



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2005 004 058 B3 2006.05.24**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 004 058.6**

(22) Anmeldetag: **28.01.2005**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **24.05.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02B 41/10 (2006.01)**

Innerhalb von drei 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. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Voith Turbo GmbH & Co. KG, 89522 Heidenheim, DE**

(74) Vertreter:

**Dr. Weitzel & Partner, 89522 Heidenheim**

(72) Erfinder:

**Kley, Markus, Dr., 73479 Ellwangen, DE; Kamossa, Kai, 74564 Crailsheim, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

**EP 03 96 754 A1**

(54) Bezeichnung: **Turbo-Compound-System**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Turbo-Compound-System,

- mit einer von einem Verbrennungsmotor angetriebenen Kurbelwelle;

- mit einer im Abgasstrom des Verbrennungsmotors angeordneten Abgasnutzturbine;

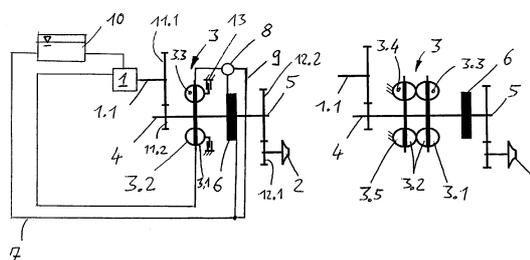
- mit einer hydrodynamischen Kupplung, umfassend ein Primärrad und ein Sekundärrad, welche miteinander einen mit Arbeitsmedium befüllten oder befüllbaren Arbeitsraum ausbilden; wobei

- das Sekundärrad der hydrodynamischen Kupplung auf einer kurbelwellenseitigen Welle angeordnet ist, die mit der Kurbelwelle in einer Triebverbindung steht und gegenüber der Kurbelwelle ins Schnelle übersetzt ist;

- das Primärrad der hydrodynamischen Kupplung auf einer abgasnutzturbinenseitigen Welle angeordnet ist, welche mit der Abgasnutzturbine in einer Triebverbindung steht.

Das erfindungsgemäße Turbo-Compound-System ist dadurch gekennzeichnet, dass

- auf der kurbelwellenseitigen Welle oder auf der abgasnutzturbinenseitigen Welle eine Rotationspumpe angeordnet ist, deren Pumpenrad von dieser Welle angetrieben wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Turbo-Compound-System, das heißt ein Antriebssystem mit einem Verbrennungsmotor, wobei Abgasenergie der Verbrennungsmotorabgase in Antriebsenergie umgewandelt wird.

**[0002]** Hierzu ist eine Abgasnutzturbine in dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors angeordnet, welche Abgasenergie in Drehenergie umwandelt, und diese Drehenergie wird über eine hydrodynamische Kupplung auf die Kurbelwelle übertragen und trägt somit zum Antrieb der Kurbelwelle bei.

**[0003]** Solche Turbo-Compound-Systeme werden insbesondere in Kraftfahrzeugen, beispielsweise in Lastkraftwagen, verwendet und können zusätzlich eine Retardertfunktion aufweisen, mittels welcher das Fahrzeug im sogenannten Schubbetrieb hydrodynamisch abgebremst wird.

**[0004]** Die Erfindung betrifft insbesondere solche kombinierten Turbo-Compound-Retarder-Systeme.

**[0005]** Die bekannten Turbo-Compound-Systeme auf dem Gebiet der vorliegenden Erfindung weisen in der Regel, aufgrund der im allgemeinen gewünschten hohen Drehzahlen der hydrodynamischen Kupplung, insbesondere im sogenannten Retarderbetrieb, einen gegenüber der Kurbelwelle ins Schnelle übersetzte Wellenstrang auf, auf welchem die hydrodynamische Kupplung angeordnet ist.

**[0006]** In der Regel ist dabei das Sekundärrad der hydrodynamischen Kupplung, das heißt das im sogenannten Turbokupplungsbetrieb oder Turbo-Compound-Betrieb abtriebsseitig in der hydrodynamischen Kupplung und auf der Kurbelwellenseite angeordnete Schaufelrad der hydrodynamischen Kupplung, auf einer Welle angeordnet, welche in einer mechanischen Triebverbindung, beispielsweise über ein Zahnradgetriebe, mit der Kurbelwelle steht und dabei gegenüber der Kurbelwelle ins Schnelle übersetzt ist.

