

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
10. Januar 2013 (10.01.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/004354 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02B 37/04 (2006.01) *F02B 39/14* (2006.01)
F02B 37/10 (2006.01) *F02B 41/10* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/002663

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Juni 2012 (23.06.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 107 436.1 7. Juli 2011 (07.07.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **VOITH PATENT GMBH** [DE/DE]; Sankt
Pöltener Str. 43, 89522 Heidenheim (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HIRZEL, Ralf**
[DE/DE]; Langenberg, 73642 Welzheim (DE). **FIGLER,**
Thomas [DE/DE]; Fronbergstr. 12, 74564 Crailsheim
(DE).

(74) Anwalt: **WEITZEL & PARTNER**; Friedenstraße 10,
89522 Heidenheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: DRIVE TRAIN, IN PARTICULAR VEHICLE DRIVE TRAIN

(54) Bezeichnung : ANTRIEBSSTRANG, INSBESONDERE FAHRZEUGANTRIEBSSTRANG

(57) Abstract: The invention relates to a drive train, in particular a vehicle drive train having an internal combustion engine which generates an exhaust-gas flow and comprises an output shaft for feeding drive power into the drive train; having at least one first turbocharger, comprising a first exhaust-gas turbine which is arranged in the exhaust-gas flow and, via a first turbine shaft, drives at least one first fresh-air compressor which is arranged in a fresh-air flow which is fed to the internal combustion engine, wherein the turbine shaft is mounted rotatably in a turbine housing; having a turbo-compound system, comprising at least one power turbine which is arranged in the exhaust-gas flow and is drive-connected or can be drive-connected via a power-turbine shaft to the output shaft of the internal combustion engine, wherein the turbine shaft is mounted rotatably in a power-turbine housing, wherein the turbine housing and the power-turbine housing are supported in or on a stationary, non-circulating common housing or are integrated into a common housing of this type. The invention is characterized in that the turbine shaft and the power-turbine shaft extend parallel to one another and the first turbocharger is arranged radially outside the turbine-compound system and, in particular, the first turbocharger and the turbo-compound system are arranged on a common side or on different and, in particular, adjoining or opposite sides of the transmission housing.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang, insbesondere Fahrzeugantriebsstrang mit einem einen Abgasstrom erzeugenden Verbrennungsmotor, der eine Abtriebswelle zum Einspeisen von Antriebsleistung in den Antriebsstrang umfasst; mit wenigstens einem ersten Turbolader, umfassend eine im Abgasstrom angeordnete erste Abgasturbine, die über eine erste Turbinenwelle wenigstens einen ersten Frischluftverdichter antreibt, der in einem dem Verbrennungsmotor zugeleiteten Frischluftstrom angeordnet ist, wobei die Turbinenwelle in einem Turbinengehäuse drehbar gelagert ist; mit einem Turbocompoundsystem, umfassend wenigstens eine Nutzturbine, die im Abgasstrom angeordnet ist und über eine Nutzturbinenwelle in einer Triebverbindung mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors steht oder in eine solche bringbar ist, wobei die Turbinenwelle in einem Nutzturbinengehäuse drehbar gelagert ist, wobei sich das Turbinengehäuse und das Nutzturbinengehäuse in oder an einem stationären, nicht umlaufenden gemeinsamen Gehäuse abstützen oder in ein solches integriert sind. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Turbinenwelle und die Nutzturbinenwelle

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/004354 A2



parallel zueinander verlaufen und der erste Turbolader radial außerhalb des Turbocompoundsystems angeordnet ist und insbesondere der erste Turbolader und das Turbocompoundsystem auf einer gemeinsamen Seite oder auf unterschiedlichen und insbesondere aneinandergrenzenden oder gegenüberliegenden Seiten des Getriebegehäuses angeordnet sind.

Antriebsstrang, insbesondere Fahrzeugantriebsstrang

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Antriebsstrang, insbesondere eines Kraftfahrzeugs mit einem aufgeladenen Verbrennungsmotor.

5

Fahrzeugantriebsstränge mit einem turboaufgeladenen und mechanisch aufgeladenen Verbrennungsmotor sind dem Fachmann weithin bekannt und werden auch als Turbolader-Turbocompoundsysteme bezeichnet. Bei der Turboaufladung wird dabei ein Frischluftverdichter, der dem Verbrennungsmotor zugeführte Frischluft verdichtet, mittels einer im Abgasstrom des Verbrennungsmotors angeordneten Abgasturbine angetrieben. In der Regel ist die Triebverbindung zwischen der Abgasturbine und dem Verdichter eine rein mechanische.

10

15

Beim Turbocompoundsystem wird Antriebsleistung der genannten oder einer zusätzlichen Abgasturbine, dann Nutzturbine genannt, im Abgasstrom des Verbrennungsmotors zur rein mechanischen Antriebsleistung des Verbrennungsmotors aufaddiert, indem die Nutzturbine die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors zumindest mittelbar antreibt. In der Triebverbindung zwischen der Nutzturbine und der Kurbelwelle ist in der Regel zur Reduzierung von Drehschwingungen eine hydrodynamische Kupplung angeordnet.

20

Gattungsgemäße Turbocompoundsysteme sind bekannt geworden aus:

25

DE 39 08 286 C1

DE 10 2009 033 519 A1

DE 10 2009 038 736 B3

DE 962 764 B

JP 6 248 966 A.

Insbesondere bei bisherigen gattungsgemäßen Turbolader-Turbocompoundsystemen wird der Turbolader herkömmlich am Gehäuse des Verbrennungsmotors und somit separat zum Turbocompoundsystem angeschlossen. Da sowohl der Turbolader als auch das Turbocompoundsystem an den Abgasstrom sowie Frischluftstrom angeschlossen werden müssen und in Abhängigkeit der Bauraumsituation der Turbolader in der Regel nicht unmittelbar am Turbocompoundsystem angeordnet werden kann, ist eine komplexe Zu- und Abführung des Abgas- und Frischluftstroms zu den beiden Turbomaschinen nötig. Dies jedoch begünstigt Strömungsverluste und wirkt sich damit negativ auf den Gesamtwirkungsgrad der Abgasabwärmenutzung aus. Neben der nicht optimalen Bauraumausnutzung ist auch eine separate Schmiermittelversorgung für die Turbomaschinen infolge der unterschiedlichen Einbaupositionen nötig. Auch der Wartungsaufwand für die beiden separaten Turbomaschinen ist erhöht. Diese Nachteile ergeben sich auch, wenn beispielsweise anstelle des Turbocompoundsystems wenigstens ein weiterer Frischluftverdichter und/oder Abgasturbine ein Antriebsstrang angeordnet wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Antriebsstrang anzugeben, bei welchem die genannten Nachteile vermieden werden.

