenansicht eines Einzelrollenplanetenrades und einer Turbowelle, die bei der Ausführungsform von **Fig.** 13 verwendet werden können.

**Fig.** 17 ist eine Seitenansicht eines Einzelrollenplanetenrades und einer Turbowelle, die bei der Ausführungsform von **Fig.** 13 verwendet werden können.

**Fig.** 18 ist eine Seitenansicht eines Einzelrollenplanetenrades und einer Turbowelle, die bei der Ausführungsform von **Fig.** 13 verwendet werden können.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0008]** **Fig.** 1 ist eine schematische isometrische Darstellung einer Ausführungsform eines schubabsorbierenden Planetentraktionsantriebs 100, der in einem Super-Turbolader verwendet wird. Ein Super-Turbolader ist eine Vorrichtung, die sowohl mechanisch von einem Maschinensystem angetrieben wird, als auch von Abgasen aus dem Maschinensystem angetrieben wird. Einer der Hauptvorteile eines Super-Turboladers besteht darin, dass das Turbo Loch beseitigt ist. Super-Turbolader sind detaillierter in dem US-Patent 8.561.403, erteilt am 22. Oktober 2013 mit dem Titel „Super-Turbocharger Having a High Speed Traction Drive and a Continuously Variable Transmission“ und in der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 13/012.778, eingereicht am 24. Januar 2011 von Ed VanDyne, Volker Schumacher, Jared William Brown und Tom Waldron, mit dem Titel „Rich Fuel Mixture Super-Turbocharged Engine System“ und der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 13/108.831, eingereicht am 16. Mai 2011 von Ed VanDyne und Jared William Brown mit dem Titel „Rich Fuel Mixture Super-Turbocharged Engine System“ offenbart, die hier insbesondere durch Bezugnahme auf alles, was sie offenbaren und lehren, enthalten sind. Zudem sind für alles, was sie offenbaren und lehren, das US-Patent 8.608.609, erteilt am 17. Dezember 2013 mit dem Titel „Symmetrical Traction Drive“ und das US-Patent 8.668.614, erteilt am 11. März 2014 mit dem Titel „High Torque Traction Drive“ hier enthalten.

**[0009]** Wie in **Fig.** 1 gezeigt, umfasst der schubabsorbierende Planetentraktionsantrieb 100 eine Turbowelle 102, die mit einem Kompressor 104 und einer Turbine 106 verbunden ist. Der schubabsorbierende Planetentraktionsantrieb 100 umfasst drei Sätze von Doppelrollenplanetenrädern, die das Doppelrollenplanetenrad 108, das Doppelrollenplanetenrad 110 und das Doppelrollenplanetenrad 111

umfassen. Das Doppelrollenplanetenrad 108 hat zwei Rollen, die geneigte äußere Rollentraktionsflächen 118, 120 haben. In ähnlicher Weise hat das Doppelrollenplanetenrad 110 zwei Rollen, die geneigte Außenrollentraktionsflächen 122, 124 haben. Das Doppelrollenplanetenrad 111 hat geneigte Außenrollentraktionsflächen 126, 128 (**Fig. 2**). Die geneigten äußeren Rollentraktionsflächen 120, 124 und 126 berühren die geneigte Traktionsfläche 138 der Turbowelle 102. Die äußeren Rollentraktionsflächen 118, 122, 128 berühren die geneigte Traktionsfläche 136 der Turbowelle, wie es deutlicher in **Fig. 2** zu sehen ist. Das Doppelrollenplanetenrad 108 ist von zwei Lagern 130, 132 (**Fig. 2**) gehalten. Das Doppelrollenplanetenrad 111 ist von einem Lager 137 und einem weiteren Lager, das nicht gezeigt ist, gehalten. Das Doppelrollenplanetenrad 110 ist von einem Lager 134 und einem weiteren Lager, das nicht gezeigt ist, gehalten. Der schubabsorbierende Planetentraktionsantrieb 100 umfasst zudem Traktionsringe 112, 114, die einen Außenring 142 (**Fig. 2**) umgeben, der Außenring-Zahnradzähne 116 hat.

**[0010]** **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht der Ausführungsform des schubabsorbierenden Planetentraktionsantriebs 100 aus **Fig. 1**. Wie in **Fig. 2** gezeigt, hat die Turbowelle 102 eine geneigte Traktionsfläche 136, die zu der äußeren Rollentraktionsfläche 118 passt und eine Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 152 erzeugt. In ähnlicher Weise hat die Turbowelle 102 eine geneigte Traktionsfläche 138, die eine Traktionsberührungsfläche mit der äußeren Rollentraktionsfläche 120 erzeugt, um eine Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 154 zu erzeugen. Da die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 154 und die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 152 in entgegengesetzten Richtungen zueinander geneigt sind, ist die Turbowelle 102 infolge eines Schubs, der auf der Turbowelle 102 in einer Achsrichtung entlang der Länge der Turbowelle 102 erzeugt wird, an Ort und Stelle gehalten. Mit anderen Worten werden Kräften auf der Turbowelle 102 in der Richtung der Achse der Turbowelle 102 durch die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 152, 154 entgegengewirkt, die die Turbowelle 102 in dem schubabsorbierenden Planetentraktionsantrieb 100 an Ort und Stelle halten. Der Kompressor 104 und die Turbine 106 können eine Schubkraft auf der Turbowelle 102 entlang der Richtung der Achse der Turbowelle 102 erzeugen. Beide Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 152, 154 sind hin zu dem Zentrum der Turbowelle 102 geneigt, wodurch eine einwärts gerichtete Kraft hin zu dem Zentrum der Turbowelle 102 von jeder der Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 152, 154 erzeugt wird, die dazu dient, die Turbowelle 102 mit den Doppelrollenplanetenrädern 108, 110, 111 zu zentrieren. Andere Konstruktionen erforderten ein Schublager auf der Turbowelle 102, um eine Bewegung in seitli-

cher oder axialer Richtung entlang der Achse der Turbowelle 102 zu verhindern, um so die Turbowelle 102 in dem schubabsorbierenden Planetenmotor an Ort und Stelle und zentriert zu halten. Die Verwendung der geneigten Traktionsflächen 136, 138 auf der Turbowelle 102 beseitigt den Bedarf eines Schublagers auf der Turbowelle 102, um die Turbowelle gegen eine Bewegung in einer Achsrichtung zu halten.

**[0011]** Wie es zudem in **Fig. 2** gezeigt ist, ist das das Doppelrollenplanetenrad 108 aus einer einzigen Struktur aufgebaut und durch die Lager 130, 132 gehalten. Die Doppelrollenplanetenräder, wie etwa das Doppelrollenplanetenrad 108, können aus einem massiven Teil oder aus zwei oder drei Teilen aufgebaut sein, die miteinander verschraubt sein können. Die Doppelrollenplanetenräder sind in einem Planetenträger (nicht gezeigt) durch Lager 132, 134, 137 und ähnliche Lager, wie etwa das Lager 130, auf der gegenüberliegenden Seite der Doppelrollenplanetenräder gehalten, die es den Doppelrollenplanetenräder gestatten, sich zu drehen, es jedoch den Doppelrollenplanetenräder nicht gestatten, sich in einer Achsrichtung zu bewegen, wodurch wiederum die Turbowelle 101 an einem fixierten axialen Ort gehalten ist. Die Planetenträger können auch in einer Art flexibel sein, wie es in der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 13/336.346 offenbart ist, die von Ryan Sherrill, Sterling Holman, Ed VanDyne und Wayne Penfold mit dem Titel „Symmetrical Traction Drive“ eingereicht wurde und hier durch Bezugnahme auf alles, was sie offenbart und lehrt, enthalten ist. Der flexible Träger gestattet es den Doppelrollenplanetenräder, sich radial, d. h. nach innen und außen in Bezug auf die Turbowelle, zu bewegen, so dass die Traktion auf den Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 152, 154 variiert. Traktionsringe 112, 114 umfassen schräge Ringtraktionsflächen 148, 150. Die Ringtraktionsfläche 148 bildet eine Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsfläche 160 mit der abgeschrägten inneren Traktionsfläche 156, die in einem Axialabschnitt des Doppelrollenplanetenrades 108 ausgebildet ist. Die Ringtraktionsfläche 148 ist eine schräge Oberfläche, die eine schräge Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsfläche 160 erzeugt. In ähnlicher Weise ist die Ringtraktionsfläche 150 abgeschrägt und steht mit einer inneren Traktionsfläche 158 auf dem Axialabschnitt des Doppelrollenplanetenrades 108 in Eingriff, um eine schräge Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsfläche 162 auszubilden. Eine Kugel 163 sitzt in einer Kugelrampe 164, während eine Kugel 165 in einer Kugelrampe 166 sitzt. Die Kugelrampen 164, 166 sind in dem Außenring 142 bzw. in den Traktionsringen 112, 114 ausgebildet. Wenn ein Drehmoment auf die Außenring-Zahnradzähne 116 oder das Doppelrollenplanetenrad 108 über die Turbowelle 102 wirkt, bewegen sich die Kugeln in den Kugelrampen 164, 166 und erzeugen

eine nach außen wirkende Kraft auf den Traktionsringen 112, 114. Dies geschieht automatisch, wenn ein Drehmoment auf die Außenring-Zahnradzähne 116 oder durch die Turbowelle 102 wirkt. Die erzeugte Kraft wirkt in einer seitlichen Richtung, die im Wesentlichen parallel zu der Achse der Turbowelle 102 und parallel zu der Drehachse des Doppelrollenplanetensrades 108 ist, und zwingt die Traktionsringe 112, 114 nach außen in einer axialen Richtung, so dass die Ringtraktionsflächen 148, 150 in einer radial nach außen gerichteten Richtung auf den geneigten inneren Traktionsflächen 156, 158 des Doppelrollenplanetensrades 108 geschoben werden, um eine Normalkraft auf die Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 160, 162 auszuüben. Diese Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 160, 162 haben im Wesentlichen dieselbe Schräglage in entgegengesetzten Richtungen, so dass der Außenring 142 mit dem Doppelrollenplanetensrad 108 im Wesentlichen zentriert bleibt. Wenn das Drehmoment zunimmt, nehmen die Kräfte in der nach außen gerichteten seitlichen Richtung zwischen dem Außenring 142 und den Traktionsringen 112, 114 zu, wodurch sich die Normalkräfte auf den Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 160, 162 erhöhen, so dass ein größeres Drehmoment zwischen den Traktionsringen 112, 114 und dem Doppelrollenplanetensrad 108 übertragen werden kann. Auf diese Weise verursacht das Drehmoment entweder auf der Turbowelle 102 oder den Außenring-Zahnradzähnen 116, dass die Traktionsringe 112, 114 automatisch mit den abgeschrägten inneren Traktionsflächen 156, 158 der Rolle in einem Umfang in Eingriff gelangen, der sich auf die Größe des Drehmomentes bezieht. Da die abgeschrägten inneren Traktionsflächen 156, 158 eine Komponente in der radialen Richtung hin zu der Turbowelle 102 haben, erhöht der Anstieg der Kraft auf diesen Oberflächen ebenfalls die Normalkräfte auf den Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 152, 154, um die Drehmomentübertragung durch diese Berührungsflächen ebenfalls zu erhöhen.

**[0012]** Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht eines schubabsorbierenden Doppelrollen-Planetentraktionsantriebes 300 mit fixierter Belastung. Wie in Fig. 3 gezeigt, wird das Grundkonzept von Fig. 2 hinsichtlich der Traktionsflächen beibehalten, wobei sich lediglich das Verfahren der Belastung der Traktionsflächen unterscheidet. Die Turbowelle 320 hat geneigte Traktionsflächen 336, 338, die auf ihr ausgebildet sind und zu äußeren Rollentraktionsflächen 318, 320 des Doppelrollenplanetensrades 308 passen, um Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 352, 354 auszubilden. Diese Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 352, 354 übertragen das Drehmoment zwischen dem Doppelrollenplanetensrad 308 und der Turbowelle 302, richten die Turbowelle 302 axial aus und absorbieren Schubkräfte von der Turbine 306 und von dem Kompressor 304. Das

Doppelrollenplanetensrad 308 hat zudem geneigte innere Traktionsflächen 356, 358, die zu Traktionsring-Traktionsflächen 348, 350 passen, um Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 360, 362 zu bilden. Diese Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 360, 362 übertragen ein Drehmoment zwischen dem Doppelrollenplanetensrad 308 und den Traktionsringen 312, 314. Die Traktionsringe 312, 314 sind ihrerseits starr mit einem Außenring 342 verbunden oder auf diesem ausgebildet, der Außenring-Zahnradzähne 316 hat, die den schubabsorbierende Planetentraktionsantrieb 300 mit dem Maschinensystem (nicht gezeigt) verbinden. Wenigstens ein Doppelrollenplanetensrad 308 besteht aus zwei Teilen, einer linken Rolle 363 und einer rechten Rolle 365. Eine Schraube 364 verbindet die linke Rolle 363 und die rechte Rolle 365 und wird während der Montage bis zu einem gewissen Grad festgezogen. Wird die Schraube 364 festgezogen, werden die linke Rolle 363 und die rechte Rolle 365 aufeinander zu gedrückt, wodurch zunehmende Normalkräfte auf den Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 360, 362 erzeugt werden und wiederum das Doppelrollenplanetensrad 308 hin zu der Turbowelle 302 gedrückt wird, wodurch Normalkräfte in den Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 352, 354 vergrößert werden. Somit führt das Festziehen der Schraube 364 bis zu einem gewissen Grad zu einer gewollten Normalkraft durch sämtliche Traktionsberührungsflächen 352, 354, 360, 362, um es diesen Traktionsberührungsflächen 352, 354, 360, 362 zu gestatten, ein Drehmoment durch den schubabsorbierenden Planetentraktionsantrieb 300 zu übertragen.