**[0007]** Das Primärrad der hydrodynamischen Kupplung, das heißt das abgasnutzturbinenseitige Schaufelrad beziehungsweise das im Turbokupplungsbetrieb angetriebene Schaufelrad der hydrodynamischen Kupplung steht in einer Triebverbindung mit der Abgasnutzturbine, beispielsweise ebenfalls über ein Zahnradgetriebe, welches eine direkte mechanische Triebverbindung zwischen dem Primärrad und der Abgasnutzturbine, das heißt dem Turbinenrad der Abgasnutzturbine, herstellt.

**[0008]** Obwohl die bekannten Turbo-Compound-Systeme bereits zu einem hohen Wirkungsgrad des Antriebsstrangs beitragen und zudem eine Retardertfunktion aufweisen können, sind sie auf die

Antriebsleistungsübertragung von der Abgasnutzturbine auf die Kurbelwelle und gegebenenfalls die hydrodynamische Abbremsung der Kurbelwelle beschränkt. Weitere für die zuverlässige Arbeitsweise des Antriebsstrangs notwendige Komponenten werden getrennt von dem Turbo-Compound-System angeordnet und unabhängig des Turbo-Compound-Systems dimensioniert, so dass dementsprechend keinerlei Synergieeffekte erzielt werden können.

**Stand der Technik**

**[0009]** Im einzelnen wird zum Stand der Technik auf das Dokument EP 0 396 754 A1 verwiesen.

**Aufgabenstellung**

**[0010]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Turbo-Compound-System, insbesondere mit einer Retardertfunktion, darzustellen, welches über die bisherigen Wirkungsbereiche des Turbo-Compound-Systems hinaus zu Synergieeffekten im Antriebsstrang beiträgt.

**[0011]** Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch ein Turbo-Compound-System mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Die Unteransprüche beschreiben besonders vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung.

**[0012]** Das erfindungsgemäße Turbo-Compound-System zeichnet sich dadurch aus, dass es eine weitere, in Antriebssträngen, insbesondere Kraftfahrzeugantriebssträngen, ohnehin vorhandene Komponente in seine Triebverbindung zwischen der Abgasnutzturbine und der Kurbelwelle aufnimmt und hierdurch besonders vorteilhafte Wirkungen erzielt, auf welche nachfolgend noch im einzelnen eingegangen wird, die zur Treibstoffeinsparung bei Betrieb des Verbrennungsmotors bzw. beim Antrieb des Fahrzeugs führen. So ist erfindungsgemäß in der Triebverbindung zwischen der Abgasnutzturbine und der Kurbelwelle des Turbo-Compound-Systems eine Rotationspumpe angeordnet, und zwar derart, dass diese Rotationspumpe auf einer Welle positioniert ist, die gegenüber der Kurbelwelle ins Schnelle übersetzt ist. Somit werden hohe Drehzahlen bei der Rotationspumpe erreicht, welche zu einer großen Leistungsabgabe und/oder einem hohen Wirkungsgrad der Rotationspumpe führen. Die Rotationspumpe kann dabei beispielsweise die einzige Kühlwasserpumpe oder eine von mehreren Kühlwasserpumpen des Kühlsystems, insbesondere Fahrzeugkühlsystems, des Verbrennungsmotors sein oder eine Ölpumpe, welche zur Umwälzung von Öl, welches als Schmiermittel für den Verbrennungsmotor oder ein an den Verbrennungsmotor angeschlossenes Getriebe dient, arbeitet. Auch die Ölpumpe kann die einzige Ölpumpe im Antriebsstrang bzw. im Fahrzeug oder eine von meh-

renen Ölpumpen sein. Selbstverständlich ist es auch möglich, mehrere Rotationspumpen, Ölpumpen und/oder Wasserpumpen auf einer oder mehreren Wellen des Turbo-Compound-Systems anzuordnen.