Insbesondere soll der zur Verfügung stehende Bauraum für ein solches Turbolader-Turbocompoundsystem optimal ausgenutzt und die Zu- und Abführung des Abgas- oder Frischluftstroms hierzu wie auch die Schmiermittelversorgung zu den relativ bewegten Teilen eines solchen Turbolader-Turbocompoundsystems verbessert werden. Insbesondere soll der Wartungsaufwand eines solchen Turbolader-Turbocompoundsystems reduziert werden.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch einen Antriebsstrang mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte und besonders zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

Ein erfindungsgemäßer Antriebsstrang gemäß einer ersten Ausführungsform, insbesondere Fahrzeugantriebsstrang mit einem einen Abgasstrom erzeugenden Verbrennungsmotor, der eine Abtriebswelle zum Einspeisen von Antriebsleistung in den Antriebsstrang umfasst, weist wenigstens einen ersten Turbolader auf, umfassend eine im Abgasstrom angeordnete erste Abgasturbine, die über eine erste Turbinenwelle wenigstens einen ersten Frischluftverdichter antreibt, der in einem dem Verbrennungsmotor zugeleiteten Frischluftstrom angeordnet ist, wobei die Turbinenwelle in einem Turbinengehäuse drehbar gelagert ist, und wenigstens ein Turbocompoundsystem, umfassend wenigstens eine Nutzturbine, die im Abgasstrom angeordnet ist und über eine Nutzturbinenwelle in einer Triebverbindung mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors steht oder in eine solche bringbar ist, wobei dem Turbocompoundsystem ein stationäres, nicht umlaufendes Getriebe, umfassend ein Getriebegehäuse, zugeordnet ist und die Nutzturbinenwelle in dem Getriebegehäuse drehbar gelagert ist. Dabei stützt sich das Turbinengehäuse in oder an dem Getriebegehäuse ab oder ist in dieses integriert.

Erfindungsgemäß ist der Antriebsstrang dadurch gekennzeichnet, dass der erste Turbolader teilweise oder vollständig axial innerhalb des Turbocompoundsystems oder das Turbocompoundsystem teilweise oder vollständig axial innerhalb des ersten Turboladers angeordnet ist, die Turbinenwelle und die Nutzturbinenwelle parallel zueinander verlaufen und der erste Turbolader radial außerhalb des Turbocompoundsystems angeordnet ist.

Dadurch, dass das Turbinengehäuse, welches das/die Lager zur Drehmomentabstützung der Turbinenwelle aufweist, dem Getriebegehäuse des Turbocompoundsystems zugeordnet ist und insbesondere teilweise oder vollständig von diesem umschlossen ist, entfällt eine zusätzliche Montage des Turboladers am Verbrennungsmotor, wie dies beim Stand der Technik der Fall ist.

In anderen Worten bedeutet dies, dass das/die Lager des ersten Turboladers - also jene zur Lagerung der ersten Turbinenwelle - und das/die Lager des Turbocompoundsystems - also jene/s zur Lagerung der Nutzturbinenwelle und/oder einer Verdichterwelle des Turbocompoundsystems - zur
5 Drehmomentabstützung an demselben Gehäuse, nämlich dem Getriebegehäuse gelagert und insbesondere von diesem teilweise oder vollständig umschlossen sind.

Hierdurch kann neben der Einsparung zusätzlicher Montagekosten auch der
10 Bauraum infolge der örtlichen Nähe der Einbauposition des Turboladers zum Turbocompoundsystem optimal genutzt werden. Weiterhin kann zur Schmierung der relativ bewegten Teile des Turboladers, insbesondere der Turbinenwelle, dieselbe Schmierölversorgung wie sie zur Schmierung beispielsweise der Nutzturbinenwelle des Turbocompoundsystems herangezogen wird, verwendet
15 werden. Weiterhin werden die Strömungsverluste durch eine besonders kurze Strömungsführung des Abgas- und Frischluftstromes zu den Turbomaschinen des Turbolader-Turbocompoundsystems verringert, wodurch sich der Gesamtwirkungsgrad des letzteren erhöht. Selbstverständlich kann eine Vielzahl von ein- oder mehrstufigen Turboladern und/oder Nutzturbinen vorgesehen sein,
20 welche jeweils wie bereits oben dargestellt, ausgeführt und im Frischluft- oder Abgasstrom angeordnet sein können.

Bevorzugt sind der erste Turbolader und das Turbocompoundsystem auf einer gemeinsamen Seite oder auf unterschiedlichen und insbesondere
25 aneinandergrenzenden oder gegenüberliegenden Seiten des Getriebegehäuses angeordnet.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Antriebsstrangs, insbesondere Fahrzeugantriebsstrangs mit einem einen Abgasstrom erzeugenden
30 Verbrennungsmotor, der eine Abtriebswelle zum Einspeisen von Antriebsleistung in

den Antriebsstrang umfasst, ist wenigstens ein erster Turbolader vorgesehen, umfassend eine im Abgasstrom angeordnete erste Abgasturbine, die über eine erste Turbinenwelle wenigstens einen ersten Frischluftverdichter antreibt, der in einem dem Verbrennungsmotor zugeleiteten Frischluftstrom angeordnet ist, wobei
5 die Turbinenwelle in einem Turbinengehäuse drehbar gelagert ist. Weiterhin ist wenigstens ein zweiter Frischluftverdichter vorgesehen, der im Frischluftstrom, insbesondere stromaufwärts des ersten Frischluftverdichters angeordnet ist und über eine Verdichterwelle in einer Triebverbindung mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors steht oder in eine solche bringbar ist, wobei dem zweiten
10 Frischluftverdichter ein stationäres, nicht umlaufendes Getriebe, umfassend ein Getriebegehäuse, zugeordnet ist und die Verdichterwelle in dem Getriebegehäuse drehbar gelagert ist. Erfindungsgemäß stützt sich das Turbinengehäuse in oder an dem Getriebegehäuse ab oder ist in dieses integriert.

15 Somit kann das Turbinengehäuse auch wie bei der ersten Ausführungsform vollständig oder teilweise innerhalb des Getriebegehäuses angeordnet beziehungsweise von diesem vollständig oder teilweise umschlossen sein. Auch kann/können das/die Lager des ersten Turboladers - also jene/s zur Lagerung der ersten Turbinenwelle - und das/die Lager zur Lagerung der Verdichterwelle des
20 zweiten Frischluftverdichters zur Drehmomentabstützung an demselben Gehäuse, nämlich dem Getriebegehäuse gelagert und insbesondere von diesem teilweise oder vollständig umschlossen sein.

Gemäß einer dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Antriebsstrangs, insbesondere Fahrzeugantriebsstrangs mit einem einen Abgasstrom erzeugenden
25 Verbrennungsmotor, der eine Abtriebswelle zum Einspeisen von Antriebsleistung in den Antriebsstrang umfasst, ist wenigstens ein erster Turbolader vorgesehen, umfassend eine im Abgasstrom angeordnete Abgasturbine, die über eine erste Turbinenwelle wenigstens einen ersten Frischluftverdichter antreibt, der in einem
30 dem Verbrennungsmotor zugeleiteten Frischluftstrom angeordnet ist, wobei die

erste Turbinenwelle in einem Turbinengehäuse drehbar gelagert ist, und mit wenigstens einer zweiten Abgasturbine, die im Abgasstrom, insbesondere stromabwärts der ersten Abgasturbine, angeordnet ist und über eine zweite Turbinenwelle in einer Triebverbindung mit der ersten Turbinenwelle des ersten Turboladers steht oder in eine solche bringbar ist, wobei der zweiten Abgasturbine ein stationäres, nicht umlaufendes Getriebe, umfassend ein Getriebegehäuse zugeordnet ist und die zweite Turbinenwelle in dem Getriebegehäuse drehbar gelagert ist. Alternativ oder zusätzlich ist wenigstens ein zweiter Frischluftverdichter vorgesehen, der im Frischluftstrom, insbesondere stromaufwärts des ersten Frischluftverdichters angeordnet ist und über eine Verdichterwelle mit der ersten Turbinenwelle 10 des ersten Turboladers 13 steht oder in eine solche bringbar ist, wobei die Verdichterwelle in dem Getriebegehäuse drehbar gelagert ist. Erfindungsgemäß stützt sich das Turbinengehäuse in oder an dem Getriebegehäuse ab oder ist in dieses integriert.