**[0013]** Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht der Ausführungsform aus Fig. 3 mit der Hinzufügung einer Planetenrad-Ringzahnrad-Berührungsfläche 470 zwischen den Doppelrollenplanetensräden 408 und dem Außenring 442. Die Doppelrollenplanetensräder 408 haben jeweils Planetenradzähne 466, 468 zwischen geneigten inneren Traktionsflächen 456, 458. Der Außenring 442 hat entsprechende innere Ringzahnradzähne 417, die zu den Planetenradzähnen 466, 468 passen, um Planetenrad-Ringzahnrad-Berührungsflächen 470, 472 auszubilden. Die Hinzufügung von Planetenrad-Ringzahnrad-Berührungsflächen 470, 472 gestattet eine Übertragung von großen Drehmomenten zwischen den Doppelrollenplanetensräden 408 und dem Außenring 442 für Anwendungen mit hohem Drehmoment. Die Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 460, 462 übertragen kein Drehmoment mehr, werden aber verwendet, um Kräfte zu erzeugen, wenn die Schraube 464 angezogen wird, die die Doppelrollenplanetensräder 408 hin zu der Turbowelle 402 schieben, um Normalkräfte in den Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 452, 454 bereitzustellen, so dass das Drehmoment zwischen der Turbowelle 402 und den Doppelrollenplanetensräden 408 übertragen

werden kann. Um ein Durchrutschen bei den Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 460, 462 zu vermeiden, ist das Zentrum des Kontaktes zwischen dem Doppelrollenplanetenrad 408 und dem Außenring 442 durch beide Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 460, 462 und die Planetenrad-Ringzahnrad-Berührungsfläche 470 so festgelegt, dass sie sich in derselben Radialposition befinden, um Geschwindigkeitsunterschiede zwischen den Berührungsflächen 460, 462 und 470 zu minimieren.

**[0014]** Fig. 5 ist eine schematische Seitenansicht des Doppelrollenplanetenrades 108 und der Turbowelle 102 der Ausführungsform aus Fig. 1. Wie in Fig. 5 dargestellt, hat das Doppelrollenplanetenrad äußere Rollentraktionsflächen 118, 120, die geneigt sind. Die Neigung auf den äußeren Rollentraktionsflächen 118, 120 kann im Bereich einiger Grade aus der seitlichen Ebene liegen. Die geneigten äußeren Rollentraktionsflächen 118, 120 stehen mit den geneigten Traktionsflächen 136, 138 in Eingriff, die im Wesentlichen die entgegengesetzte Neigung haben, so dass Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 152, 154 erzeugt werden, die glatt sind und sich entlang im Wesentlichen der gesamten Kontaktfläche zwischen den äußeren Rollentraktionsflächen 118, 120 und den geneigten Traktionsflächen 136, 138 erstrecken. Auf diese Weise sind die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 152, 154 im Wesentlichen gerade und haben im Wesentlichen gleiche und gegenüberliegende Neigungen. Auf diese Weise bewirken Schub oder Kräfte entlang der Achse der Turbowelle 102, dass die Turbowelle 102 an Ort und Stelle bleibt.

**[0015]** Fig. 6 ist eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform eines Doppelrollenplanetenrades 600 und einer Turbowelle 614. Wie in Fig. 6 gezeigt, hat das Doppelrollenplanetenrad 600 gekrümmte äußere Traktionsflächen, die leicht in einer Innenrichtung geneigt sind, die dieselbe wie jene der Neigung der geneigten Traktionsflächen 606, 608 ist. Dies erzeugt eine Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 610, 612, die die Turbowelle 614 zwischen dem Doppelrollenplanetenrad 600 zentriert. Die gekrümmten äußeren Rollentraktionsflächen 602, 604 gestatten geringfügige Fehlausrichtungen zwischen der Turbowelle 614 und dem Doppelrollenplanetenrad 600.

**[0016]** Fig. 7 ist eine schematische Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform eines Doppelrollenplanetenrades 700 und einer Turbowelle 714. Wie in Fig. 7 gezeigt, hat das Doppelrollenplanetenrad 700 konvexe gekrümmte äußere Traktionsflächen 702, 704. Die Turbowelle 714 hat gekrümmte Traktionsflächen 706, 708, die eine Krümmung haben, die konkav ist und im Wesentlichen zu der Krümmung der konvexen gekrümmten äußeren Traktionsflächen

702, 704 passt. Der Schnittpunkt der gekrümmten Traktionsflächen 706, 708 mit den konvexen gekrümmten äußeren Traktionsflächen 702, 704 erzeugt Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 710 bzw. 712. Die Kurvatur der konvexen gekrümmten äußeren Traktionsflächen 702, 704 und der gekrümmten Traktionsflächen 706, 708 verhindert eine axiale Bewegung der Turbowelle 714 und gestattet zudem eine geringfügige Fehlausrichtung zwischen der Turbowelle 714 und den Doppelrollenplanetenräder 700, ohne dass die Geometrie der Kontaktflächen der Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 710, 712 signifikant geändert wird.

**[0017]** Fig. 8 ist eine schematische Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform eines Doppelrollenplanetenrades 800 und einer Turbowelle 814. Wie in Fig. 8 gezeigt, hat das Doppelrollenplanetenrad 800 konvexe gekrümmte äußere Traktionsflächen 802, 804, die nach innen hin zu dem Zentrum des Doppelrollenplanetenrades 800 geneigt sind. Die Turbowelle 814 hat gekrümmte Traktionsflächen 806, 808 die in der entgegengesetzten Richtung, d. h. in einer seitlichen (radialen) Richtung, abgewandt von dem Zentrum der Turbowelle 814, geneigt sind. Der Schnittpunkt der gekrümmten Traktionsflächen 806, 808 mit den konvexen gekrümmten äußeren Traktionsflächen 802, 804 des Doppelrollenplanetenrades 800 erzeugt Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 810 bzw. 812. Die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 810, 812 erzeugen seitliche Kräfte auf der Turbowelle 814, die die Turbowelle 814 mit dem Doppelrollenplanetenrad 800 zentrieren. Die Kurvatur der Traktionsflächen sowohl auf der Turbowelle 814 als auch dem Doppelrollenplanetenrad 800 gestattet eine geringfügige Fehlausrichtung zwischen der Turbowelle 814 und dem Doppelrollenplanetenrad 800, ohne dass die Geometrie der Kontaktfläche der Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 810, 812 wesentlich verändert wird.

**[0018]** Fig. 9 ist eine schematische Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform eines Doppelrollenplanetenrades 900 und einer Turbowelle 914. Wie in Fig. 9 gezeigt, hat das Doppelrollenplanetenrad 900 konvexe gekrümmte äußere Traktionsflächen 902, 904. Die Turbowelle 914 hat konkave gekrümmte Traktionsflächen 906, 908. Der Schnittpunkt der konvexen gekrümmten äußeren Traktionsflächen 902, 904 mit den konkaven gekrümmten Traktionsflächen 906, 908 erzeugt Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 910, 912. Die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 910, 912 wirken einem Schub entlang der Achse der Turbowelle 914 entgegen.

**[0019]** Fig. 10 ist eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform eines Doppelrollenplanetenrades 1000 und einer Turbowelle 1024. Wie in Fig. 10 gezeigt, hat das Doppelrollenplanetenrad 1000 eine erste Rolle, die konvexe gekrümmte äußere Trak-

tionsflächen 1002, 1004 hat. Eine zentrale Rille 1009 befindet sich zwischen den konvexen gekrümmten äußeren Traktionsflächen 1002, 1004. Darüber hinaus hat das Doppelrollenplanetensrad 1000 konvexe gekrümmte äußere Rollentraktionsflächen 1006, 1008. Die zentrale Rille 1010 trennt die konvexen gekrümmten äußeren Traktionsflächen 1006, 1008. Die konvexen gekrümmten äußeren Traktionsflächen 1002, 1004 stehen mit einer konkaven gekrümmten Traktionsfläche 1012 in der Turbowelle 1024 in Eingriff. Dies erzeugt Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 1016 bzw. 1018. In ähnlicher Weise stehen die konvexen gekrümmten äußeren Traktionsflächen 1006, 1008 mit der konkaven gekrümmten Traktionsfläche 1014 in der Turbowelle 1024 in Eingriff, um Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 1020 bzw. 1022 zu erzeugen. Die zentralen Rillen 1009, 1010 gestatten es, dass die radia- len Abmessungen der Traktionsflächen der Rolle und der Turbowelle dichter beieinander liegen, wodurch Drehverluste bei den Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 1016, 1018, 1020, 1022 verringert werden. Drehverluste treten wegen des variierenden Radius' der äußeren Traktionsflächen des Doppelrollenplanetensrades 1000 infolge der Kurvatur der Traktionsflächen auf. Die zentralen Rillen 1009, 1010 eliminieren Abschnitte der konvexen gekrümmten äußeren Rollentraktionsflächen, die andernfalls größere radiale Abmessungen haben würden, die Drehverluste oder ein Durchrutschen der Rollen an den konkaven gekrümmten Traktionsflächen 1012, 1014 verursachen würden. Die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 1016, 1018, 1020, 1022 richten die Turbowelle 1024 in einer zentrierten axialen Position aus und halten die Turbowelle 1024 in Erwiderung auf einen Schub, der in der Achsrichtung der Turbowelle 1024 erzeugt wird. Die Kurvatur der Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 1016, 1018, 1020, 1022 gestattet eine geringfügige Fehlausrichtung zwischen der Turbowelle 1024 und dem Doppelrollenplanetensrad 1000.

**[0020]** Fig. 11 ist eine schematische Perspektivansicht einer weiteren Ausführungsform eines schubabsorbierenden Planetenantriebs 1100, der externes Klemmen und Einzelrollenplanetensräder verwendet. Wie es in Fig. 11 gezeigt ist, hat der schubabsorbierende Planetentraktionsantrieb 1100 eine Turbowelle 1106, die eine Turbine 1102 und einen Kompressor 1104 verbindet. Große Rollenlager 1108, 1110 sind auf den Seiten von Ringzahnraden 1112 bzw. 1114 angeordnet. Das Ringzahnrad 1112 hat Ringzahnradzähne 1116, während das Ringzahnrad 1114 Ringzahnradzähne 1118 hat. Der Planetenträger 1122 hat drei Lagerhalterungen, die Lager halten, wie etwa das Lager 1120. Die Lager, wie etwa das Lager 1120, halten Einzelrollenplanetensräder, wie etwa das Einzelrollenplanetensrad 1124.

**[0021]** Fig. 12 ist eine Querschnittsansicht der Ausführungsform des schubabsorbierenden Planeten- traktionsantriebs 1100, der in Fig. 11 gezeigt ist. Wie in Fig. 12 gezeigt, hat das Einzelrollenplanetensrad 1126 äußere Rollentraktionsflächen 1130, die in einer V- oder Y-Form ausgebildet sind, die sich mit der doppelt geneigten Sonnentraktionsfläche 1128 schneidet, um eine Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1123 auszubilden. Die geneigten Flächen der doppelt geneigten Sonnentraktionsfläche 1128 verhindern, wenn sie mit der äußeren Rollentraktionsfläche 1130 in Eingriff stehen, eine axiale Bewegung der Turbowelle 1106. Schub in der Achsrichtung der Turbowelle 1106 kann durch die Turbine 1102 oder den Kompressor 1104 auf der Turbowelle 1106 erzeugt werden. Die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1132 wirkt dem Schub auf der Turbowelle 1106 entgegen. Die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1132 überträgt zudem ein Drehmoment zwischen der Turbowelle 1106 und den Einzelrollenplanetensräder, wie etwa dem Einzelrollenplanetensrad 1126. Das Einzelrollenplanetensrad 1126 ist in einem Planetenträger 1122 durch Lager 1120, 1121 gehalten. Der Planetenträger 1122 biegt sich leicht, um eine geringfügige radiale Bewegung des Einzelrollenplanetensrades 1126 hin zu und weg von der Turbowelle 1106 zu gestatten, wodurch die Normalkraft auf der Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1132 in einer Weise erhöht und verringert wird, wie dies in der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 13/336.346 offenbart ist, die am 23. Dezember 2011 von Ryan Sherrill, Sterling Holman, Ed VanDyne und Wayne Penfold mit dem Titel „Symmetrical Traction Drive“ eingereicht wurde und hier insbesondere durch Bezugnahme auf alles, was sie offenbart und lehrt, enthalten ist. Die Bewegung des Einzelrollenplanetensrades 1126 in einer radialen Richtung in Bezug auf die Turbowelle 1106 tritt als Ergebnis der seitlichen Bewegung der Ringzahnraden 1112, 1114 in der Richtung der Achse der Turbowelle 1106 auf. Die seitliche Bewegung der Ringzahnraden 1112, 1114 tritt als Ergebnis externer Kräfte auf, die durch die großen Rollenlager 1108, 1110 in der Weise ausgeübt werden, wie es in der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 13/336.346, die am 23. Dezember 2011 von Ryan Sherrill, Sterling Holman, Ed VanDyne und Wayne Penfold mit dem Titel „Symmetrical Traction Drive“ eingereicht wurde, und der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 13/354.320 beschrieben ist, die am 19. Januar 2012 von Ryan Sherrill und Ed VanDyne mit dem Titel „High Torque Traction Drive“ eingereicht wurde, und die hier insbesondere durch Bezugnahme auf alles, was sie offenbaren und lehren, enthalten sind. Das Ringzahnrad 1112 hat eine abgeschrägte Ringtraktionsfläche 1134, während das Ringzahnrad 1114 eine abgeschrägte Ringtraktionsfläche 1136 hat. Die Ringtraktionsflächen 1134, 1136 schneiden sich mit den abgeschrägten inneren Rollentraktionsflächen 1142, 1144, um Planetenrad-

Ring-Traktionsberührungsflächen 1138 bzw. 1140 zu erzeugen. Die Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 1138, 1140 übertragen ein Drehmoment zwischen dem Einzelrollenplanetenrad 1126 und den Ringzahnrädern 1112, 1114. Auf diese Weise werden Drehkräfte von der Turbowelle 1106 auf das Einzelrollenplanetenrad 1126 übertragen, das seinerseits diese Drehkräfte auf die Ringzahnräder 1112, 1114 überträgt. Anschließend werden die Drehkräfte von dem schubabsorbierenden Planetentraktionsantrieb 1100 mit Hilfe der Ringzahnradzähne 1116, 1118 zu einer externen Vorrichtung übertragen. Die externe Vorrichtung kann ein Getriebe, wie etwa ein stufenloses Automatikgetriebe sein, das mit der Kurbelwelle einer Maschine verbunden ist.