**[0013]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die hydrodynamische Kupplung und die Rotationspumpe in einem gemeinsamen Arbeitsmediumkreislauf angeordnet, so dass das Pumpmedium der Rotationspumpe, beispielsweise Öl, Wasser oder ein Gemisch mit einem oder beiden dieser Stoffe, zugleich das Arbeitsmedium der hydrodynamischen Kupplung ist.

**[0014]** Das erfindungsgemäße Turbo-Compound-System kann eine Retardertfunktion aufweisen, das heißt im Schubetrieb eine hydrodynamische Bremsleistung auf die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors aufbringen. Hierzu ist entweder das Primärrad der hydrodynamischen Kupplung gegen eine Verdrehung mechanisch verriegelbar, beispielsweise durch eine Feststellbremse feststellbar, oder die hydrodynamische Kupplung weist neben dem ersten Arbeitsraum zum Übertragen von Drehmoment von der Abgasnutzturbine auf die Kurbelwelle im Turbokupplungsbetrieb einen zweiten Arbeitsraum auf, welcher durch das Sekundärrad und einen Stator gebildet wird, und der im Retarderbetrieb mit Arbeitsmedium befüllt wird, so dass von dem Stator auf das Sekundärrad durch das Arbeitsmedium eine Bremsleistung in Form eines negativen Drehmoments übertragen wird.

**[0015]** Bei der Ausführung mit zwei Arbeitsräumen der hydrodynamischen Kupplung weist das Sekundärrad vorteilhaft eine Back-to-back-Beschaufelung auf, das heißt zwei beschauelte Teilarbeitsräume, welche mit ihren Rückseiten aneinander angeschlossen sind. Jeder dieser beiden Teilarbeitsräume wird durch ein weiteres Schaufelrad zu einem gesamten Arbeitsraum ergänzt, nämlich der erste Teilarbeitsraum durch das Schaufelrad des Primärrades und der zweite Arbeitsraum durch das Schaufelrad bzw. die Beschaufelung des Stators.

**[0016]** Die Rotationspumpe kann vorteilhaft integral mit dem Primärrad oder dem Sekundärrad der hydrodynamischen Kupplung ausgeführt sein, insbesondere dadurch, dass sie in Form einer Rückbeschaufelung auf dem Primärrad und/oder dem Sekundärrad ausgeführt ist. Bei einer Back-to-back-Anordnung einer Turbokupplungsbeschaufelung und einer Retarderbeschaufelung im Sekundärrad kann die Rotationspumpe auch zwischen diesen beiden Beschaufelungen im Sekundärrad ausgebildet sein.

#### Ausführungsbeispiel

**[0017]** Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und den Figuren näher be-

schrieben werden.

**[0018]** Es zeigen:

**[0019]** [Fig. 1](#) eine Rotationspumpe in einem erfindungsgemäßen Turbo-Compound-System, die abgasnutzturbinenseitig auf der Welle des Primärrads angeordnet ist;

**[0020]** [Fig. 2](#) eine Rotationspumpe, welche kurbelwellenseitig in einem erfindungsgemäßen Turbo-Compound-System, das heißt auf der Welle des Sekundärrads, angeordnet ist.

**[0021]** In der [Fig. 1](#) erkennt man den Verbrennungsmotor **1**, welcher über die hydrodynamische Kupplung **3** in einer Triebverbindung mit der Abgasnutzturbine **2** steht. Im Turbokupplungsbetrieb, das heißt im Nennbetrieb des Verbrennungsmotors **1**, erfolgt der Leistungsfluss von der Abgasnutzturbine **2** über das Ritzel **12.1** und das Zahnrad **12.2** auf die abgasnutzturbinenseitige Welle **5** und somit das Primärrad **3.1** der hydrodynamischen Kupplung **3**, welches von der abgasnutzturbinenseitigen Welle **5** getragen wird. Zugleich wird die Rotationspumpe **6**, welche auf der abgasnutzturbinenseitigen Welle **5** angeordnet ist, in ihren Pumpbetrieb versetzt, so dass sie Arbeitsmedium in dem gemeinsamen Arbeitsmediumkreislauf **7**, in welchem auch die hydrodynamische Kupplung **3** und der Verbrennungsmotor **1** sowie ein Ausgleichsbehälter **10** angeordnet ist, umwälzt beziehungsweise umpumpt.