Wie auch bei den vorangegangenen Ausführungsformen kann das Turbinengehäuse vollständig oder teilweise innerhalb des Getriebegehäuses angeordnet beziehungsweise von diesem vollständig oder teilweise umschlossen sein. Auch kann/können das/die Lager des ersten Turboladers - also jene/s zur Lagerung der ersten Turbinenwelle - und das/die Lager zur Lagerung der Verdichterwelle des zweiten Frischluftverdichters und/oder der zweiten Turbinenwelle der zweiten Abgasturbine zur Drehmomentabstützung an demselben Gehäuse, nämlich dem Getriebegehäuse gelagert und insbesondere von diesem teilweise oder vollständig umschlossen sein.

Gemäß allen drei erfindungsgemäßen Ausführungsformen könnten sich die genannten, insbesondere ausschließlich innerhalb des Getriebegehäuses angeordneten Lager zur Drehmomentabstützung direkt oder indirekt am Turbinengehäuse abstützen.

Mit Vorteil ist die erste Abgasturbine des ersten Turboladers im Abgasstrom stromaufwärts der wenigstens einen Nutzturbine angeordnet. Dabei kann dem Turbocompoundsystem ein zweiter Frischluftverdichter zugeordnet sein. Das Turbocompoundsystem treibt diesen dann über die Nutzturbinenwelle an, wobei
5 der zweite Frischluftverdichter bevorzugt stromaufwärts des ersten Frischluftverdichters im Frischluftstrom angeordnet ist. Hierdurch kann der Wirkungsgrad der Frischluftverdichtung durch eine zweistufige Verdichtung verbessert werden, wobei der zweite Frischluftverdichter mechanisch über die Nutzturbine oder aber auch von der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors
10 angetrieben werden kann. Diese zweistufige Aufladung kann auch durch eine umgekehrte Anordnung der Strömungsmaschinen erreicht werden, das heißt mit einer Positionierung der Nutzturbine stromaufwärts der Abgasturbine und/oder einer Positionierung des ersten Frischluftverdichters stromaufwärts des zweiten Frischluftverdichters.

Bevorzugt kann in der Triebverbindung zwischen der Nutzturbine und der Abtriebswelle und/oder bei Vorsehen eines zweiten Frischluftverdichters, der über die Nutzturbinenwelle antreibbar ist, zwischen der Nutzturbine und dem zweiten Frischluftverdichter oder bei Ausführung des Antriebsstrangs gemäß der zweiten
20 Ausführungsform der Erfindung zwischen dem zweiten Frischluftverdichter und der Abtriebswelle eine hydrodynamische Kupplung angeordnet sein, umfassend ein beschaufeltes Primärrad und ein beschaufeltes Sekundärrad, die miteinander einen insbesondere torusförmigen Arbeitsraum ausbilden, der mit Arbeitsmedium befüllbar oder befüllt ist, um Antriebsleistung hydrodynamisch vom Primärrad auf
25 das Sekundärrad zu übertragen. Dabei kann das Primärrad in einer mechanischen Triebverbindung mit der Nutzturbine stehen und das Sekundärrad in einer mechanischen Triebverbindung mit der Abtriebswelle oder bei Vorsehen des zweiten Frischluftverdichters mit dem zweiten Frischluftverdichter. Die hydrodynamische Kupplung ist dann innerhalb des Getriebegehäuses angeordnet.
30 Ist das Arbeitsmedium der hydrodynamischen Kupplung zugleich das

Schmiermittel zur Schmierung der Lager des Turbolader-Turbocompoundsystems, so braucht keine zusätzliche Arbeitsmediumversorgung der hydrodynamischen Kupplung vorgesehen zu werden. Hierdurch entfallen zusätzliche Bauteile wie Leitungen zur Zuführung des Arbeitsmediums oder zum Abdichten des Arbeitsmediums gegenüber dem Getriebegehäuse beziehungsweise der Umgebung. Somit kann eine solche hydrodynamische Kupplung in einer mechanischen Triebverbindung zwischen der Nutzturbine und dem Frischluftverdichter und zusätzlich oder alternativ dazu zwischen der Abtriebswelle (Kurbelwelle) und der Nutzturbine angeordnet sein.

Besonders vorteilhaft ist in der Triebverbindung zwischen der Nutzturbinenwelle und der Abtriebswelle und/oder zwischen der Nutzturbinenwelle und dem zweiten Frischluftverdichter oder bei Ausführung des Antriebsstranges gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung zwischen dem zweiten Frischluftverdichter und der Abtriebswelle ein Zahnradgetriebe wie Stirnradgetriebe angeordnet und der hydrodynamischen Kupplung in Leistungsübertragungsrichtung von der Nutzturbine zur Abtriebswelle oder bei Ausführung des Antriebsstranges gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung von der Abtriebswelle zum zweiten Frischluftverdichter gesehen vor- oder nachgeschaltet, wobei das Zahnradgetriebe innerhalb des Getriebegehäuses angeordnet ist. In diesem Fall kann die Schmiermittelversorgung nicht nur zur Schmierung der besagten Elemente, sondern auch zusätzlich zur Heranführung von Schmiermittel wie Öl an das Zahnradgetriebe dienen, wodurch die Bauteilanzahl eines solchen Turbolader-Turbocompoundsystems reduziert werden kann. Selbstverständlich könnte eine derartige Kupplung und/oder ein derartiges Zahnradgetriebe auch in einem Antriebsstrang gemäß der dritten Ausführungsform vorgesehen sein. Dort könnte die hydrodynamische Kupplung dann in einer Triebverbindung zwischen der ersten Turbinenwelle des ersten Turboladers und der zweiten Turbinenwelle der zweiten Abgasturbine und/oder zwischen der ersten Turbinenwelle und der Verdichterwelle des zweiten Frischluftverdichters angeordnet sein.

Bevorzugt weist die Nutzturbine und die erste Abgasturbine einen Abgaseinlass zum Zuführen von Abgas zu und einen Abgasauslass zum Abführen von Abgas aus der jeweiligen Turbine (Nutzturbine beziehungsweise Abgasturbine) auf. Der erste und zweite Frischluftverdichter umfasst einen Lufteinlass zum Zuführen von

- 5 Frischluft zum jeweiligen Frischluftverdichter sowie einen Luftauslass zum Abführen der Frischluft aus diesem auf. Dabei ist der Abgasauslass der Abgasturbine über einen Abgaskrümmern strömungsleitend mit dem Abgaseinlass der Nutzturbine und der Luftauslass des zweiten Frischluftverdichters über einen Frischluftkrümmern strömungsleitend mit dem Lufteinlass des ersten
- 10 Frischluftverdichters verbunden, wobei der Frischluftkrümmern und Abgaskrümmern 90 Grad-Bögen sind. Durch die insbesondere ausschließliche Verwendung derart ausgeführter Abgas- und Frischluftkrümmern können die Strömungsverluste im Gegensatz zu der gemäß dem Stand der Technik bekannten weitgehend aufwändigeren Luft- und Abgasführung deutlich reduziert werden, wodurch der
- 15 Gesamtwirkungsgrad des Turbolader-Turbocompoundsystems verbessert wird.

Die Erfindung soll nun nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren exemplarisch erläutert werden.