**[0022]** In Betrieb wird, wenn die Ringzahnräder 1112, 1114, die in **Fig. 12** gezeigt sind, nach innen gedrückt werden, eine Kraft auf dem Einzelrollenplanetenrad 1126 in einer radialen Richtung hin zu der Turbowelle 1106 erzeugt. Da sich das Einzelrollenplanetenrad 1126 radial bewegen kann, weil sich der Planetenträger 1122 biegen kann, kann sich das Einzelrollenplanetenrad 1126 geringfügig hin zu der Turbowelle 1106 bewegen und höhere Traktionskräfte auf der schubabsorbierenden Berührungsfläche 1132 der Turbowelle 1106 erzeugen. Darüber hinaus werden höhere Traktionskräfte auch auf den Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 1138, 1140 erzeugt. Demzufolge kann die Traktion des schubabsorbierenden Planetentriebs 1100 durch Variieren der externen Kräfte auf den großen Rollenlagern 1108, 1110 variiert werden.

**[0023]** **Fig. 13** ist eine schematische isometrische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines schubabsorbierenden Planetentraktionsantriebs 1300, der sich automatisch an variierende Drehmomentanforderungen anpasst. Darüber hinaus verwendet die Ausführungsform von **Fig. 13** Einzelrollenplanetenräder. Wie in **Fig. 13** gezeigt, umfasst der schubabsorbierende Planetentraktionsantrieb 1300 eine Turbine 1302 und einen Kompressor 1304, die an gegenüberliegenden Enden der Turbowelle 1306 befestigt sind. Ringzahnräder 1312, 1314 sind mit Schrauben 1324 verbunden. Das Ringzahnrad 1312 hat Ringzahnradzähne 1316, während das Ringzahnrad 1314 Ringzahnradzähne 1318 hat. Die Ringzahnradzähne passen zu einem Getriebe (nicht gezeigt), das mit einer Maschine gekoppelt sein kann, die einen Super-Turbolader oder ein angetriebenes Turboladersystem verwendet. Der schubabsorbierende Planetentraktionsantrieb 1300 verwendet einen Planetenträger 1322, der Einzelrollenplanetenräder hält, die in Lagern, wie etwa dem Lager 1320, angebracht sind.

**[0024]** **Fig. 14** ist eine schematische Querschnittsansicht des schubabsorbierenden Planetentrak-

tionsantriebs 1300, der in **Fig. 13** gezeigt ist. Wie in **Fig. 14** dargestellt, hat der zentrale Abschnitt der Turbowelle 1306 doppelt geneigte Traktionsflächen 1326, die zu äußeren Rollentraktionsflächen 1330 passen, um eine Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1332 zwischen der Turbowelle 1306 und dem Einzelrollenplanetenrad 1362 zu erzeugen. Die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1332 hat geneigte Abschnitte, die in entgegengesetzten Richtungen zueinander angewinkelt sind, wodurch eine axiale Bewegung der Turbowelle 1306 in jeder Richtung verhindert wird, wenn Schubkräfte von der Turbine 1302 oder dem Kompressor 1304 einwirken. Die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1332 überträgt zudem ein Drehmoment zwischen der Turbowelle 1306 und dem Einzelrollenplanetenrad 1326. Lager 1320, 1321 sind in dem Planetenträger 1322 angebracht, um es dem Einzelrollenplanetenrad 1326 zu gestatten, sich zu drehen. Der Planetenträger 1322 ist derart aufgebaut, dass er es dem Einzelrollenplanetenrad 1326, das in den Lagern 1320, 1321 angebracht ist, sich geringfügig zu biegen, wodurch eine leichte radiale Bewegung des Einzelrollenplanetenrades 1326 hin zu und weg von der Turbowelle 1306 in einer radialen Richtung gestattet ist, wodurch die Normalkraft auf der Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1332 erhöht und verringert wird. Auf diese Weise kann die Größe des Drehmomentes variiert werden, das durch die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1332 übertragen werden kann.

**[0025]** Wie es ebenfalls in **Fig. 14** gezeigt ist, hat das Einzelrollenplanetenrad 1326 innere Rollentraktionsflächen 1360, 1362, die geneigt sind. Die inneren Rollentraktionsflächen 1360, 1362 passen zu den abgeschrägten Ringtraktionsflächen 1334, 1336, um Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 1338 bzw. 1340 zu erzeugen. Kugelrampen 1350, 1352 halten die Traktionsringe 1346 bzw. 1348 in den Ringzahnrädern 1312, 1314 an Ort und Stelle. Die Kugelrampen 1350, 1352 sind abgeschrägte Rampen, so dass sich, wenn das Drehmoment entweder auf die Ringzahnradzähne 1318 oder die Turbowelle 1306 wirkt, die Kugeln, die sich in den Kugelrampen 1350, 1352 befinden, bewegen und die Traktionsringe 1346, 1348 von den Ringzahnrädern 1312, 1314 wegdrücken. Wenn sich die Traktionsringe 1346, 1348 von den Ringzahnrädern 1312 bzw. 1314 wegbewegen, laufen die abgeschrägten Ringtraktionsflächen 1334, 1336 außen auf den abgeschrägten inneren Rollentraktionsflächen 1360, 1362, wodurch eine radial nach innen gerichtete Kraft auf das Einzelrollenplanetenrad 1326 hin zu der Turbowelle 1306 ausgeübt wird. Die Normalkräfte in den Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 1338, 1340 werden somit erhöht, wie auch die Normalkräfte auf der Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1332. Der Anstieg der Traktionskräfte gestattet es dem schubabsorbierenden

Planetentraktionsantrieb 1300 ein größeres Drehmoment durch die Traktionsberührungsflächen 1338, 1340, 1332 zu übertragen. Auf diese Weise stellen die Kugelrampen 1350, 1352 automatisch unterschiedliche Grade einer Drehmomentkapazität sowohl für die Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen 1338 als auch die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1332 auf der Basis des Betriebszustandes der Maschine bereit. Eine minimale Vorlast auf den Traktionsberührungsflächen 1338, 1340, 1332 kann durch Einstellen des Drehmomentes an den Schrauben 1324 justiert werden. Es können natürlich andere Verfahren zum Bewegen der Traktionsringe 1346, 1348 in einer Achsrichtung angewendet werden, wie etwa die Verfahren, die in der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 13/336.346, die am 23. Dezember 2011 von Ryan Sherrill, Sterling Holman, Ed VanDyne und Wayne Penfold mit dem Titel „Symmetrical Traction Drive“ eingereicht wurde, und der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 13/354.320 beschrieben sind, die am 19. Januar 2012 von Ryan Sherrill und Ed VanDyne mit dem Titel „High Torque Traction Drive“ eingereicht wurde, und die hier insbesondere durch Bezugnahme auf alles, was sie offenbaren und lehren, enthalten sind.

**[0026]** Ein Vorteil der Ausführungsform aus **Fig. 14** besteht darin, dass die Ringzahnräder 1312, 1314 und die Traktionsringe 1346, 1348 in dem schubabsorbierenden Planetentraktionsantrieb 1300 durch das Einzelrollenplanetenrad 1326 und die anderen beiden Einzelrollenplanetenräder des schubabsorbierenden Planetentraktionsantriebs 1300 gehalten sind, so dass keine großen Rollenlager erforderlich sind. Die Lager, wie etwa die Lager 1320, 1321, stellen eine axiale Ausrichtung für die gesamte Anordnung bereit, einschließlich den Einzelrollenplanetenräden, wie etwa dem Einzelrollenplanetenrad 1326, der Turbowelle 1306 und den Ringzahnräden 1312, 1314.

**[0027]** **Fig. 15** bis **Fig. 18** zeigen unterschiedliche Ausführungsformen von Einzelrollenplanetenräden, die mit den unterschiedlichen Ausführungsformen der schubabsorbierenden Planetentraktionsantriebe verwendet werden können, die hier offenbart sind. Wie in **Fig. 15** gezeigt, hat das Einzelrollenplanetenrad 1500 äußere Traktionsflächen 1502, 1504, die nach innen geneigt sind und im Wesentlichen denselben Winkel haben. Die doppelt geneigten äußeren Rollentraktionsflächen 1502, 1504 des Einzelrollenplanetenrades 1500 passen zu den geneigten Traktionsflächen 1506, 1508 der Turbowelle 1518, die in einem komplementären Winkel geneigt sind, um die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 1514, 1516 zu bilden. Die doppelt geneigte Traktionsfläche, die in der Turbowelle 1518 ausgebildet ist, hat ein Relief 1512, das bei der Beibehaltung der gewünschten Kontaktgeometrie der Rollen-Wel-

len-Traktionsberührungsflächen 1514, 1516 hilfreich ist. Darüber hinaus wird ein Durchrutschen der Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen verringert.

**[0028]** **Fig. 16** zeigt eine weitere Ausführungsform eines Einzelrollenplanetenrades 1600. Wie in **Fig. 16** gezeigt, hat die Turbowelle 1602 eine konvexe gekrümmte Traktionsfläche 1604. Das Einzelrollenplanetenrad 1600 hat geneigte äußere Traktionsflächen 1606, 1608. Die konvex gekrümmte Traktionsfläche 1604 passt zu den geraden geneigten äußeren Traktionsflächen 1606, 1608 des Einzelrollenplanetenrades 1600, um Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 1610, 1612 zu erzeugen. Die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 1610, 1612 sind beide in einer nach innen gewandten Achsrichtung geneigt, wodurch die Turbowelle 1602 in einer zentrierten Stellung gehalten ist. Die Kurvatur der konvex gekrümmten Traktionsfläche 1604 gestattet eine geringfügige Fehlausrichtung zwischen der Turbowelle 1602 und dem Einzelrollenplanetenrad 1600 und ändert die Kontaktfläche der Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 1610, 1612 nicht wesentlich.

**[0029]** **Fig. 17** ist eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform eines Einzelrollenplanetenrades 1700 und einer Turbowelle 1702. Wie in **Fig. 17** gezeigt, hat das Einzelrollenplanetenrad 1700 eine konkav gekrümmte äußere Traktionsfläche 1704. Die konkav gekrümmte äußere Traktionsfläche 1704 passt zu der konvexen gekrümmten Traktionsfläche 1706 der Turbowelle 1702, um die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1708 zu erzeugen. Die Kurvatur der konvexen gekrümmten Traktionsfläche 1706 und der konkaven gekrümmten äußeren Traktionsfläche 1704 absorbiert Schub in der Achsrichtung der Turbowelle 1702. Die Kurvatur der konvexen gekrümmten Traktionsfläche 1706 und der konkaven gekrümmten äußeren Traktionsfläche 1704 gestattet eine geringfügige Fehlausrichtung zwischen der Turbowelle 1702 und dem Einzelrollenplanetenrad 1700, ohne dass die Kontaktgeometrie der Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche 1708 geändert wird.

**[0030]** **Fig. 18** ist eine schematische Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform eines Einzelrollenplanetenrades 1800 und einer Turbowelle 1802. Wie in **Fig. 18** gezeigt, hat das Einzelrollenplanetenrad 1800 eine konkav gekrümmte äußere Traktionsfläche 1804. Die Turbowelle 1802 hat konvexe gekrümmte Traktionsflächen 1806, 1808, die durch eine zentrale Rille 1810 getrennt sind. Die zentrale Rille 1810 gestattet es den Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 1812, 1814, sich in einer konstanteren Radialposition zu befinden, wodurch Drehverluste in den Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 1812, 1814 verringert werden. Die konvexen gekrümmten Traktionsflächen

1806, 1808 haben Kontakt mit der konkaven gekrümmten äußeren Traktionsfläche 1804 in beiden Achsrichtungen, so dass das Einzelrollenplanetenrad 1800 die Turbowelle 1802 axial ausrichtet und eine Schubbelastung von der Turbowelle 1802 absorbiert. Die Kurvatur der konvexen gekrümmten Traktionsflächen 1806, 1808 und der konkaven gekrümmten äußeren Traktionsfläche 1804 gestattet eine geringfügige Fehlausrichtung zwischen der Turbowelle 1802 und dem Einzelrollenplanetenrad 1800, ohne dass die Kontaktgeometrie der Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen 1812, 1814 wesentlich geändert wird.

**[0031]** Die unterschiedlichen hier offenbarten Ausführungsformen geben somit unterschiedliche Ausführungsformen eines schubabsorbierenden Planetenantriebs an, der kostengünstig und einfach zu konstruieren ist. Darüber hinaus sorgt die Einfachheit der Ausführungsformen, die hier offenbart sind, für größere Zuverlässigkeit und längere Lebensdauer der unterschiedlichen Ausführungsformen der schubabsorbierenden Planetenantriebe.

**[0032]** Die vorangehende Beschreibung der Erfindung erfolgte zu Zwecken der Darstellung und Erläuterung. Sie soll weder erschöpfend sein, noch die Erfindung auf die präzise offenbarte Form beschränken, wobei andere Abänderungen und Variationen angesichts der obigen Lehre möglich sein können. Die Ausführungsform wurde gewählt und beschrieben, um am besten die Prinzipien der Erfindung und deren praktische Anwendung zu erläutern und andere Fachleute in die Lage zu versetzen, die Erfindung in unterschiedlichen Ausführungsformen und unterschiedlichen Abänderungen, wie sie sich für die spezielle in Erwägung gezogene Verwendung am besten eignen, in bester Weise einzusetzen. Es ist beabsichtigt, dass die angefügten Ansprüche so betrachtet werden, dass sie andere alternative Ausführungsformen der Erfindung umfassen, soweit sie nicht durch den Stand der Technik vorweggenommen sind.