**[0022]** Vom Primärrad **3.1** der hydrodynamischen Kupplung wird die Antriebsenergie der Abgasnutzturbine **2** mittels der Kreislaufströmung von Arbeitsmedium im Arbeitsraum **3.3** der hydrodynamischen Kupplung **3** auf das Sekundärrad **3.2** der hydrodynamischen Kupplung **3** übertragen. Da das Sekundärrad **3.2** auf der kurbelwellenseitigen Welle **4** angeordnet ist, wird somit die Drehleistung der Abgasnutzturbine **2** zugleich auf die Welle **4** übertragen, welche das Ritzel **11.2**, das auf der kurbelwellenseitigen Welle **4** montiert ist, antreibt. Das Ritzel **11.2** kämmt mit dem Zahnrad **11.1**, welches auf der Kurbelwelle **1.1** getragen wird oder mit dieser in einer Triebverbindung steht. Dem entsprechend wird die Antriebsleistung der Abgasnutzturbine **2** auf die Kurbelwelle **1.1** des Verbrennungsmotors **1** übertragen.

**[0023]** Im Bremsbetrieb, das heißt in einem Betriebszustand, in welchem sich der Verbrennungsmotor **1** in einem Schubetrieb befindet, ist die Richtung der Leistungsübertragung entgegengesetzt zu derjenigen im Turbokupplungsbetrieb.

**[0024]** Die Kurbelwelle **1.1** überträgt Drehleistung auf das Zahnrad **11.1**, welches wiederum das Ritzel **11.2** antreibt. Das Ritzel **11.2** treibt somit über die kurbelwellenseitige Welle **4** das Sekundärrad **3.2** der hy-

hydrodynamischen Kupplung **3** an. Das Sekundärrad **3.2** überträgt mittels der Kreislaufströmung im Arbeitsraum **3.3** der hydrodynamischen Kupplung **3** Drehleistung auf das Primärrad **3.1**. Das Primärrad **3.1** ist mittels der Feststellbremse **13** gegen eine Drehbewegung mechanisch verriegelt. Somit arbeitet die hydrodynamische Kupplung **3** in diesem Betriebszustand als hydrodynamischer Retarder, welcher eine Bremswirkung auf die Kurbelwelle **1.1** ausübt.

**[0025]** Aufgrund dessen, dass die Rotationspumpe **6**, das heißt das Pumpenrad der Rotationspumpe **6**, drehstarr auf der abgasnutzturbinenseitigen Welle **5** angeordnet ist, welche mittelbar über das Primärrad **3.1** durch die Feststellbremse **13** gegen eine Verdrehung verriegelt wird, kann die Rotationspumpe **6** in diesem Betriebszustand keine Pumpwirkung entfalten. Die notwendige Pumpwirkung im gemeinsamen Arbeitsmediumkreislauf **7** wird jedoch in diesem Betriebszustand durch die als hydrodynamische Bremse arbeitende hydrodynamische Kupplung **3** erzeugt. Dies hat den Vorteil, dass somit zugleich Antriebsleistung abgeführt wird, und eine ausreichende Kühlung der hydrodynamischen Kupplung **3** sichergestellt wird.

**[0026]** Gemäß der gezeigten Ausführung sind ein Schaltmittel **8** und ein Bypass **9**, wobei der letztere das Arbeitsmedium um die Rotationspumpe **6** herum beziehungsweise an dieser vorbei leitet, im gemeinsamen Arbeitsmediumkreislauf **7** vorgesehen, so dass im Bremsbetrieb kein Medium durch die Rotationspumpe **6** strömt. Gemäß einer alternativen Ausführung könnte jedoch auf diesen Bypass und das Schaltmittel verzichtet werden und das Arbeitsmedium auch im Bremsbetrieb durch die Rotationspumpe **6** geleitet werden.