- 20 Es zeigen:

Figur 1 ein schematisches Anordnungsbeispiel der verschiedenen Komponenten eines erfindungsgemäßen Antriebsstrangs;

- 25 Figuren 2a und 2b ein schematisches Anordnungsbeispiel der verschiedenen Komponenten eines Antriebsstranges unter Weiterbildung des in Figur 1 gezeigten Gegenstands;

- Figur 3 weitere Anordnungsbeispiele der verschiedenen Komponenten eines erfindungsgemäßen Antriebsstranges;
- 30

Figuren 4a bis 4d weitere Anordnungsbeispiele der verschiedenen Komponenten des Antriebsstrangs gemäß einer ersten, zweiten und dritten Ausführungsform der Erfindung.

5

In der Figur 4a ist ein erfindungsgemäßer Antriebsstrang gemäß einer ersten Ausführungsform dargestellt, umfassend einen Verbrennungsmotor 1, wie Dieselmotor, mit einer Abtriebswelle 1.1, welche beispielsweise eine Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 1 sein kann. Der Verbrennungsmotor 1 wird mittels
10 eines an sich bekannten Kühlkreislaufes 12 (siehe Figur 1) gekühlt. Der Verbrennungsmotor 1 erzeugt einen Abgasstrom 2, in welchem vorliegend zwei Turbinen, nämlich eine erste Abgasturbine 3 eines Turboladers 13 und eine zweite Turbine, hier mit Nutzturbine 9 bezeichnet, in Reihe zueinander angeordnet und derart mit Abgas aus dem Abgasstrom 2 beaufschlagt sind, dass sie Abgasenergie
15 in Antriebsleistung umwandeln.

Dabei ist vorliegend die Nutzturbine 9 in Strömungsrichtung des Abgases hinter der ersten Abgasturbine 3 im Abgasstrom 2 angeordnet. Vorliegend ist der erste Frischluftverdichter 5 über eine gemeinsame Welle, hier eine erste Turbinenwelle
20 10, mit der ersten Abgasturbine 3 verbunden beziehungsweise werden die jeweiligen Laufräder des ersten Frischluftverdichters 5 und der ersten Abgasturbine 3, die jeweils als Turbomaschinen ausgeführt sind, durch die erste Turbinenwelle 10 getragen. Der erste Frischluftverdichter 5 stellt ferner eine Hochdruckstufe dar, wohingegen die erste Abgasturbine 3 eine Niederdruckstufe
25 darstellt. Natürlich könnte die Abgasturbine 3 mehrstufig ausgebildet sein oder eine Mehrzahl von der Abgasturbine 3 im Abgasstrom 2 vor- oder nachgeschalteten zusätzlichen Abgasturbinen vorgesehen sein. Selbiges gilt analog für den Frischluftverdichter 5.

Über die Nutzturbine 9 wird dem Abgasstrom 2 entnommene Antriebsenergie mechanisch auf die Abtriebswelle übertragen, wie nachfolgend anhand der Figur 1 noch näher erläutert wird. Dabei sind sich entsprechende Bauteile mit entsprechenden Bezugszeichen versehen.

5

In Figur 1 ist vorliegend in Strömungsrichtung der Frischluft im Frischluftstrom 4 vor dem ersten Frischluftverdichter 5 ein zweiter Frischluftverdichter 8 angeordnet, der eine Niederdruckstufe darstellt und mit der Nutzturbine 9 angetrieben wird. Die gezeigte Triebverbindung ist wiederum eine rein mechanische, das heißt keine turboaufgeladene Triebverbindung. Vorliegend wird Antriebsleistung von einer Nutzturbinenwelle 9.1 der Nutzturbine 9 über ein Zahnrad, insbesondere eine Stirnradstufe auf ein Primärrad 6.1 einer hydrodynamischen Kupplung 6 übertragen, dann über eine zweite Zahnradstufe, wiederum als Stirnradstufe ausgeführt, weiter auf eine Verdichterwelle 8.1 des zweiten Frischluftverdichters 8, welche dann das entsprechende Laufrad des zweiten Frischluftverdichters 8 drehbar trägt. Die Nutzturbine 9 ist somit Teil eines Turbocompoundsystems 14, um Antriebsleistung aus der Nutzturbine 9 insbesondere auf die Abtriebswelle 1.1 des Verbrennungsmotors 1 zu übertragen. Auch könnten mehrere, insbesondere hintereinander geschaltete Nutzturbinen 9 vorgesehen sein. Dabei gilt analog das zu den zusätzlichen Turboladern gesagte.

10
15
20

25

Vorliegend sind die Verdichterwelle 8.1 sowie die Nutzturbinenwelle 9.1 als separate Bauteile ausgeführt. Selbstverständlich wäre es denkbar, diese einteilig auszuführen. Wie in den Figuren dargestellt, verlaufen dabei alle gezeigten Wellen parallel zueinander. Dies ist jedoch nicht zwingend nötig, so könnten einzelne oder auch alle Wellen winklig, zum Beispiel einen Winkel zwischen 0 bis 15° einschließend oder aber auch rechtwinklig zueinander verlaufen. Auch Variationen hieraus wären denkbar.

Die Nutzturbine 9 steht somit zugleich über die hydrodynamische Kupplung 6 in einer Triebverbindung mit der Abtriebswelle 1.1 des Verbrennungsmotors 1, und zwar derart, dass die Triebverbindung über einen von dem Primärrad 6.1 und einem Sekundärrad 6.2 ausgebildeten Arbeitsraum 6.3, in dem sich ein Strömungskreislauf von Arbeitsmedium ausbilden kann, geführt ist. Hierdurch erfolgt eine hydrodynamische Leistungsübertragung vom Primärrad 6.1 auf das Sekundärrad 6.2, welche Drehschwingungen, die im Antriebsstrang auftreten, dämpft.

Durch gezieltes Verändern des Füllungsgrades des Arbeitsraumes 6.3 der hydrodynamischen Kupplung 6 kann beispielsweise die Leistungsübertragung mit der hydrodynamischen Kupplung 6 gesteuert oder geregelt werden, und zwar sowohl in einem ersten Betriebszustand die von der Abtriebswelle 1.1 über die hydrodynamische Kupplung 6 auf den ersten Frischluftverdichter 8 übertragene Leistung als auch in einem zweiten Betriebszustand die von der Nutzturbine 9 über die hydrodynamische Kupplung 6 auf die Abtriebswelle 1.1 übertragene Leistung. Zur gezielten Einstellung des Füllungsgrades im Arbeitsraum 6.3 ist eine Steuervorrichtung 11 vorgesehen, die entsprechend steuernd oder regelnd auf die hydrodynamische Kupplung 6 zugreift, beispielsweise indem sie ein nicht gezeigtes Ventil im Zulauf und/oder ein Ventil (ebenfalls nicht gezeigt) im Ablauf des Arbeitsmediums in den Arbeitsraum 6.3 beziehungsweise aus dem Arbeitsraum 6.3 öffnet und/oder schließt und insbesondere steuernd in eine vorgegebene Zwischenstellung (Regelstellung) verbringt, was durch die strichpunktierte Leitung angedeutet ist.

Die erste Abgasturbine 3 sowie die Nutzturbine 9 und die mit diesen Bauteilen in Triebverbindung stehenden Komponenten wie die Turbinenwelle 10, Verdichterwelle 8.1, Nutzturbinenwelle 9.1 und das Turbinengehäuse 13.1 sind damit von einem Getriebegehäuse 15 umschlossen, wie nachfolgend ausgeführt

wird, und können somit zu einem gemeinsamen Getriebe des Turbolader-Turbocompoundsystem zusammengefasst sein.