### Patentansprüche

1. Planetentraktionsantrieb (100; 300) für einen Super-Turbolader, der sowohl mechanisch durch ein Maschinensystem angetrieben ist als auch durch Abgase aus dem Maschinensystem angetrieben ist, umfassend:  
 eine Turbowelle (102),  
 eine Turbine (106), die mit einem Ende der Turbowelle (102) verbunden ist,  
 einen Kompressor (104), der mit einem gegenüberliegenden Ende der Turbowelle (102) verbunden ist,  
 eine erste geneigte Traktionsfläche (136), die auf der Turbowelle (102) ausgebildet ist, wobei die erste geneigte Traktionsfläche (136) in einem ersten Winkel in einer ersten Richtung geneigt ist,

eine zweite geneigte Traktionsfläche (138), die auf der Turbowelle (102) ausgebildet ist, wobei die zweite geneigte Traktionsfläche (138) in einem zweiten Winkel geneigt ist und der zweite Winkel im Wesentlichen gleich und in entgegengesetzter Richtung zu dem ersten Winkel ist,  
 wenigstens ein Doppelrollenplanetenrad (108), das eine erste Rolle und eine zweite Rolle hat, wobei die erste Rolle eine erste äußere Rollentraktionsfläche (118) hat, die mit der ersten geneigten Traktionsfläche (136) der Turbowelle (102) in Eingriff steht, um eine erste Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche (152) zu bilden, die zweite Rolle eine zweite äußere Rollentraktionsfläche (120) hat, die mit der zweiten geneigten Traktionsfläche (138) der Turbowelle (102) in Eingriff steht, um eine zweite Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche (154) zwischen der zweiten Rolle und der Turbowelle (102) auszubilden, und die erste Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche (152) sowie die zweite Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche (154) die Turbowelle axial ausrichten und axiale Kräfte auf der Turbowelle (102) erzeugen, die Schubkräften entgegenwirken, die in axialer Richtung auf der Turbowelle (102) erzeugt werden.

2. Planetentraktionsantrieb nach Anspruch 1, weiterhin umfassend:

einen ersten Traktionsring (112), der eine erste Ringtraktionsfläche (148) hat, die dazu eingerichtet ist, mit einer ersten geneigten inneren Traktionsfläche (156) auf der ersten Rolle in Eingriff zu stehen, um eine erste Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsfläche (160) auszubilden,  
 einen zweiten Traktionsring (114), der eine zweite Traktionsring-Traktionsfläche (150) hat, die dazu eingerichtet ist, mit einer zweiten geneigten inneren Traktionsfläche (158) der zweiten Rolle in Eingriff zu stehen, um eine zweite Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsfläche (162) auszubilden, und  
 einen Außenring (142), der mit dem ersten Traktionsring (112) und dem zweiten Traktionsring (114) gekoppelt ist, wobei der Außenring (142) mit der Maschine derart gekoppelt ist, dass ein Drehmoment zwischen der Maschine und der Turbowelle (102) übertragen werden kann.

3. Traktionsantrieb nach Anspruch 2, weiterhin umfassend:

Kugelrampen (164, 166), die zwischen dem ersten Traktionsring (112) und dem Außenring (142) und dem zweiten Traktionsring (114) und dem Außenring (142) angeordnet sind,  
 Kugeln (163, 165), die in den Kugelrampen (164, 166) angeordnet sind, die den ersten Traktionsring (112) und den zweiten Traktionsring (114) nach außen, weg von dem Außenring (142) zwingen, wodurch der erste Traktionsring (112) und der zweite Traktionsring (114) mit dem Außenring (142) gekoppelt werden und Normalkräfte auf der ersten

Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsfläche (160) und der zweiten Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsfläche (162) erhöht werden, wodurch die Drehmomentaufnahmekapazität der ersten Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsfläche (160) und der zweiten Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsfläche (162) erhöht wird und das Doppelrollenplanetenrad (108) hin zu der Turbowelle (102) gezwungen wird, wodurch Normalkräfte zwischen der ersten Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche (152) und der zweiten Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche (154) erhöht werden, wodurch die Drehmomentkapazität der ersten Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche (152) und der zweiten Rollen-Wellen-Traktionsberührungsfläche (154) erhöht wird.

4. Traktionsantrieb nach Anspruch 2, weiterhin umfassend:

eine Befestigungseinrichtung (364), die den ersten Traktionsring (112; 312) und den zweiten Traktionsring (114; 314) starr an dem Außenring (142; 442) mit einer festgelegten fixierten Normalkraft auf den Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen (160, 162; 360, 362) fixiert, wobei die fixierte Normalkraft von wenigstens dreien der Doppelrollenplanetenräder (108, 110, 111; 308) erzeugt wird, die den ersten Traktionsring (112; 312) und den zweiten Traktionsring (114; 314) zwischen der ersten geneigten inneren Traktionsfläche (156; 356) und der zweiten geneigten inneren Traktionsfläche (158; 358) mit einer vorbestimmten Kraft zusammendrücken.

5. Traktionsantrieb nach Anspruch 4, weiterhin umfassend:

Zahnradzähne (466, 468), die zentral auf jedem der Doppelrollenplanetenräder (108, 110, 111; 408) zwischen der ersten geneigten inneren Traktionsfläche (156; 456) und der zweiten geneigten inneren Traktionsfläche (158; 458) angeordnet sind, die zu inneren Zahnradzähnen (417) auf dem Außenring (142; 442) passen, um eine Planetenrad-Ring-Berührungsfläche (470) in einem Durchmesser zu erzeugen, der im Wesentlichen gleich einem Durchmesser der Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen (160, 162) ist, um eine stärkere Drehmomentübertragung zwischen den Doppelrollenplanetenräder (108, 110, 111; 408) und dem Außenring (142; 442) zu ermöglichen, als es nur mit den Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen (160, 162) möglich ist.

6. Planetentraktionsantrieb nach Anspruch 1, weiterhin umfassend:

drei Doppelrollenplanetenräder (108, 110, 111), die um die Turbowelle (102) herum angeordnet sind und durch einen Planetenträger an Ort und Stelle gehalten sind, so dass die Doppelrollenplanetenräder (108, 110, 111) die Turbowelle (102) sowohl axial als auch radial ausrichten.

7. Planetentraktionsantrieb nach Anspruch 1, bei dem die erste äußere Rollentraktionsfläche (118, 602) und die zweite äußere Rollentraktionsfläche (120; 604) gekrümmt sind, um einen konsistenten Kontakt zwischen der Turbowelle (102; 614) und den Doppelrollenplanetenräder (108, 110, 111; 600) durch die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen (152, 154; 610, 612) sicherzustellen.

8. Verfahren zum Übertragen mechanischer Rotationsenergie in einem Super-Turbolader, der einen Traktionsantrieb (100; 300) hat, umfassend: mechanisches Antreiben des Super-Turboladers mit einer Maschine und mit Abgasen aus der Maschine, Ausbilden geneigter Traktionsflächen (136, 138) auf einer Turbowelle, die im Wesentlichen gleiche, jedoch entgegengesetzte Neigungswinkel haben, die die Turbowelle (102) axial ausrichten und Axialkräfte auf der Turbowelle (102) erzeugen, die Schubkräften entgegenwirken, die in einer Achsrichtung auf der Turbowelle (102) erzeugt werden, Ausbilden von Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen (152, 154) durch Anpassen der geneigten Traktionsflächen (136, 138) auf der Turbowelle (102) an die geneigten äußeren Traktionsflächen (136, 138) von Rollen eines Doppelrollenplanetenrades (108),

Vorsehen geneigter Ringtraktionsflächen (148, 150) auf Traktionsringen (112, 114), die zwischen jeder Rolle des Doppelrollenplanetenrades (108) angeordnet sind,

Koppeln der Traktionsringe (112, 114) mit einem Außenring (142) und

Anpassen der geneigten Ringtraktionsflächen (136, 138) an geneigte innere Traktionsflächen (156, 158) auf dem Doppelrollenplanetenrad (108), um Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen (160, 162) auszubilden, die mechanische Rotationsenergie zwischen dem Doppelrollenplanetenrad (108) und den Traktionsringen (112, 114) übertragen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, weiterhin umfassend:

zwingen der Traktionsringe (112, 114) nach außen, weg von dem Außenring (142) mit Hilfe von Kugeln (163, 165) in einer Kugelrampe (164, 166), die zwischen den Traktionsringen (112, 114) und dem Außenring (142) angeordnet sind und Normalkräfte auf den Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen (160, 162) und den Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen (152, 154) erhöhen, wodurch die Drehmomentaufnahmekapazität der Planetenrad-Ring-Traktionsberührungsflächen (160, 162) und der Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen (152, 154) erhöht wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, weiterhin umfassend:

Vorsehen von drei Doppelrollenplanetenräder (108, 110, 111), die um die Turbowelle (102) herum

angeordnet sind und in einem Planetenträger gehalten sind, so dass die Doppelrollenplanetenträger (108, 110, 111) die Turbowelle (102) radial wie auch axial ausrichten, wodurch eine Bewegung der Turbowelle (102) mit Ausnahme einer Drehung um eine Achse der Turbowelle (102) verhindert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 8, weiterhin umfassend:

Krümmen der geneigten äußeren Traktionsflächen (118, 120; 602, 604) der Rollen um einen konsistenten Kontakt zwischen der Turbowelle (102; 614) und den Doppelrollenplanetenträgern (108, 110, 111; 600) durch die Rollen-Wellen-Traktionsberührungsflächen (152, 154; 610, 612) sicherzustellen.

12. Super-Turbolader, der einen Traktionsantrieb (100; 300) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zum Übertragen mechanischer Rotationsenergie hat, umfassend:

eine Maschineneinrichtung zum mechanischen Antreiben des Super-Turboladers,  
eine Turboeinrichtung zum Antreiben des Super-Turboladers mit Abgasen aus der Maschine und geneigte Traktionsflächeneinrichtungen (136, 138) auf einer Turbowelle (102), um die Turbowelle (102) axial auszurichten und axiale Kräfte auf der Turbowelle (102) zu erzeugen, die Schubkräften entgegenwirken, die in einer Achsrichtung auf der Turbowelle (102) erzeugt werden.