**[0027]** In der rechten Hälfte der [Fig. 1](#) ist eine alternative Ausführung zu derjenigen, welche in der linken Hälfte der [Fig. 1](#) dargestellt ist, gezeigt, welche bis auf die Ausführung der hydrodynamischen Kupplung **3** der soeben beschriebenen Ausführung entspricht. Zum besseren Verständnis sind jedoch Einzelheiten in dieser Darstellung ausgelassen.

**[0028]** Die hydrodynamische Kupplung **3** in dieser alternativen Ausgestaltung weist zwei Arbeitsräume **3.3** und **3.4** auf. Der Arbeitsraum **3.4** dient zur Ausführung der Retarderfunktion der hydrodynamischen Kupplung **3** und wird durch das Sekundärrad **3.2** und den Stator **3.5** gebildet. Im Bremsbetrieb wird dieser zweite Arbeitsraum **3.4** mit Arbeitsmedium befüllt und übt somit auf das Sekundärrad **3.2** und damit mittelbar auf die Kurbelwelle **1.1** eine Bremswirkung aus. Dabei kann der erste Arbeitsraum **3.3** wie gewünscht entweder mit Arbeitsmedium befüllt werden, um auch im Bremsbetrieb die Rotationspumpe **6** anzutreiben, oder er wird weitgehend oder bis auf eine vorgegebene Restarbeitsmediummenge entleert, so dass der

Retarderteil mit dem Arbeitsraum **3.4** der hydrodynamischen Kupplung **3** die notwendige Pumpwirkung zur Umwälzung des Arbeitsmediums im gemeinsamen Arbeitsmediumkreislauf **7** übernimmt.

**[0029]** In der [Fig. 2](#) sind drei alternative Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Turbo-Compound-Systems gezeigt, welche jeweils eine Anordnung der Rotationspumpe **6** auf der Kurbelwellenseite aufweisen, das heißt auf der kurbelwellenseitigen Welle **4** beziehungsweise in einer drehstarran Verbindung mit dieser.

**[0030]** Gemäß der ersten (linken) Ausführung in der [Fig. 2](#) ist die hydrodynamische Kupplung mit einem feststellbaren Primärrad **3.1** entsprechend der ersten beschriebenen Ausführung der [Fig. 1](#) versehen. Die zweite (mittlere) und dritte (rechte) Ausführung der [Fig. 2](#) weisen jeweils eine hydrodynamische Kupplung mit zwei Arbeitsräumen **3.3** und **3.4** auf, nämlich einem Arbeitsraum **3.3** für die Turbokupplungsbeziehungsweise hydrodynamische Kupplungsfunktion und einen Arbeitsraum **3.4** für die Retarderbeziehungsweise hydrodynamische Bremsfunktion.

**[0031]** Gemäß der ersten beiden Ausführungen der [Fig. 2](#) ist die Rotationspumpe **6**, das heißt zumindest das Pumpenrad der Rotationspumpe **6**, unmittelbar auf der kurbelwellenseitigen Welle **4** montiert.

**[0032]** Bei der dritten Ausführung in der [Fig. 2](#) ist die Rotationspumpe **6**, das heißt zumindest das Pumpenrad der Rotationspumpe **6**, im Sekundärrad **3.2** der hydrodynamischen Kupplung **3** integriert, beispielsweise zwischen den beiden in einer Back-to-back-Anordnung vorgesehenen Schaufelrädern im ersten Arbeitsraum **3.3** beziehungsweise zweiten Arbeitsraum **3.4**. Die Rotationspumpe **6** kann beispielsweise in Form einer Rückbeschaufelung von einem oder beiden dieser Schaufelräder des Sekundärrads **3.2** ausgeführt sein.

**[0033]** Die gezeigte Back-to-back-Anordnung in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) kann entweder durch eine integrale Ausbildung der beiden Schaufelräder in einem gemeinsamen Sekundärrad **3.2** oder alternativ durch die drehstarre Verbindung beider Schaufelräder, beispielsweise mit einer drehstarr angeschlossenen Welle, ausgeführt werden.