Im vorliegenden Fall ist der zwischen dem ersten Frischluftverdichter 5 und der ersten Abgasturbine 3 angeordnete Teilabschnitt der Turbinenwelle 10 mittels nicht bezeichneten, jedoch dargestellten Lagern in einem Turbinengehäuse 13.1 gelagert. Letzteres umschließt somit ausschließlich die Turbinenwelle 10 in diesem Teilabschnitt vorliegend vollständig in Umfangsrichtung. Das Turbinengehäuse 13.1 ist erfindungsgemäß nicht unmittelbar am Verbrennungsmotor 1 (beziehungsweise dessen Gehäuse) angebracht, sondern innerhalb des dem Turbocompoundsystem 14 zugeordneten Getriebegehäuse 15 angeordnet. Letzteres umfasst auch die besagten Wellen 8.1, 9.1, die hydrodynamische Kupplung 6, die Stirnradstufen sowie die mit diesen Elementen in Triebverbindung stehenden Bauteile. Durch die gemeinsame Anordnung des Turbinengehäuses 13.1 mit dem Getriebegehäuse 15 kann gleichzeitig eine diesen gemeinsam zugeordnete Schmiermittelversorgung (nicht gezeigt) vorgesehen werden. Wenn zusätzlich als Arbeitsmedium der hydrodynamischen Kupplung 6 das Schmiermittel, welches über die Schmiermittelversorgung dem Getriebegehäuse 15 zugeführt wird, gewählt wird, so kann auf eine separate Arbeitsmediumzufuhr verzichtet werden. Das Getriebe umfasst somit im vorliegenden Fall als Eingangswelle die Nutzturbinenwelle 9.1, die das Laufrad der Nutzturbine trägt oder an ein solches angeschlossen ist und in einer Triebverbindung mit dem Primärrad steht, sowie eine erste Ausgangswelle, hier von jener gezeigten, jedoch nicht bezeichneten Welle gebildet, die in einer Triebverbindung mit dem Sekundärrad steht, um wenigstens mittelbar an die Abtriebswelle 1.1 angeschlossen zu werden und schließlich die Verdichterwelle 8.1 als zweite Ausgangswelle, die in einer Triebverbindung mit der Eingangswelle steht und zum Antreiben des zweiten Frischluftverdichters 8 dient.

In den Figuren 2a und 2b sind zwei Anordnungsbeispiele der verschiedenen Komponenten des in Figur 1 dargestellten Antriebsstrangs in einer Draufsicht gezeigt. Dabei sind sich entsprechende Bauteile mit entsprechenden Bezugszeichen versehen. Der Übersichtlichkeit halber sind jedoch nicht alle in Figur 1 gezeigten Bauelemente dargestellt.

Die Figur 2a zeigt das Turbocompoundsystem 14 mit dessen Nutzturbine 9 sowie den zweiten Frischluftverdichter 8 und den Turbolader 13 mit dessen erster Abgasturbine 3 sowie dessen erstem Frischluftverdichter 5. Vorliegend sind das Turbinengehäuse 13.1 sowie die hydrodynamische Kupplung 6 innerhalb des Getriebegehäuses 15, wie in Figur 1 dargestellt, angeordnet. Hier verläuft die Turbinenwelle 10 auch parallel zur Nutzturbinenwelle 9.1 und zur Verdichterwelle 8.1. Dies könnte jedoch auch anders sein. Insbesondere könnten die Wellen auch winklig zueinander verlaufen, wie dies bereits vorangehend ausgeführt wurde. Der Turbolader 13 ist dabei vollständig axial innerhalb des Turbocompoundsystems 14 angeordnet. Dies bedeutet, dass die erste Abgasturbine 3 sowie der erste Frischluftverdichter 5 in Axialrichtung von der Nutzturbine 9 und dem zweiten Frischluftverdichter 8 begrenzt werden und nicht über diese hinausreichen. Hierzu weist der zwischen diesen beiden Elementen 8, 9 liegende Teil des Getriebegehäuses 15 eine Auskrägung auf, welche in Axialrichtung geringer bemessen ist, als der entsprechende Gehäuseabstand zwischen dem zweiten Frischluftverdichter 8 und der Nutzturbine 9. Durch diese Anordnung können nun bei Verwendung von als Radialverdichtern ausgeführten Frischluftverdichtern 5, 5.1, 8 und/oder als Radialturbinen ausgeführten Turbinen 3, 3.1, 9 zur Vereinfachung der Strömungsführung in dem Abgasstrom 2 beziehungsweise dem Frischluftstrom 4 Viertelkreisbögen (90 Grad-Bögen) als Krümmer verwendet werden. So ist zwischen der ersten Abgasturbine 3 und der Nutzturbine 9 ein derart ausgeführter Abgaskrümmer 16 vorgesehen. Letzterer verbindet einen in Axialrichtung des Turboladers 13 ausgerichteten Abgasauslass der ersten Abgasturbine 3 mit einem in Radialrichtung (in Bezug auf die Drehachse der

Nutzturbine 9) ausgerichteten Abgaseinlass der Nutzturbine 9, um das aus der ersten Abgasturbine 3 austretende Abgas der Nutzturbine 9 zuzuführen.

Im Frischluftstrom 4 ist zwischen dem ersten Frischluftverdichter 5 und dem zweiten Frischluftverdichter 8 analog ein solcher Krümmer, hier als Frischluftkrümmer 7 ausgeführt, angeordnet. Letzterer verbindet zur zweistufigen Verdichtung einen vorliegend in Radialrichtung weisenden Auslass des zweiten Frischluftverdichters 8 mit einem in Axialrichtung weisenden Einlass des ersten Frischluftverdichters 5.

Wie man der Figur 2a entnehmen kann, ist ein weiterer Turbolader vorgesehen, umfassend eine zweite Abgasturbine 3.1 sowie einen dritten Frischluftverdichter 5.1, wobei die zweite Abgasturbine 3.1 derart im Abgasstrom 2 angeordnet ist, dass sie der ersten Abgasturbine 3 des ersten Turboladers 13 vorgeschaltet ist. Entsprechend ist der dritte Frischluftverdichter 5.1, welcher im Frischluftstrom 4 angeordnet ist, dem ersten Frischluftverdichter 5 in Strömungsrichtung der Frischluft nachgeschaltet. Der zusätzliche Turbolader ist seinerseits axial innerhalb des ersten Turboladers 13 angeordnet, wobei eine Auskragung des Teiles des Getriebegehäuses 15 zwischen der zweiten Abgasturbine 3.1 und dem dritten Frischluftverdichter 5.1 entsprechend geringer ist, als dies beim ersten Turbolader 13 der Fall ist. Für die übrigen Komponenten des zusätzlichen Turboladers gilt das voranstehend in den Figuren 1 und 2a entsprechend ausgeführte.

In Figur 2b ist ein weiteres Anordnungsbeispiel unter Weiterbildung des in Figur 2a gezeigten Antriebsstrangs dargestellt. Der Gegenstand der Figur 2b unterscheidet sich dabei im Hinblick auf die Figur 2a darin, dass der zusätzliche Turbolader den ersten Turbolader 13 in Axialrichtung begrenzt, jedoch axial innerhalb des Turbocompoundsystems 14 angeordnet ist.