Es folgen 18 Seiten Zeichnungen

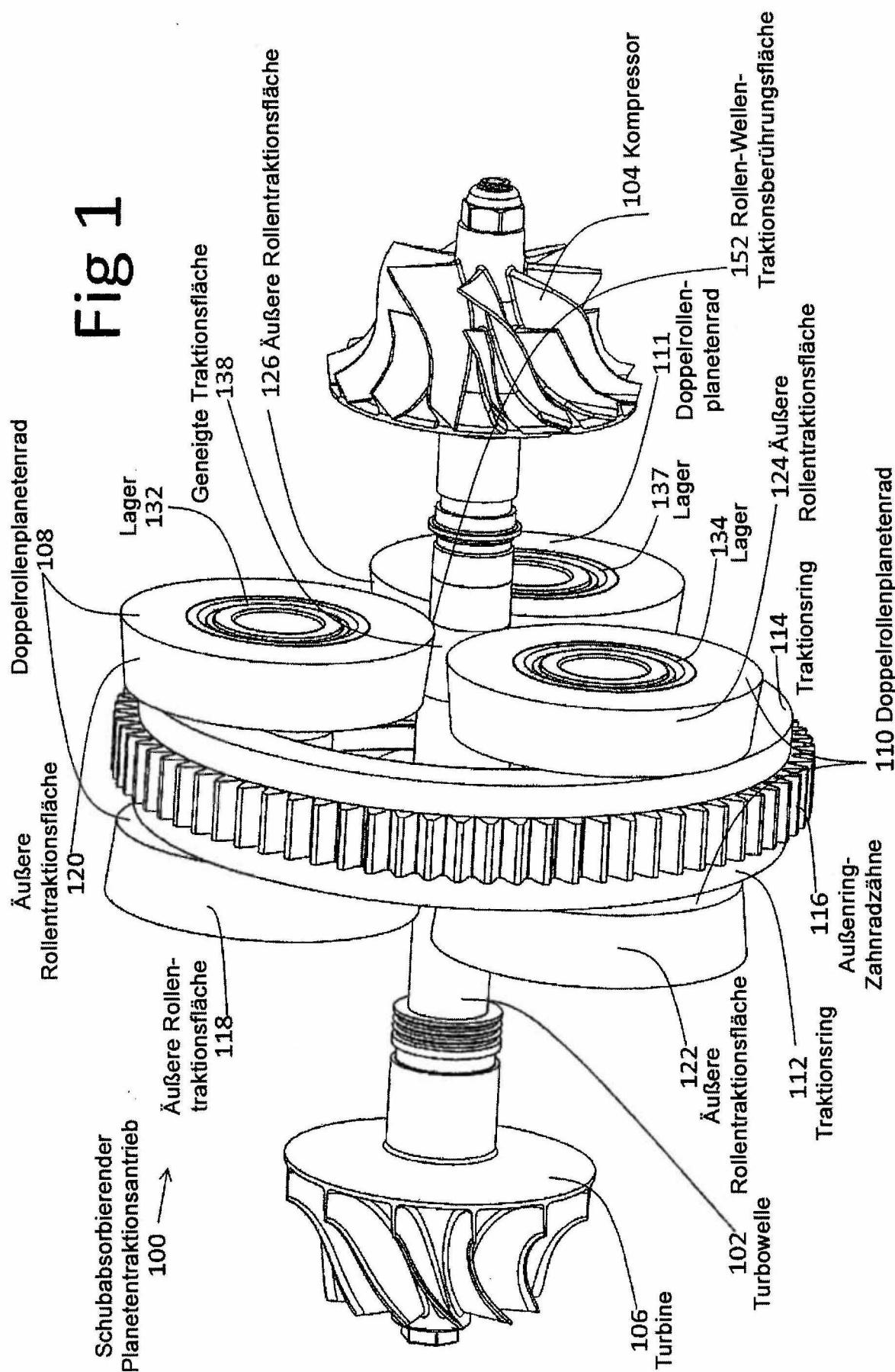
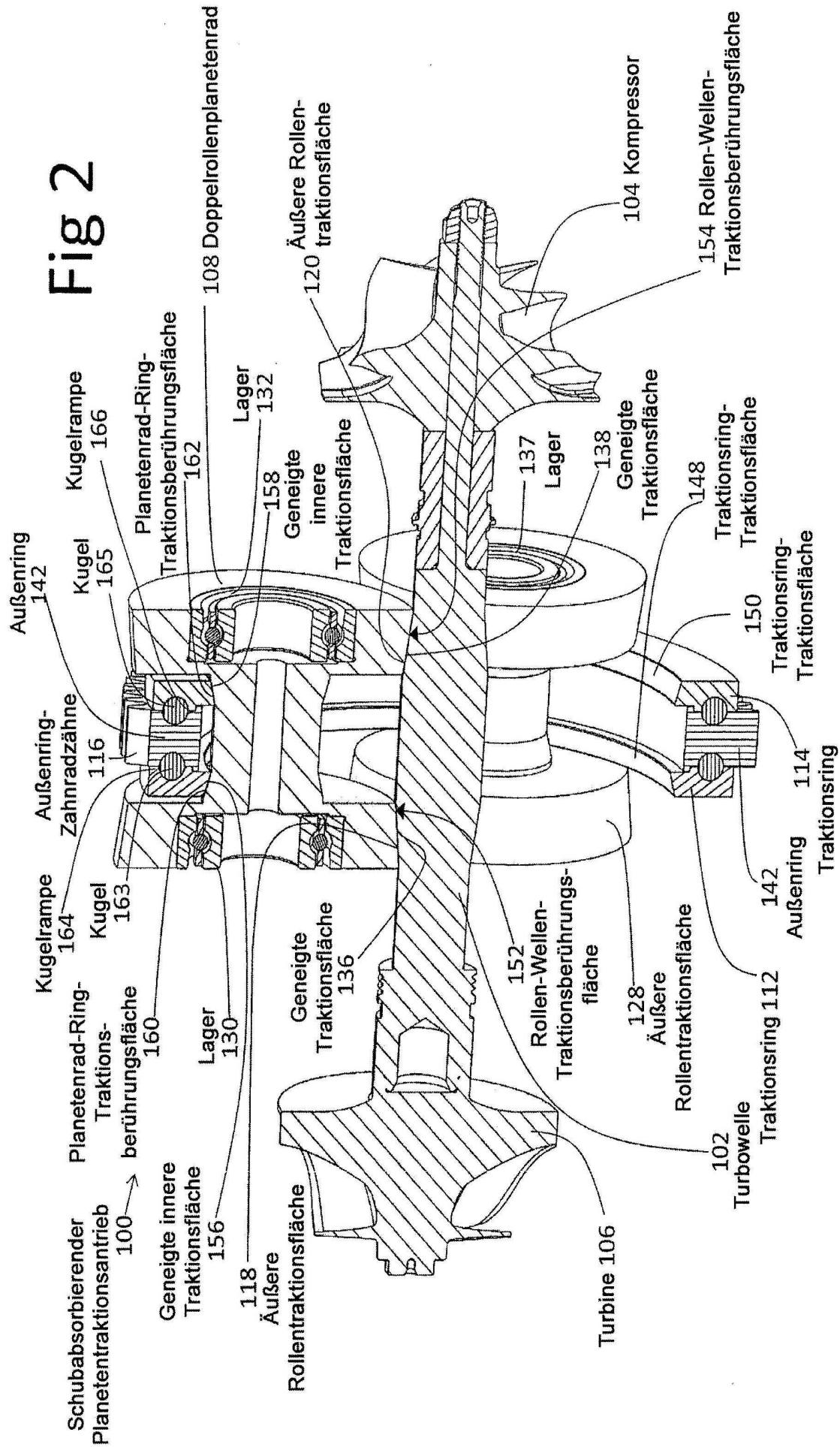
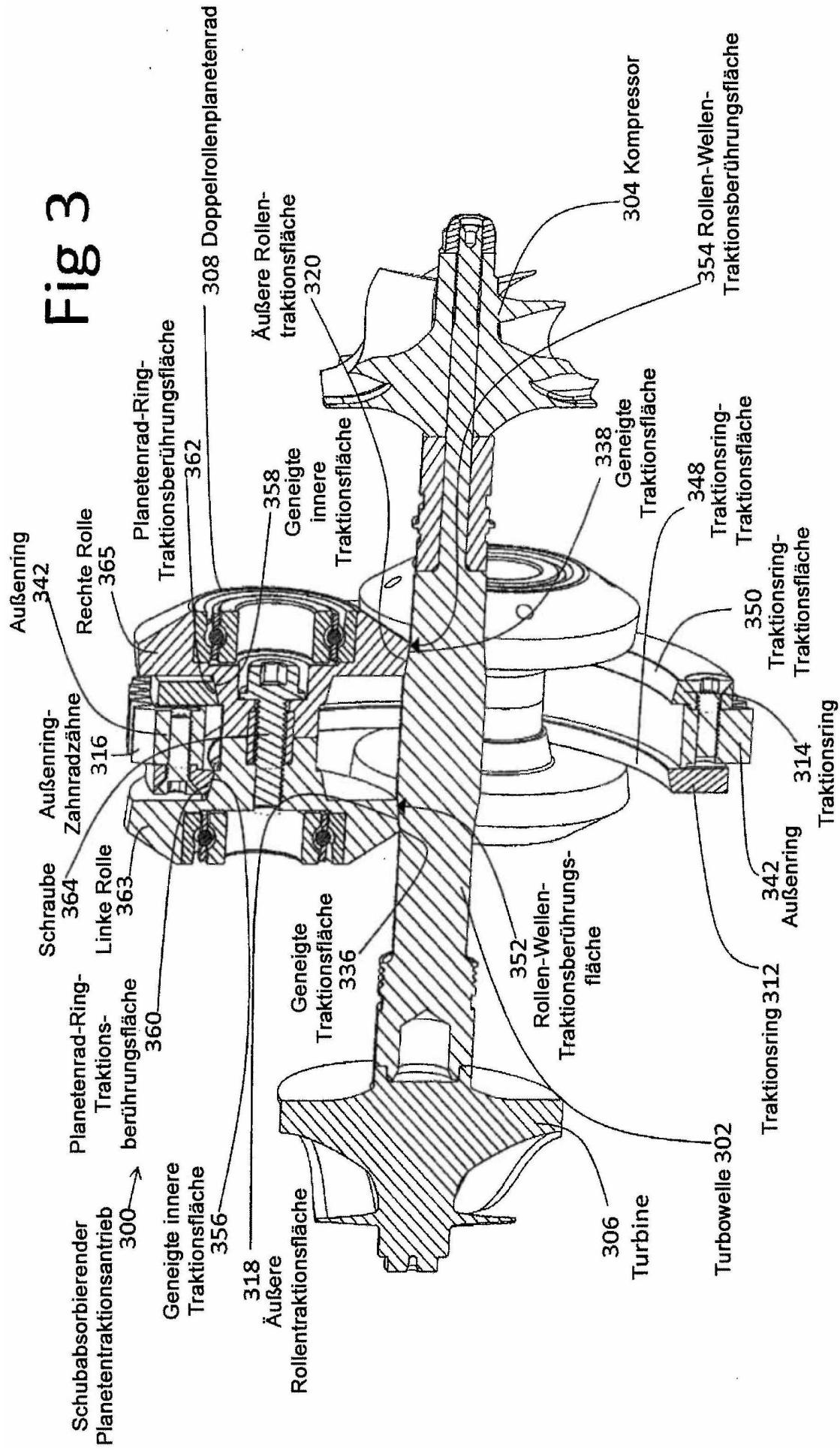
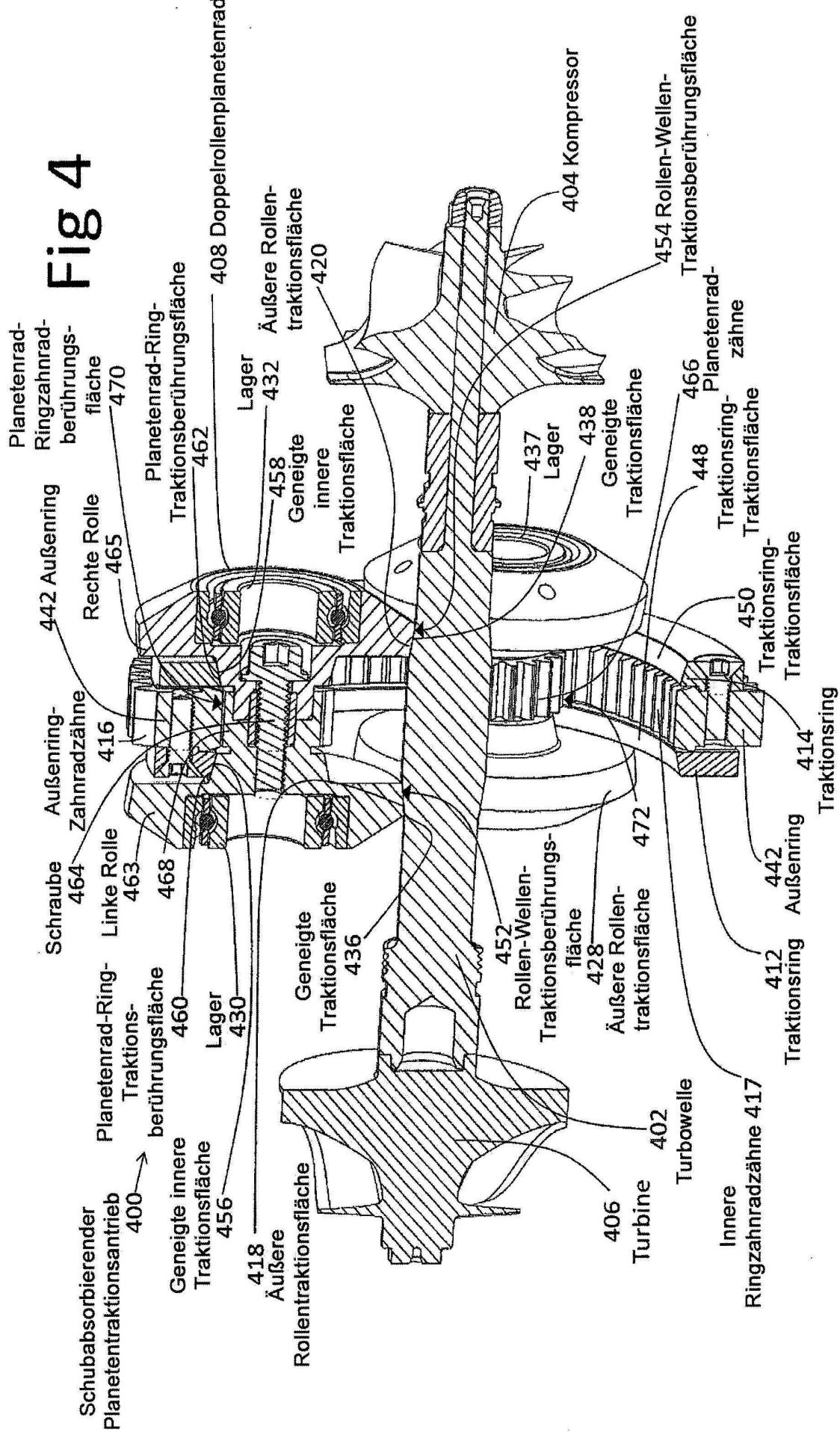
**Fig 1**