### Patentansprüche

1. Turbo-Compound-System,
  - 1.1 mit einer von einem Verbrennungsmotor **(1)** angetriebenen Kurbelwelle **(1.1)**;
  - 1.2 mit einer im Abgasstrom des Verbrennungsmotors **(1)** angeordneten Abgasnutzturbine **(2)**;
  - 1.3 mit einer hydrodynamischen Kupplung **(3)**, umfassend ein Primärrad **(3.1)** und ein Sekundärrad **(3.2)**, welche miteinander einen mit Arbeitsmedium

befüllten oder befüllbaren Arbeitsraum (3.3) ausbilden; wobei

1.4 das Sekundärrad (3.2) der hydrodynamischen Kupplung (3) auf einer kurbelwellenseitigen Welle (4) angeordnet ist, die mit der Kurbelwelle (1.1) in einer Triebverbindung steht und gegenüber der Kurbelwelle (1.1) ins Schnelle übersetzt ist;

1.5 das Primärrad (3.1) der hydrodynamischen Kupplung (3) auf einer abgasnutzturbinenseitigen Welle (5) angeordnet ist, welche mit der Abgasnutzturbine (2) in einer Triebverbindung steht;

**dadurch gekennzeichnet**, dass

1.6 auf der kurbelwellenseitigen Welle (4) oder auf der abgasnutzturbinenseitigen Welle (5) eine Rotationspumpe (6) angeordnet ist, deren Pumpenrad von dieser Welle (4, 5) angetrieben wird.

2. Turbo-Compound-System gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationspumpe (6) in einem gemeinsamen Arbeitsmediumkreislauf (7) mit der hydrodynamischen Kupplung (3) angeordnet ist, so dass das Pumpmedium der Rotationspumpe (6) das Arbeitsmedium der hydrodynamischen Kupplung (3) ist.

3. Turbo-Compound-System gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsmedium Öl oder ein Ölgemisch ist, welches insbesondere ein Schmiermittel des Verbrennungsmotors (1) und/oder eines an diesem angeschlossenen Getriebes ist.

4. Turbo-Compound-System gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsmedium Wasser oder ein Wassergemisch ist, welches insbesondere ein Kühlmedium zur Kühlung des Verbrennungsmotors (1) ist.

5. Turbo-Compound-System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Primärrad (3.1) der hydrodynamischen Kupplung (3) in einem Bremsbetrieb des Turbo-Compound-Systems gegen eine Verdrehung verriegelbar ist.

6. Turbo-Compound-System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die hydrodynamische Kupplung (3) zusätzlich einen zweiten Arbeitsraum (3.4) aufweist, der durch das Sekundärrad (3.2) und einen Stator (3.5) gebildet wird und zur Erzeugung einer hydrodynamischen Bremswirkung in einem Bremsbetrieb des Turbo-Compound-Systems mit Arbeitsmedium befüllbar ist.

7. Turbo-Compound-System gemäß Anspruch 2 und einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationspumpe (6) auf der abgasnutzturbinenseitigen Welle (5) angeordnet ist, und die hydrodynamische Kupplung (3) und die Rotationspumpe (6) derart in dem gemeinsamen Ar-

beitsmediumkreislauf (7) angeordnet sind, dass bei gegen Verdrehung verriegeltem Primärrad (3.1) oder bei mit Arbeitsmedium befülltem zweiten Arbeitsraum (3.4) die Pumpwirkung zur Aufrechterhaltung einer Kreislaufströmung im gemeinsamen Arbeitsmediumkreislauf (7) durch die hydrodynamische Kupplung (3) erzeugt wird.

8. Turbo-Compound-System gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationspumpe (6) und die hydrodynamische Kupplung (3) seriell im gemeinsamen Arbeitsmediumkreislauf (7) angeordnet sind, und insbesondere ein Schaltmittel (8) und ein Bypass (9) um die Rotationspumpe (6) herum vorgesehen sind, um im Bremsbetrieb das Arbeitsmedium an der Rotationspumpe (6) vorbei zuleiten.