Die Figur 4b zeigt eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Antriebsstranges. Im Vergleich zu dem in den Figuren 1, 2a und 2b gezeigten Antriebsstrang wurde auf die Nutzturbine 9 verzichtet. Damit wird ein Abgasturbolader 13 mit einem zusätzlichen (mechanisch von dem Abgasturbolader 13 getrennten) vom Verbrennungsmotor mechanisch angetriebenen zweiten Frischluftverdichter 8 angegeben. Da nun der Frischluftverdichter über die nicht gezeigte Abtriebswelle, die hydrodynamische Kupplung 6 sowie die Verdichterwelle 8.1 mechanisch angetrieben wird, steht im vorliegenden Fall – im Gegensatz zu Figur 4a – das Primärrad (nicht gezeigt) in einer mechanischen Triebverbindung mit der Abtriebswelle, wohingegen das Sekundärrad (ebenfalls nicht gezeigt) in einer Triebverbindung mit der Verdichterwelle 8.1 steht. Für die Anordnung und Ausbildung der einzelnen Komponenten des gezeigten Antriebsstrangs gilt das insbesondere zu den Figuren 1, 2a, 2b und 4a gesagte.

Die Figuren 4c und 4d zeigen zwei alternative Anordnungsbeispiele des Antriebsstrangs gemäß einer dritten Ausführungsform. Dabei sind ebenfalls sich entsprechende Bauelemente mit den entsprechenden Bezugszeichen versehen. Die Figur 4c stellt dabei eine Abwandlung des Gegenstands von Figur 4a dar, wobei anstelle der in Figur 4a gezeigten Nutzturbine 9 eine herkömmliche Abgasturbine 3.1 vorgesehen ist. Letztere steht über eine zweite Turbinenwelle 17, ein Zahnradgetriebe und die hydrodynamische Kupplung 6 in Triebverbindung mit der ersten Turbinenwelle 10. Somit dient die zweite Abgasturbine zum Antrieb des ersten (gemeinsamen) Frischluftverdichters 5.

In Figur 4d ist ein weiteres Anordnungsbeispiel der dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Antriebsstrangs gezeigt. Letzterer entspricht der Weiterbildung des Gegenstands aus der Figur 4b. Hierbei wird der zweite Frischluftverdichter 8 jedoch nicht über die (nicht gezeigte) Abtriebswelle des Verbrennungsmotors angetrieben, sondern von der ersten Turbinenwelle 10. Dazu ist die hydrodynamische Kupplung 6 analog zu der Darstellung in Figur 4c

zwischen der ersten Turbinenwelle 10 und der Verdichterwelle 8.1 angeordnet. Die hydrodynamische Kupplung 6 kann dabei wie in den Figuren bereits beschrieben, insbesondere wie in Figur 4b beschrieben, ausgeführt sein.

- 5 Somit können besonders vorteilhaft gemäß der ersten, zweiten und dritten Ausführungsform sämtliche Turbomaschinen im Getriebegehäuse 15 gelagert sein, wodurch der Bauraum optimal genutzt wird, die Schmierung der bewegten Teile vereinfacht sowie die Strömungsführung des Abgas- und Frischluftstromes optimiert wird.

10

In Figur 3 sind in schematischer Darstellung verschiedene Anordnungsbeispiele der Komponenten des erfindungsgemäßen Antriebsstrangs in einer Seitenansicht in Blickrichtung der Drehachse beispielsweise der Turbinenwelle 10 aus den Figuren 2a und 2b dargestellt. Selbstverständlich könnten auch die in den übrigen
15 Figuren dargestellten Komponenten entsprechend der Figur 3 angeordnet sein.

20

So zeigt die äußerst linke Darstellung, dass der Turbolader 13 und das Turbocompoundsystem 14 auf einander gegenüberliegenden Seiten des Getriebegehäuses 15 angeordnet sind. Selbstverständlich könnten der Turbolader 13 sowie das Turbocompoundsystem 14 auf derselben Seite des Getriebegehäuses 15 und insbesondere komplanar bezogen auf deren Drehachsen angeordnet sein, wie dies in der zweiten Darstellung von links der Figur 3 ersichtlich ist.

25

Selbstverständlich könnte, wie dies die zweite Darstellung von rechts der Figur 3 zeigt, der Turbolader 13 in Umfangsrichtung versetzt zum Turbocompoundsystem 14 angeordnet sein, sodass Turbolader 13 und Turbocompoundsystem 14 auf aneinandergrenzenden Seiten des Getriebegehäuses 15 angeordnet sind. Zusätzlich hierzu, können auf einer weiteren gegenüberliegenden Seite des Getriebegehäuses 15 ein weiterer Turbolader oder eine Mehrzahl derartiger Turbolader beziehungsweise wenigstens ein weiteres Turbocompoundsystem, wie

dies exemplarisch für eine zusätzliche Turbomaschine in der äußerst rechten Darstellung der Figur 3 gezeigt ist, angeordnet sein.

Bezugszeichenliste

	1	Verbrennungsmotor
	1.1	Abtriebswelle
5	2	Abgasstrom
	3, 3.1	Abgasturbine
	4	Frischlufstrom
	5, 5.1	Frischlufverichter
	6	hydrodynamische Kupplung
10	6.1	Primärrad
	6.2	Sekundärrad
	6.3	Arbeitsraum
	7	Frischlufkrümmmer
	8	Frischlufverichter
15	8.1	Verichterwelle
	9	Nutzturbine
	9.1	Nutzturbinenwelle
	10	erste Turbinenwelle
	11	Steuervorrichtung
20	12	Kühlkreislauf
	13	Turbolader
	13.1	Turbinengehäuse
	14	Turbocompoundsystem
	15	Getriebegehäuse
25	16	Abgaskrümmmer
	17	zweite Turbinenwelle

Patentansprüche

1. Antriebsstrang, insbesondere Fahrzeugantriebsstrang,
 - 1.1 mit einem einen Abgasstrom (2) erzeugenden Verbrennungsmotor (1), der
5 eine Abtriebswelle (1.1) zum Einspeisen von Antriebsleistung in den Antriebsstrang umfasst;
 - 1.2 mit wenigstens einem ersten Turbolader (13), umfassend eine im Abgasstrom (2) angeordnete erste Abgasturbine (3, 3.1), die über eine erste Turbinenwelle (10) wenigstens einen ersten Frischluftverdichter (5,
10 5.1) antreibt, der in einem dem Verbrennungsmotor (1) zugeleiteten Frischluftstrom (4) angeordnet ist, wobei die Turbinenwelle (10) in einem Turbinengehäuse (13.1) drehbar gelagert ist;
 - 1.3 mit wenigstens einem Turbocompoundsystem (14), umfassend wenigstens eine Nutzturbine (9), die im Abgasstrom (2) angeordnet ist und über eine
15 Nutzturbinenwelle (9.1) in einer Triebverbindung mit der Abtriebswelle (1.1) des Verbrennungsmotors (1) steht oder in eine solche bringbar ist, wobei dem Turbocompoundsystem (14) ein stationäres, nicht umlaufendes Getriebe, umfassend ein Getriebegehäuse (15) zugeordnet ist und die Nutzturbinenwelle (9.1) in dem Getriebegehäuse (15) drehbar gelagert ist;
20 wobei
 - 1.4 sich das Turbinengehäuse (13.1) in oder an dem Getriebegehäuse (15) abstützt oder in dieses integriert ist;
dadurch gekennzeichnet, dass
 - 1.5 der erste Turbolader (13) teilweise oder vollständig axial innerhalb des
25 Turbocompoundsystems (14) oder das Turbocompoundsystem (14) teilweise oder vollständig axial innerhalb des ersten Turboladers (13) angeordnet ist, und
 - 1.6 die Turbinenwelle (10) und die Nutzturbinenwelle (9.1) parallel zueinander verlaufen und der erste Turbolader (13) radial außerhalb des
30 Turbocompoundsystems (14) angeordnet ist.