Fig 2



3  
b0  
fil



**Fig 4**

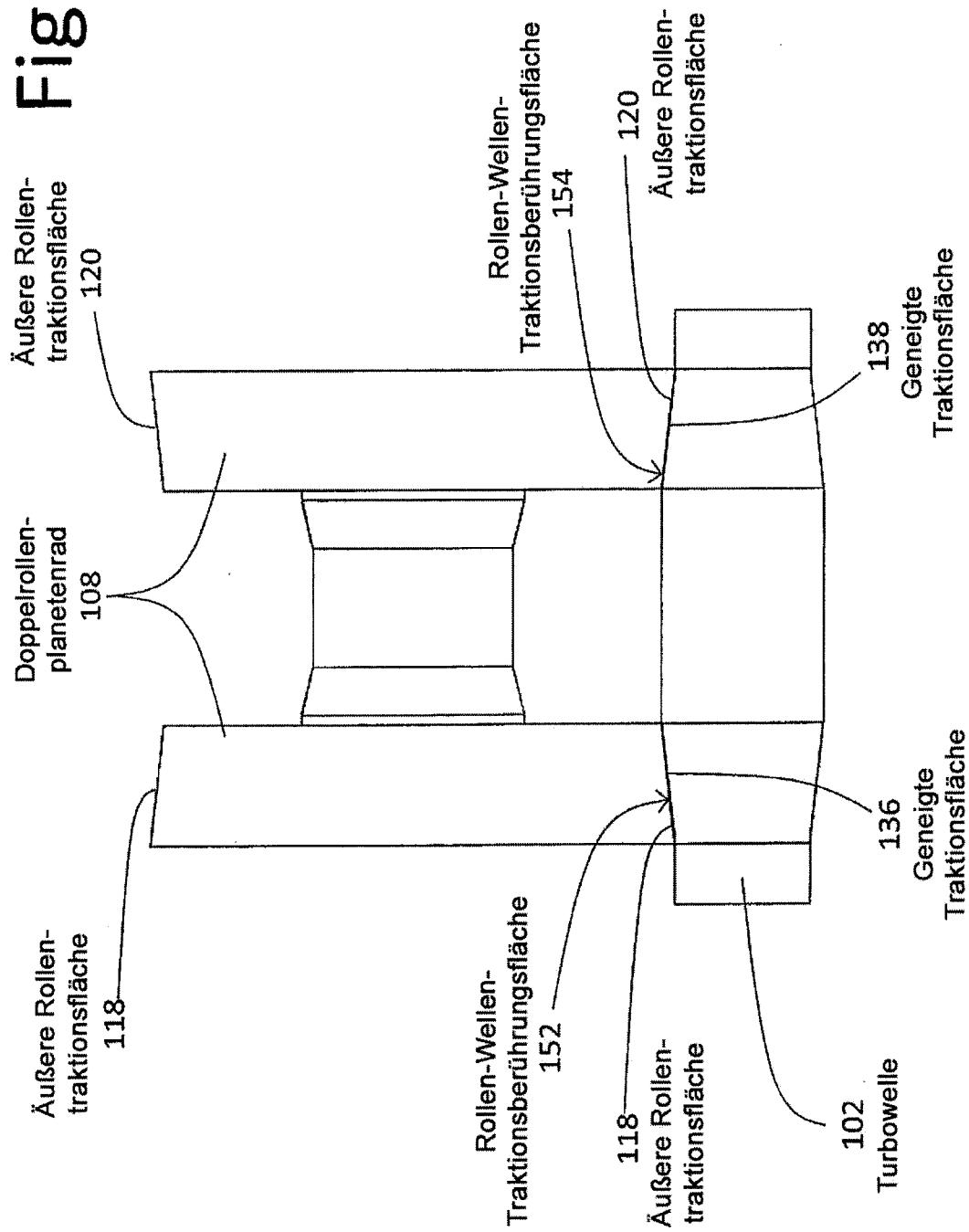
**Fig 5**

Fig 6

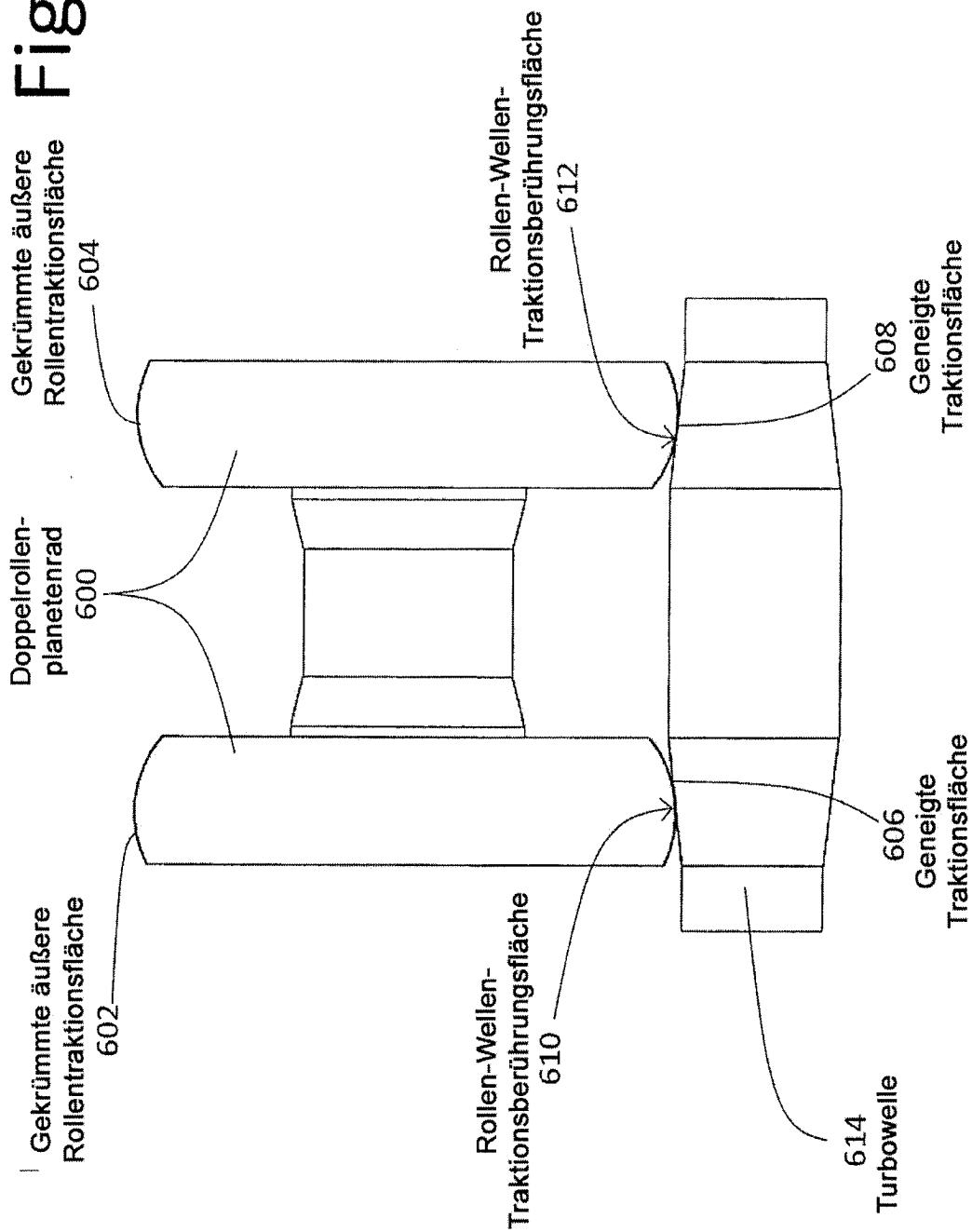


Fig 7

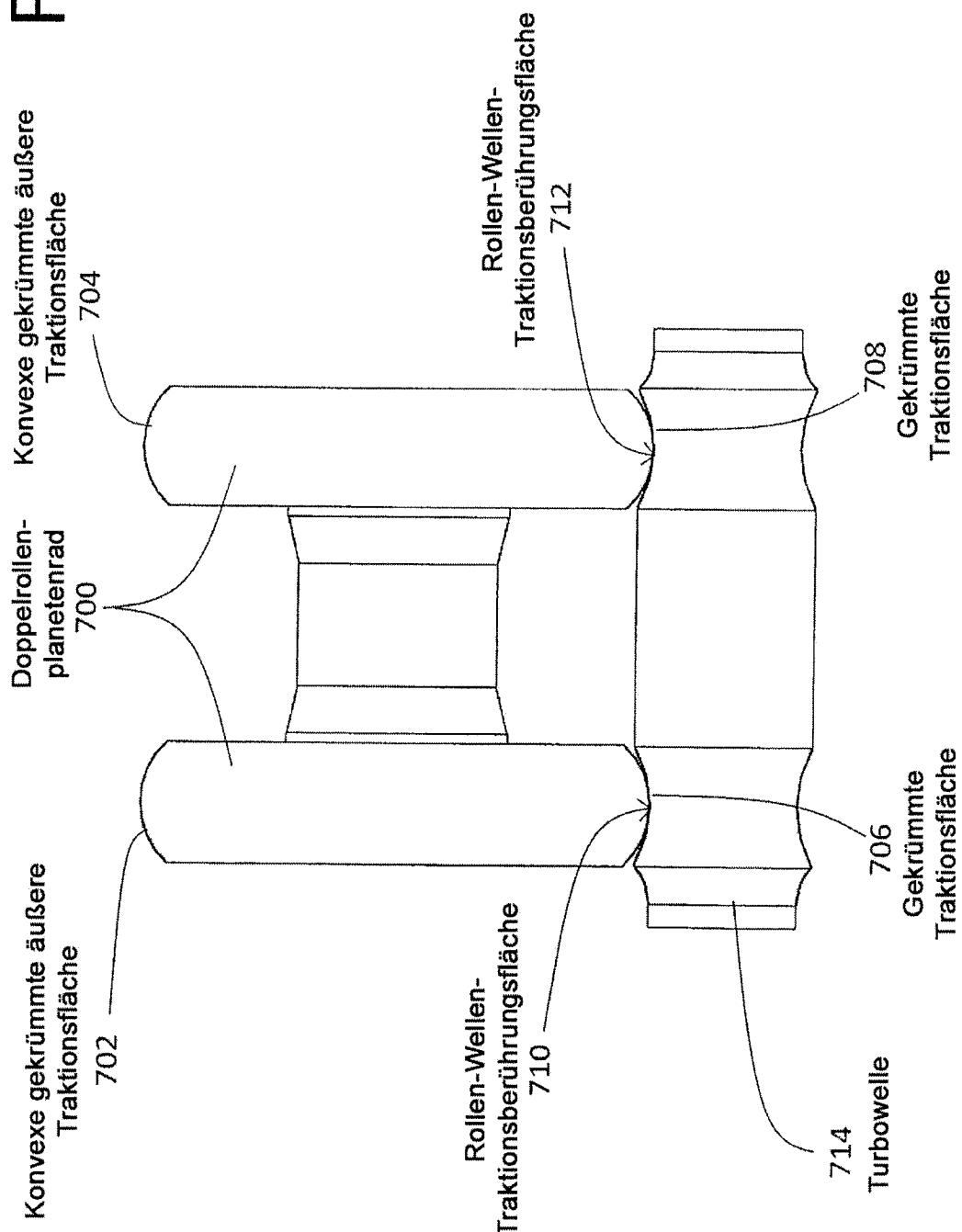