9. Turbo-Compound-System gemäß Anspruch 2 und einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationspumpe (6) auf der kurbelwellenseitigen Welle (4) angeordnet ist, und die hydrodynamische Kupplung (3) und die Rotationspumpe (6) derart in dem gemeinsamen Arbeitsmediumkreislauf (7) angeordnet sind, dass bei gegen Verdrehung verriegeltem Primärrad (3.1) oder bei mit Arbeitsmedium befülltem zweiten Arbeitsraum (3.4) die hydrodynamische Kupplung (3) einen Beitrag zur Pumpwirkung zur Verfügung stellt, um das Arbeitsmedium im gemeinsamen Arbeitsmediumkreislauf (7) zu zirkulieren.

10. Turbo-Compound-System gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationspumpe (6) und die hydrodynamische Kupplung (3), insbesondere der zweite Arbeitsraum (3.4) der hydrodynamischen Kupplung (3), seriell im gemeinsamen Arbeitsmediumkreislauf (7) angeordnet sind.

11. Turbo-Compound-System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Laufrad der Rotationspumpe (6) integral mit dem Primärrad (3.1) oder dem Sekundärrad (3.2) der hydrodynamischen Kupplung (3) ausgeführt ist.

12. Turbo-Compound-System gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationspumpe (6) in Form einer Rückbeschaukelung auf dem Primärrad (3.1) und/oder dem Sekundärrad (3.2) ausgeführt ist.

13. Turbo-Compound-System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Primärrad (3.1) der hydrodynamischen Kupplung (3) gegenüber der Abgasnutzturbine (2) ins Schnelle übersetzt ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