2. Antriebsstrang, insbesondere Fahrzeugantriebsstrang,
2.1 mit einem einen Abgasstrom (2) erzeugenden Verbrennungsmotor (1), der eine Abtriebswelle (1.1) zum Einspeisen von Antriebsleistung in den Antriebsstrang umfasst;
5 2.2 mit wenigstens einem ersten Turbolader (13), umfassend eine im Abgasstrom (2) angeordnete erste Abgasturbine (3, 3.1), die über eine erste Turbinenwelle (10) wenigstens einen ersten Frischluftverdichter (5, 5.1) antreibt, der in einem dem Verbrennungsmotor (1) zugeleiteten Frischluftstrom (4) angeordnet ist, wobei die Turbinenwelle (10) in einem
10 Turbinengehäuse (13.1) drehbar gelagert ist;
2.3 mit wenigstens einem zweiten Frischluftverdichter (8), der im Frischluftstrom (4), insbesondere stromaufwärts des ersten Frischluftverdichters (5) angeordnet ist und über eine Verdichterwelle (8.1) in einer Triebverbindung mit der Abtriebswelle (1.1) des
15 Verbrennungsmotors (1) steht oder in eine solche bringbar ist, wobei dem zweiten Frischluftverdichter (8) ein stationäres, nicht umlaufendes Getriebe, umfassend ein Getriebegehäuse (15) zugeordnet ist und die Verdichterwelle (8.1) in dem Getriebegehäuse (15) drehbar gelagert ist; dadurch gekennzeichnet, dass
20 2.4 sich das Turbinengehäuse (13.1) in oder an dem Getriebegehäuse (15) abstützt oder in dieses integriert ist.
3. Antriebsstrang, insbesondere Fahrzeugantriebsstrang,
3.1 mit einem einen Abgasstrom (2) erzeugenden Verbrennungsmotor (1), der
25 eine Abtriebswelle (1.1) zum Einspeisen von Antriebsleistung in den Antriebsstrang umfasst;
3.2 mit wenigstens einem ersten Turbolader (13), umfassend eine im Abgasstrom (2) angeordnete erste Abgasturbine (3), die über eine erste Turbinenwelle (10) wenigstens einen ersten Frischluftverdichter (5, 5.1)
30 antreibt, der in einem dem Verbrennungsmotor (1) zugeleiteten

Frischlufstrom (4) angeordnet ist, wobei die erste Turbinenwelle (10) in einem Turbinengehäuse (13.1) drehbar gelagert ist;

3.3 mit wenigstens einer zweiten Abgasturbine (3.1), die im Abgasstrom (2), insbesondere stromabwärts der ersten Abgasturbine (3), angeordnet ist und über eine zweite Turbinenwelle (17) in einer Triebverbindung mit der ersten Turbinenwelle (10) des ersten Turboladers (13) steht oder in eine solche bringbar ist, wobei der zweiten Abgasturbine (3.1) ein stationäres, nicht umlaufendes Getriebe, umfassend ein Getriebegehäuse (15) zugeordnet ist und die zweite Turbinenwelle (17) in dem Getriebegehäuse (15) drehbar gelagert ist; und/oder

3.4 mit wenigstens einem zweiten Frischluftverdichter (8), der im Frischluftstrom (4), insbesondere stromaufwärts des ersten Frischluftverdichters (5), angeordnet ist und über eine Verdichterwelle (8.1) in Triebverbindung mit der ersten Turbinenwelle (10) des ersten Turboladers (13) steht oder in eine solche bringbar ist, wobei die Verdichterwelle (8) in dem Getriebegehäuse (15) drehbar gelagert ist; dadurch gekennzeichnet, dass

3.5 sich das Turbinengehäuse (13.1) in oder an dem Getriebegehäuse (15) abstützt oder in dieses integriert ist.

4. Antriebsstrang gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Abgasturbine (3) des ersten Turboladers (13) im Abgasstrom (2) stromaufwärts der wenigstens einen Nutzturbine (9) angeordnet ist; und
4.1 das Turbocompoundsystem (14) über die Nutzturbinenwelle (9.1) wenigstens einen zweiten Frischluftverdichter (8) antreibt, der stromaufwärts des ersten Frischluftverdichters (5, 5.1) im Frischluftstrom (4) angeordnet ist.

5. Antriebsstrang gemäß Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der Triebverbindung zwischen der Nutzturbine (9) und der Abtriebswelle

(1.1) und/oder bei Vorsehen eines zweiten Frischluftverdichters (8), der über die Nutzturbinenwelle (9.1) antreibbar ist, zwischen der Nutzturbine (9) und dem zweiten Frischluftverdichter (8) oder bei Ausführung des Antriebsstrangs gemäß Anspruch 2 zwischen dem zweiten Frischluftverdichter (8) und der Abtriebswelle (1.1) eine hydrodynamische Kupplung (6) angeordnet ist, umfassend ein beschaufeltes Primärrad (6.1) und ein beschaufeltes Sekundärrad (6.2), die miteinander einen insbesondere torusförmigen Arbeitsraum (6.3) ausbilden, der mit Arbeitsmedium befüllbar oder befüllt ist, um Antriebsleistung hydrodynamisch vom Primärrad (6.1) auf das Sekundärrad (6.2) zu übertragen, und das Primärrad (6.1) in einer mechanischen Triebverbindung mit der Nutzturbine (9) steht und das Sekundärrad (6.2) in einer mechanischen Triebverbindung mit der Abtriebswelle (1.1) oder bei Vorsehen des zweiten Frischluftverdichters (8) mit dem zweiten Frischluftverdichter (8) oder bei Ausführung des Antriebsstranges gemäß Anspruch 2 das Primärrad (6.1) in einer mechanischen Triebverbindung mit der Abtriebswelle (1.1) steht und das Sekundärrad (6.2) in einer mechanischen Triebverbindung mit der Verdichterwelle (8.1) in Triebverbindung steht.

6. Antriebsstrang gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Turbolader (13) und das Turbocompoundsystem (14) auf einer gemeinsamen Seite oder auf unterschiedlichen Seiten des Getriebegehäuses (15) angeordnet sind.

7. Antriebsstrang gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Turbolader (13) und das Turbocompoundsystem (14) auf aneinandergrenzenden oder gegenüberliegenden Seiten des Getriebegehäuses (15) angeordnet sind.