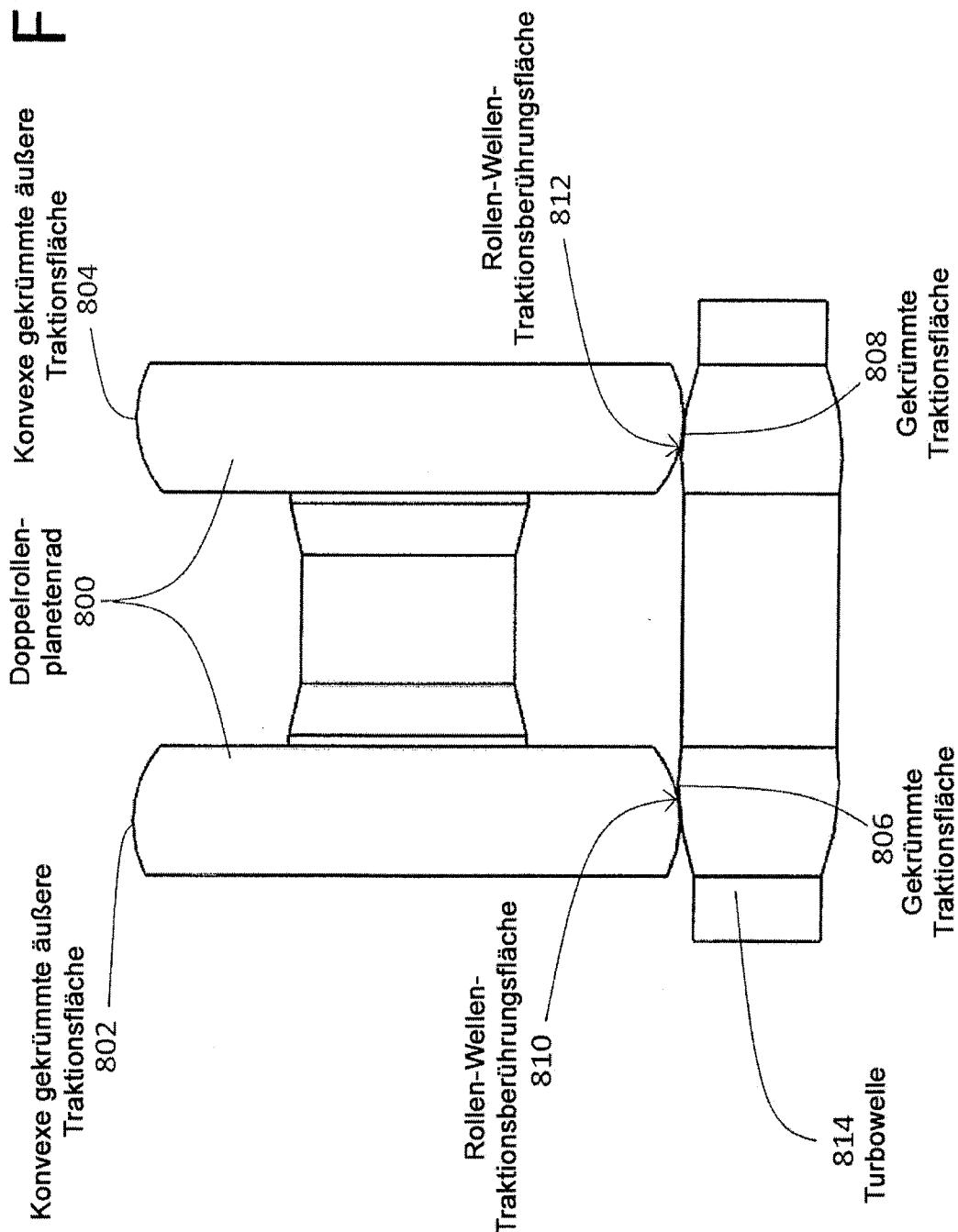
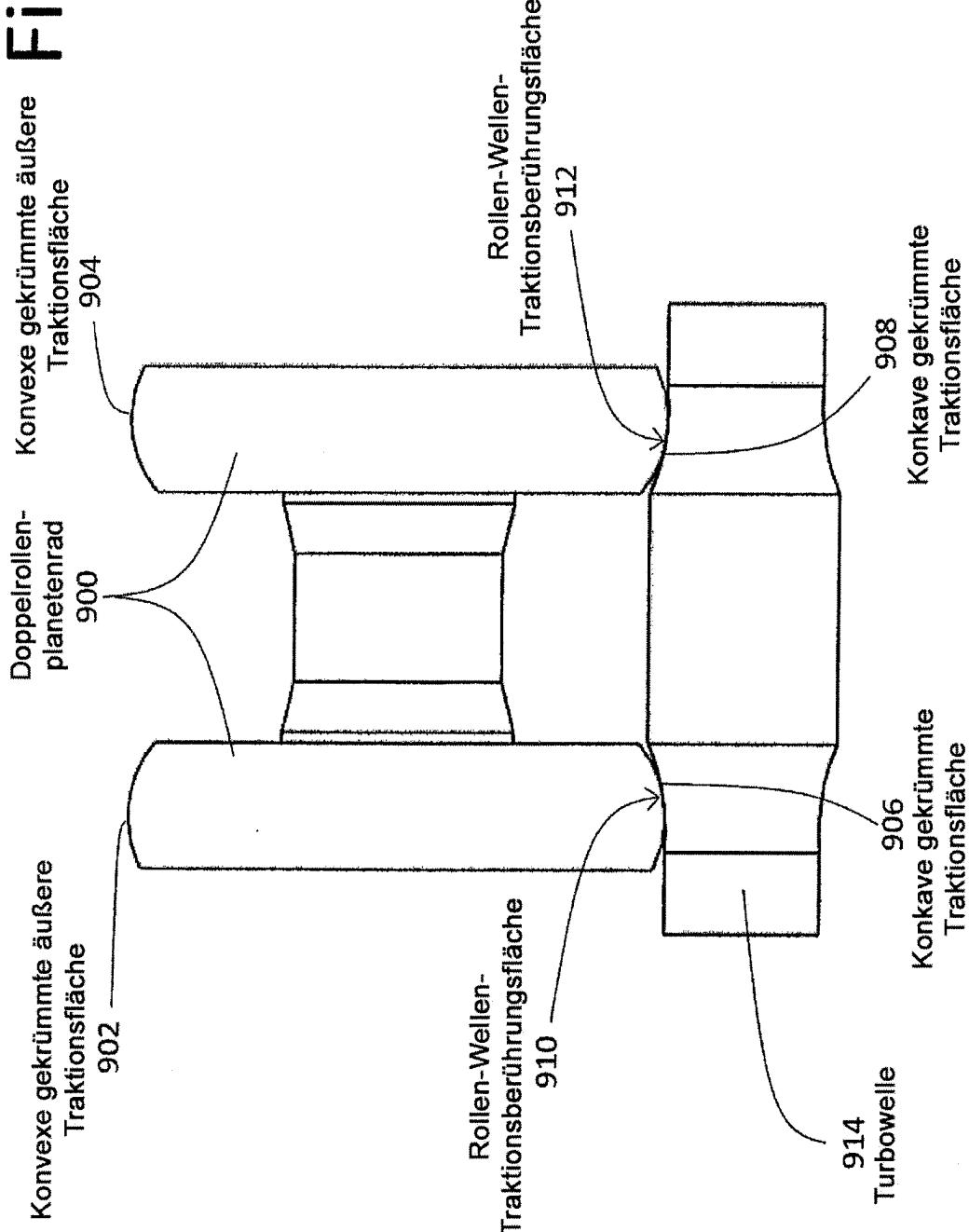
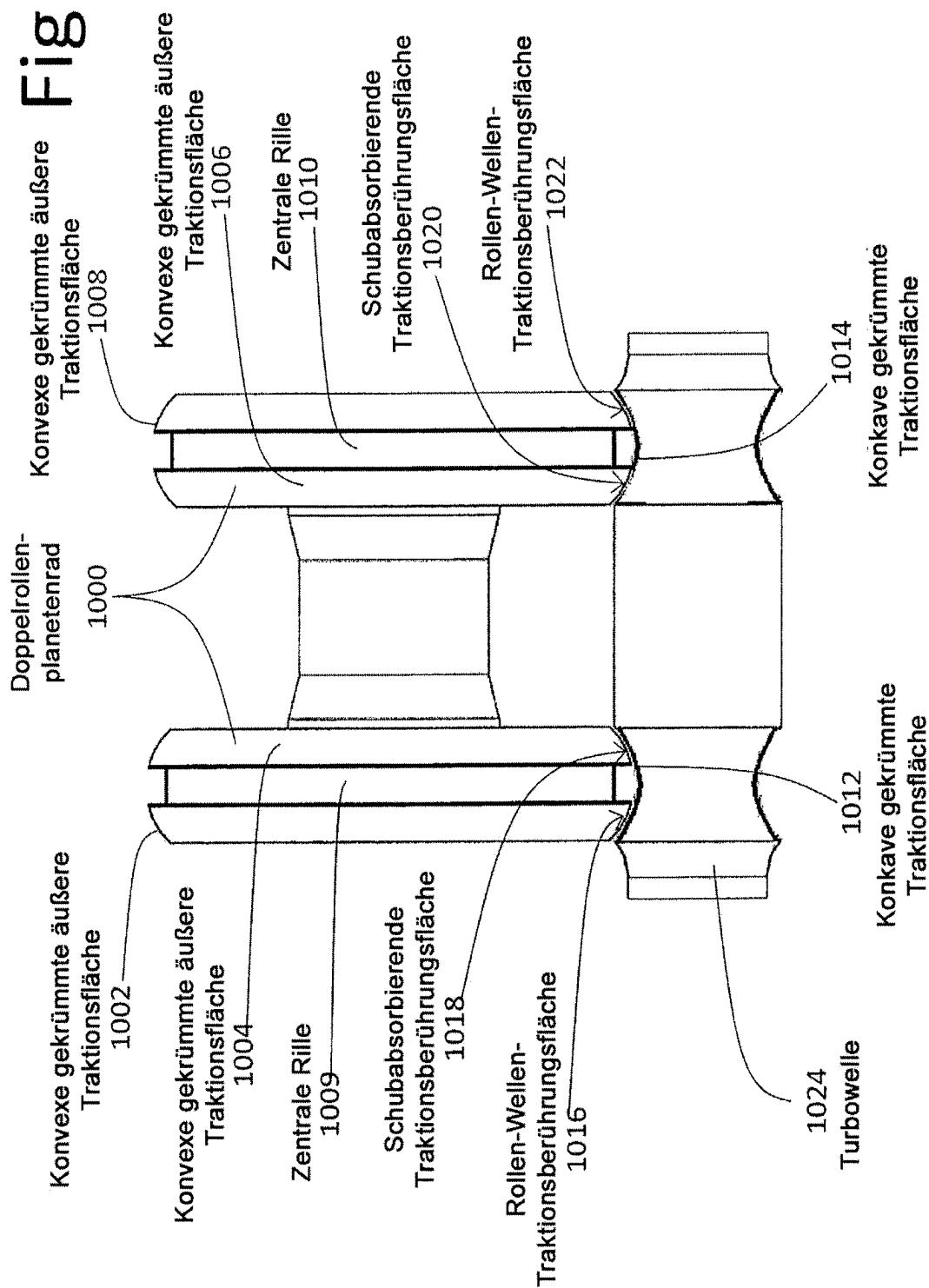
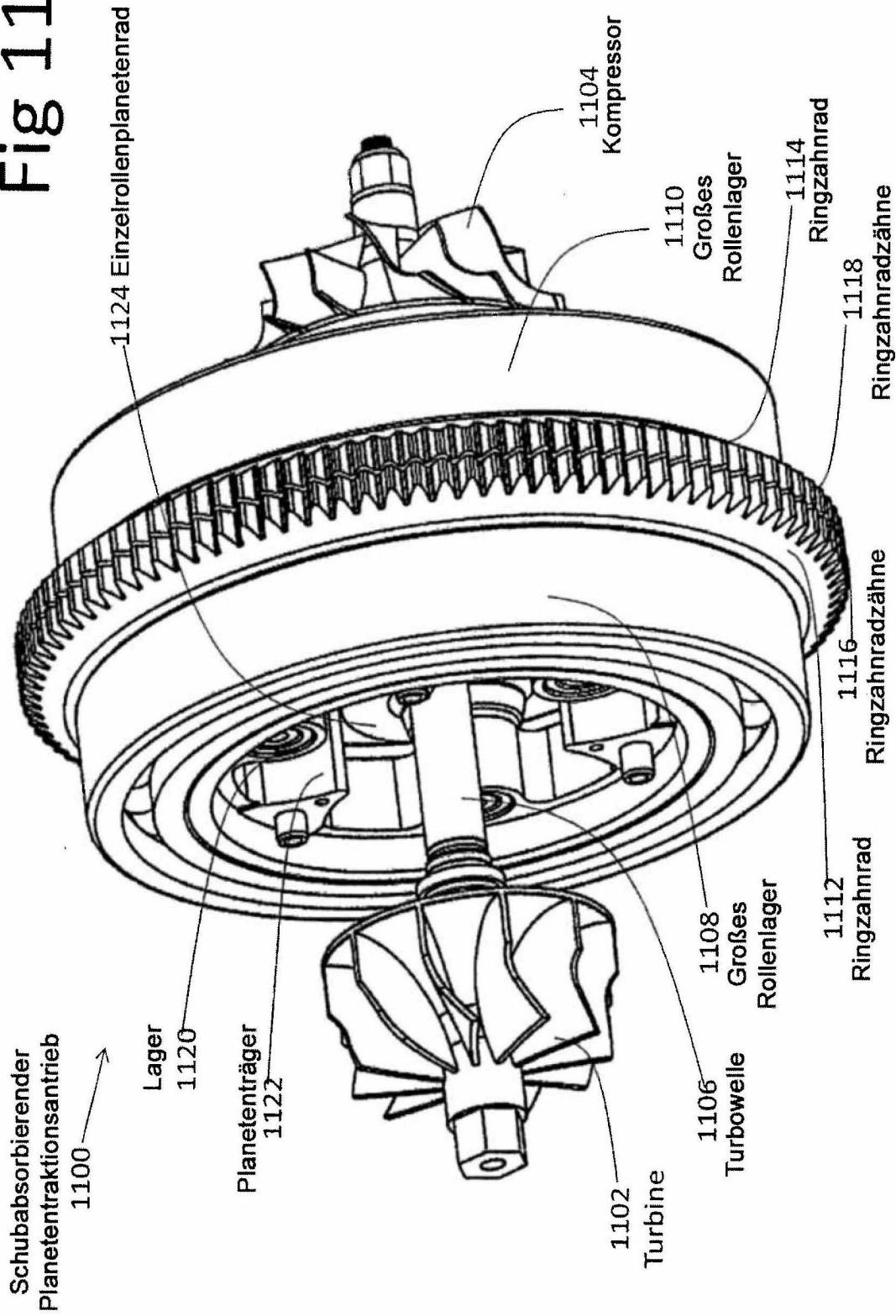