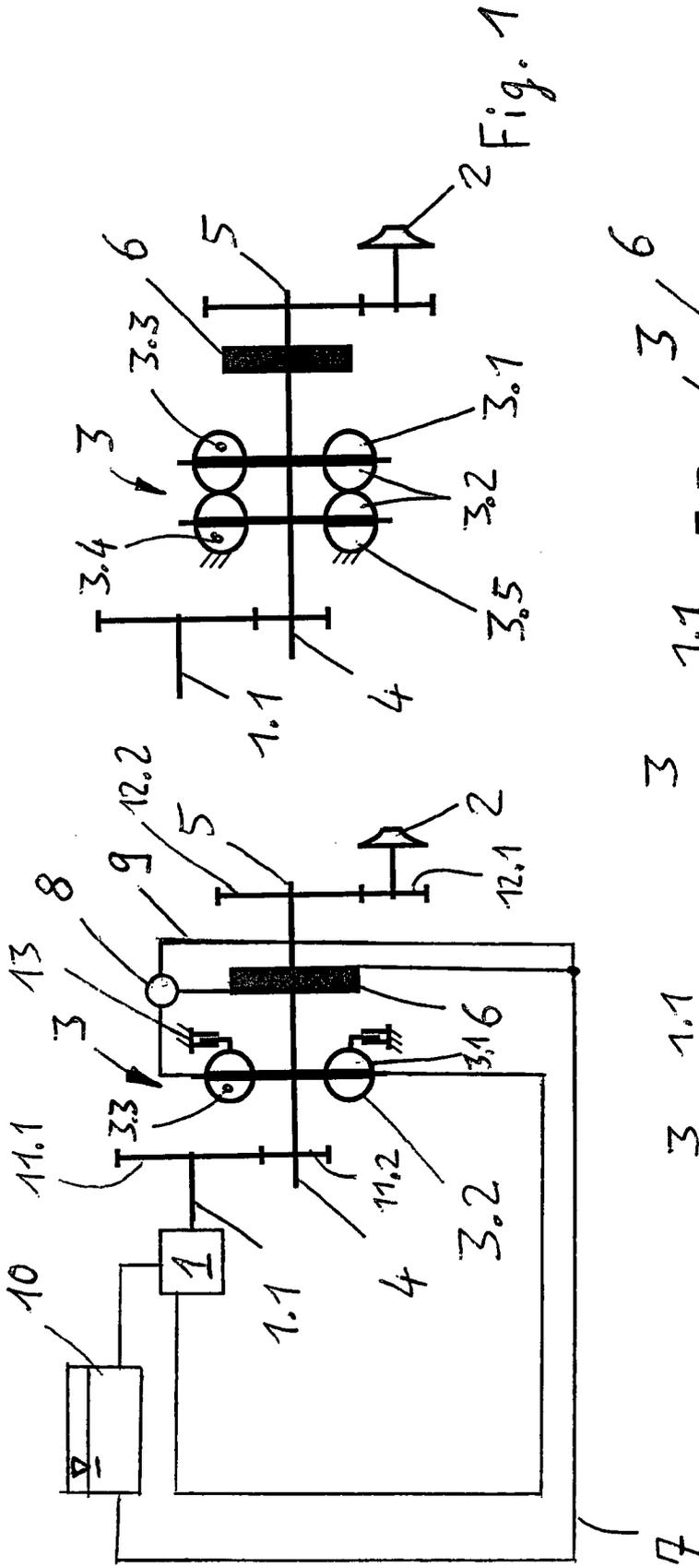


Fig. 1

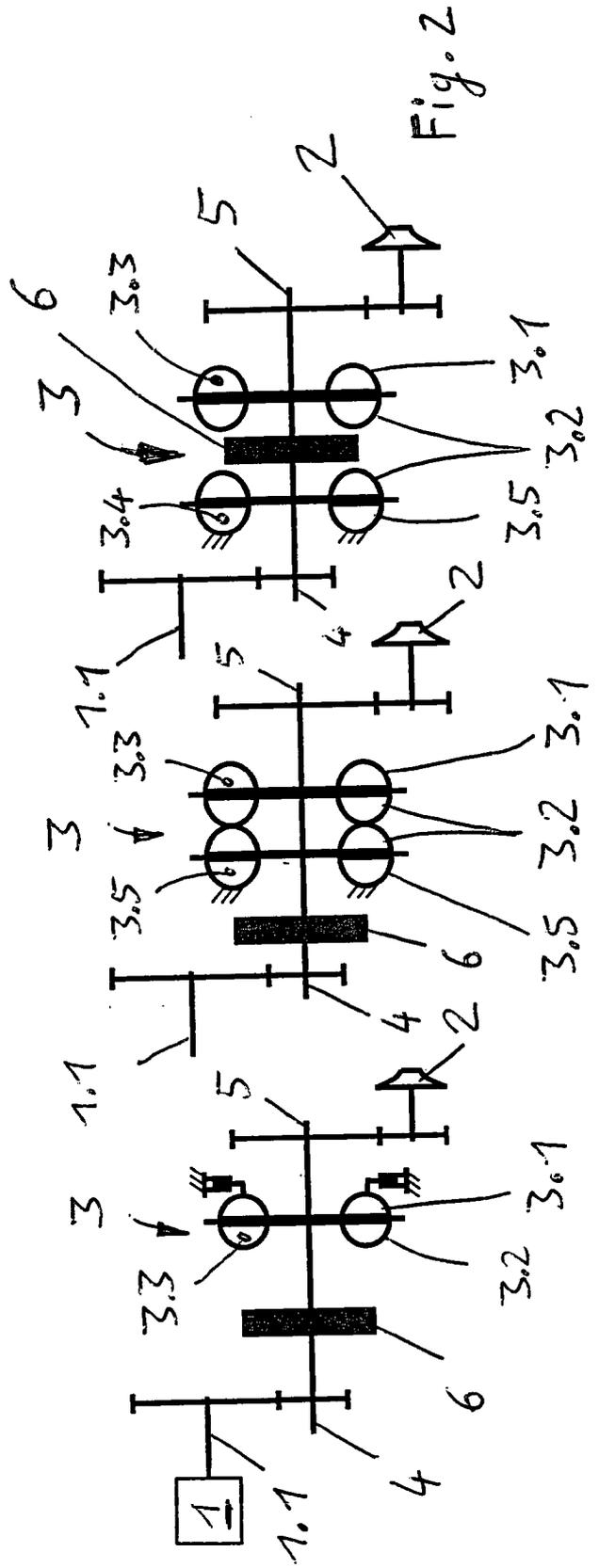


Fig. 2