Fig 8

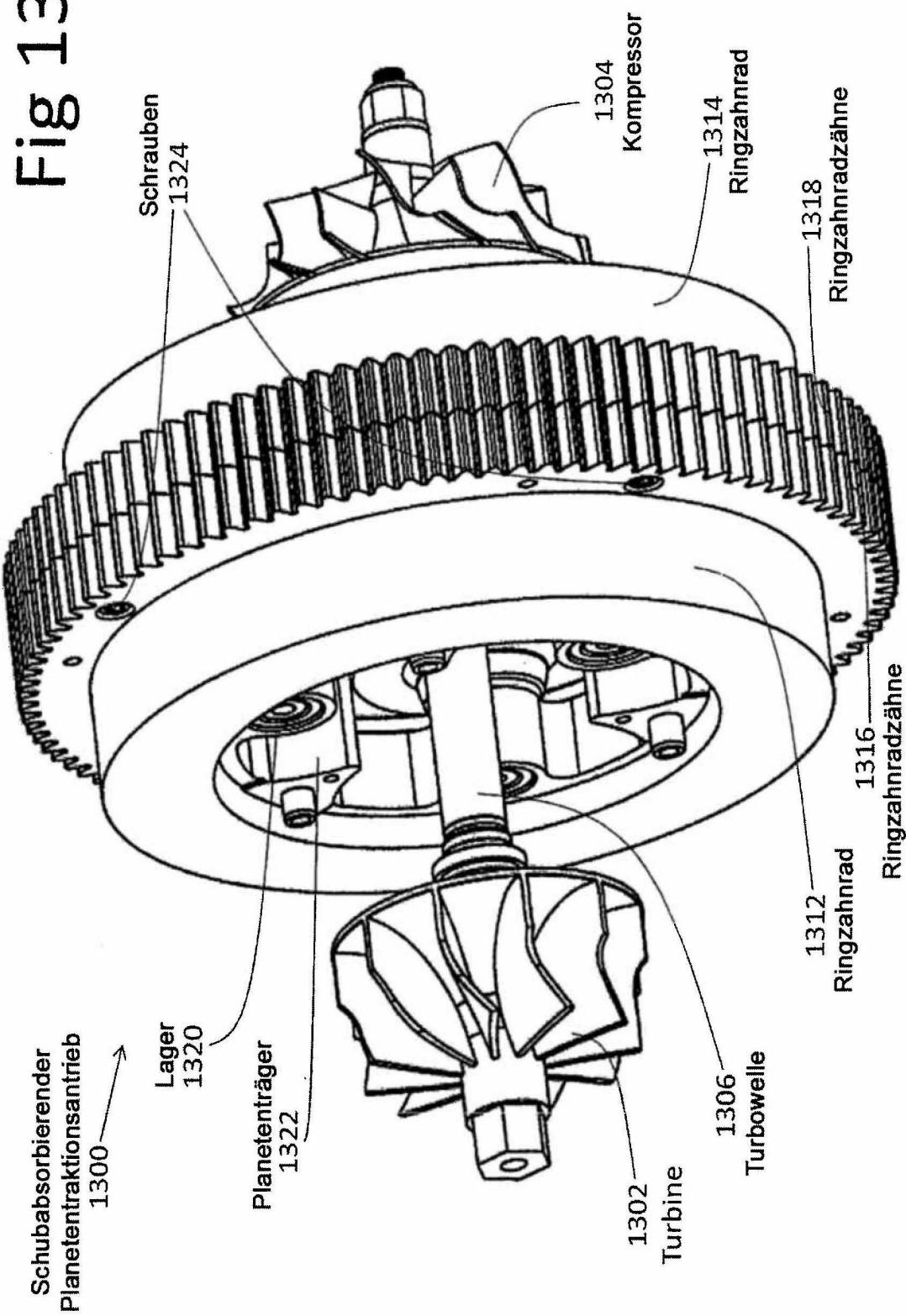


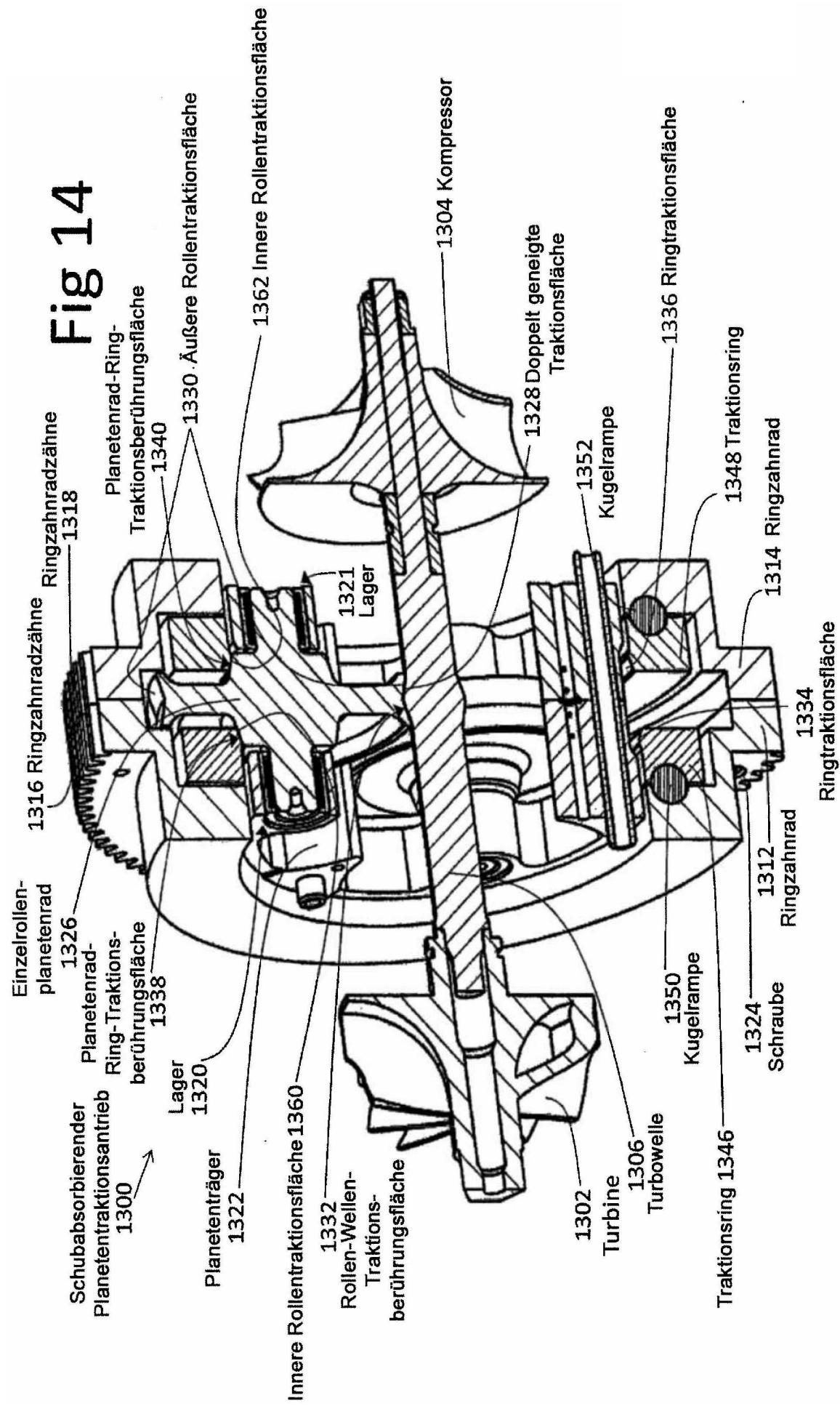
**Fig 9**

**Fig 10**

**Fig 11**

**Fig 12**

**Fig 13**



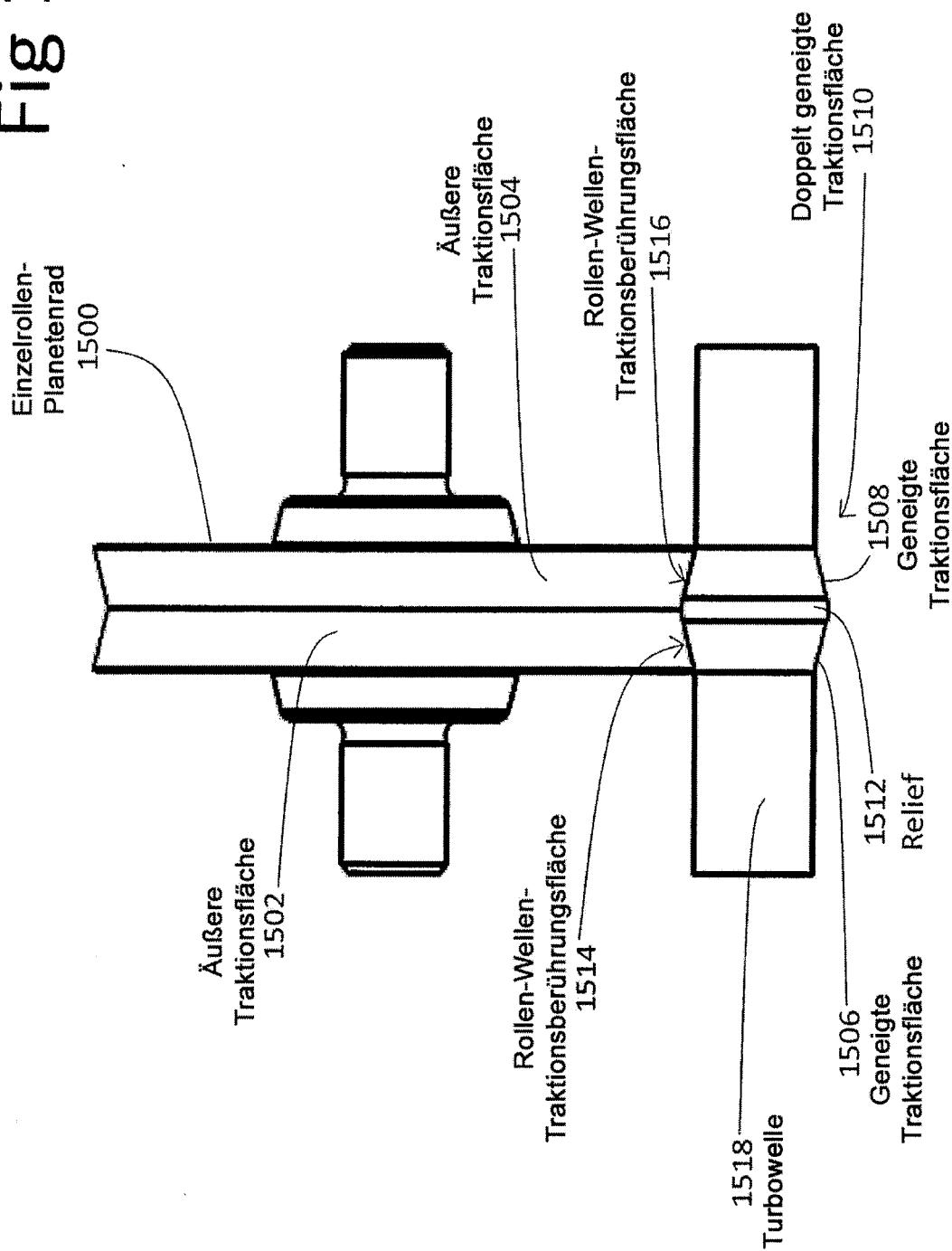
**Fig 15**

Fig 16

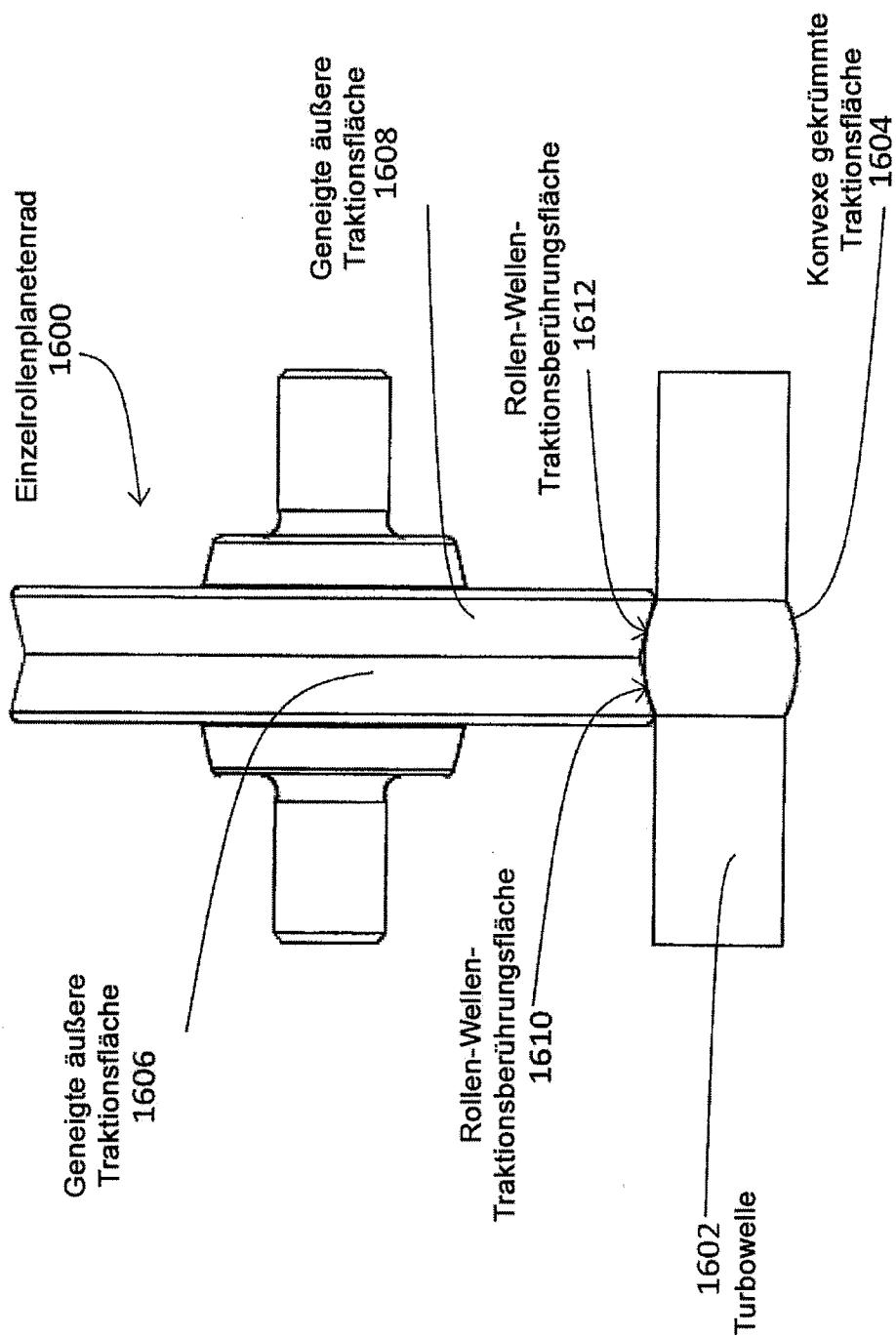


Fig 17

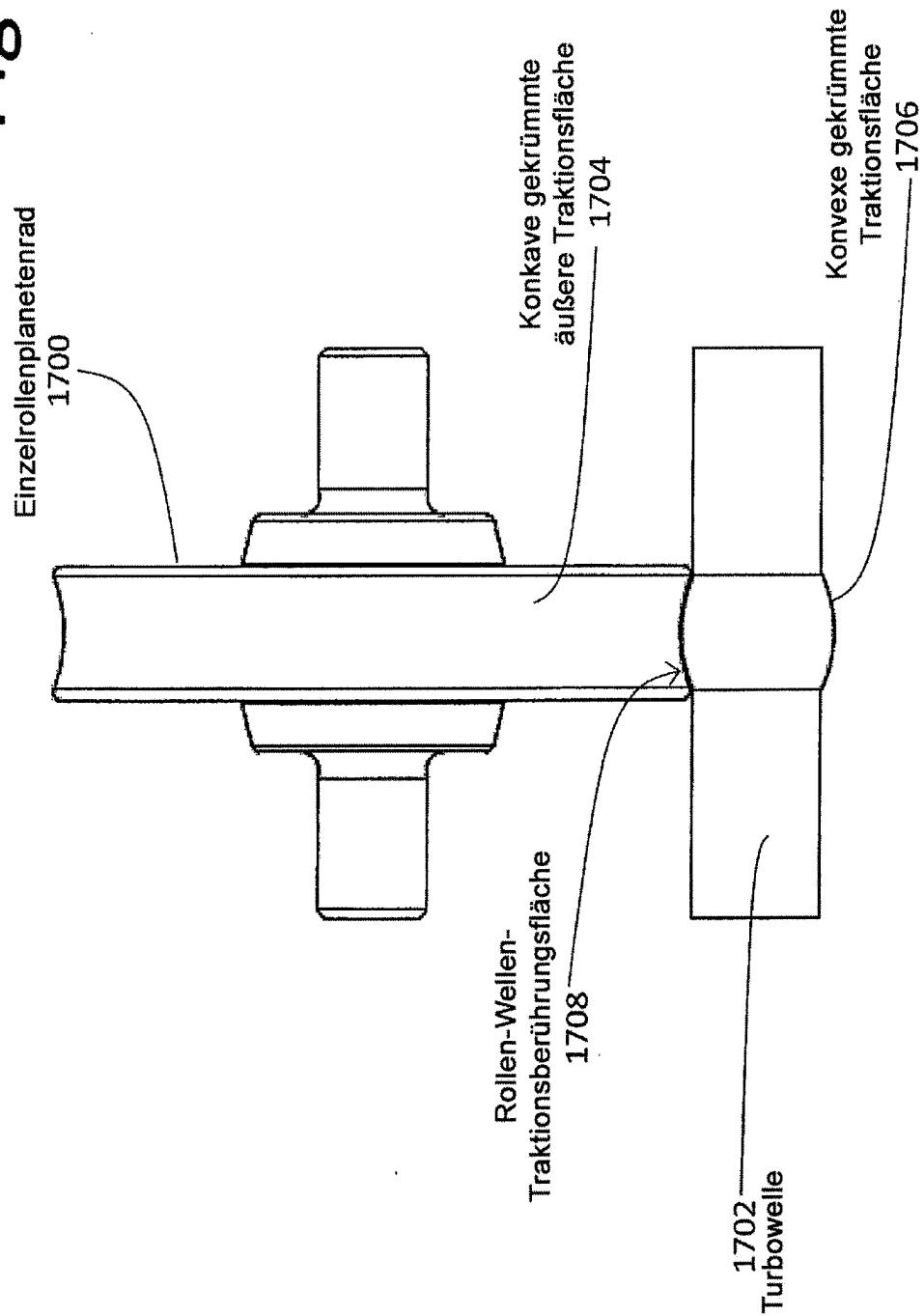


Fig 18