8. Antriebsstrang gemäß einem der Ansprüche 1 oder 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in der Triebverbindung zwischen Nutzturbinenwelle (9.1) und Abtriebswelle (1.1) und/oder Nutzturbinenwelle (9.1) und dem zweiten Frischluftverdichter (8) oder bei Ausführung des Antriebsstranges gemäß Anspruch 2 zwischen dem zweiten Frischluftverdichter (8) und der Abtriebswelle (1.1) ein Zahnradgetriebe wie Stirnradgetriebe angeordnet und der hydrodynamischen Kupplung (6) in Leistungsübertragungsrichtung von der Nutzturbine (9) zur Abtriebswelle (1.1) oder bei Ausführung gemäß Anspruch 2 von der Abtriebswelle (1.1) zum zweiten Frischluftverdichter (8) gesehen vor- oder nachgeschaltet ist und das Zahnradgetriebe innerhalb des Getriebegehäuses (15) angeordnet ist.
9. Antriebsstrang gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Abgasturbine (3, 3.1) und/oder die Nutzturbine eine Radialturbine oder Axialturbine und/oder der erste und/oder zweite Frischluftverdichter (5, 5.1, 8) ein Radialverdichter oder Axialverdichter ist.
10. Antriebsstrang gemäß einem der Ansprüche 1 oder 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Nutzturbine (9) und die Abgasturbine (3, 3.1) einen Abgaseinlass zum Zuführen von Abgas zum und einen Abgasauslass zum Abführen von Abgas aus der jeweiligen Turbine (3, 3.1, 9) aufweisen und der erste und zweite Frischluftverdichter (5, 5.1, 8) einen Lufteinlass zum Zuführen von Frischluft zum und einen Luftauslass zum Abführen von Frischluft aus dem jeweiligen Frischluftverdichter (5, 5.1, 8) aufweist, wobei der Abgasauslass der Abgasturbine (3, 3.1) über einen Abgaskrümmern (16) strömungsleitend mit dem Abgaseinlass der Nutzturbine (8) und der Luftauslass des zweiten Frischluftverdichters (8) über einen Frischluftkrümmern (7) strömungsleitend mit dem Frischlufteinlass des ersten

Frischluchtverdichters (5) verbunden ist, und der Frischluftkrümmer (7) und Abgaskrümmer (16) 90°-Bögen sind.

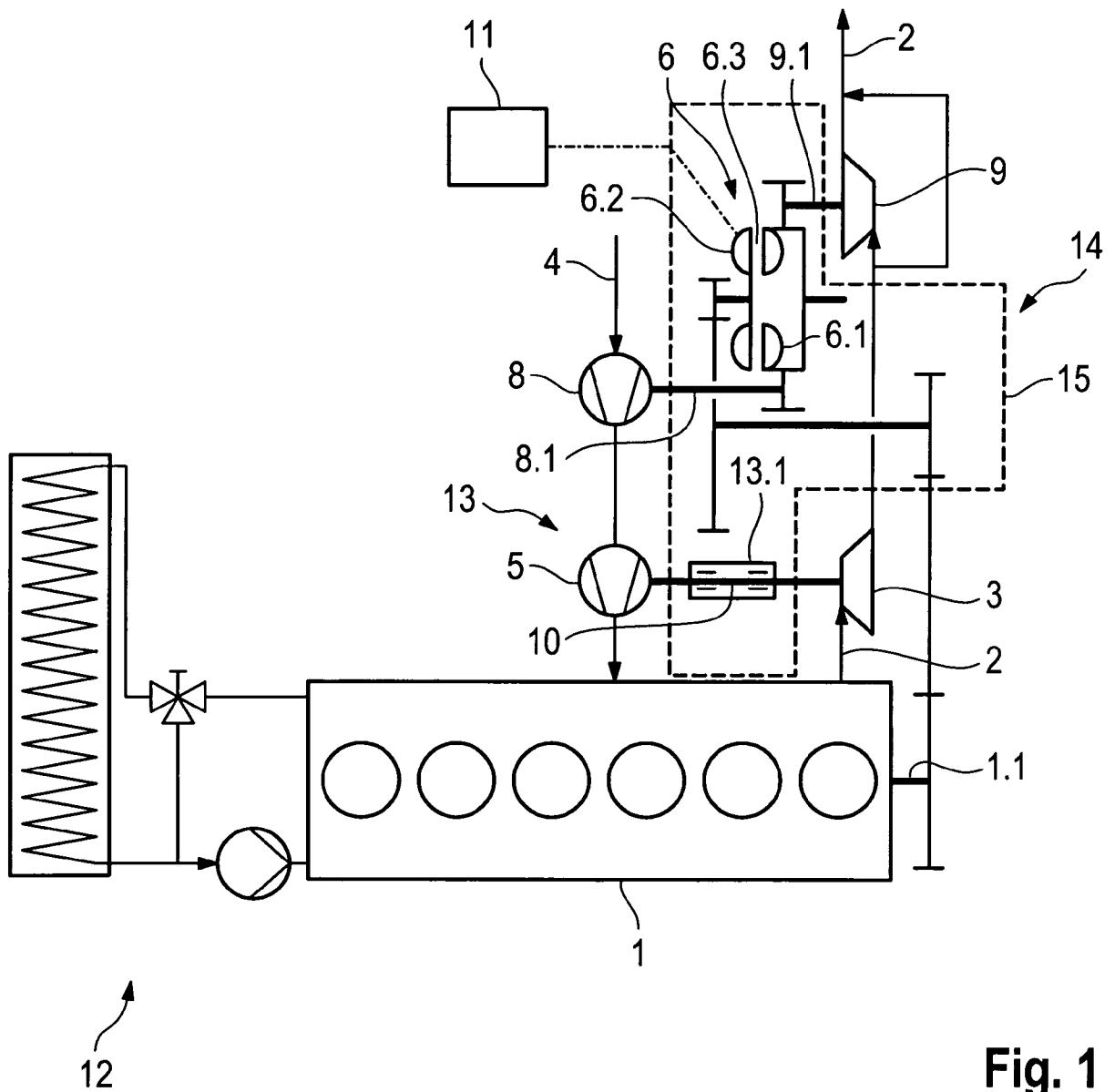


Fig. 1

2 / 5

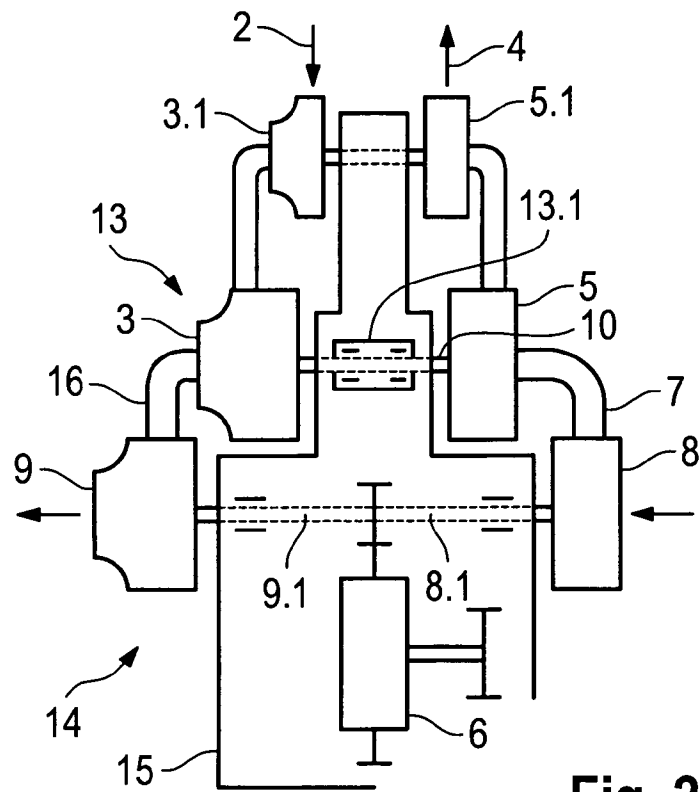


Fig. 2a

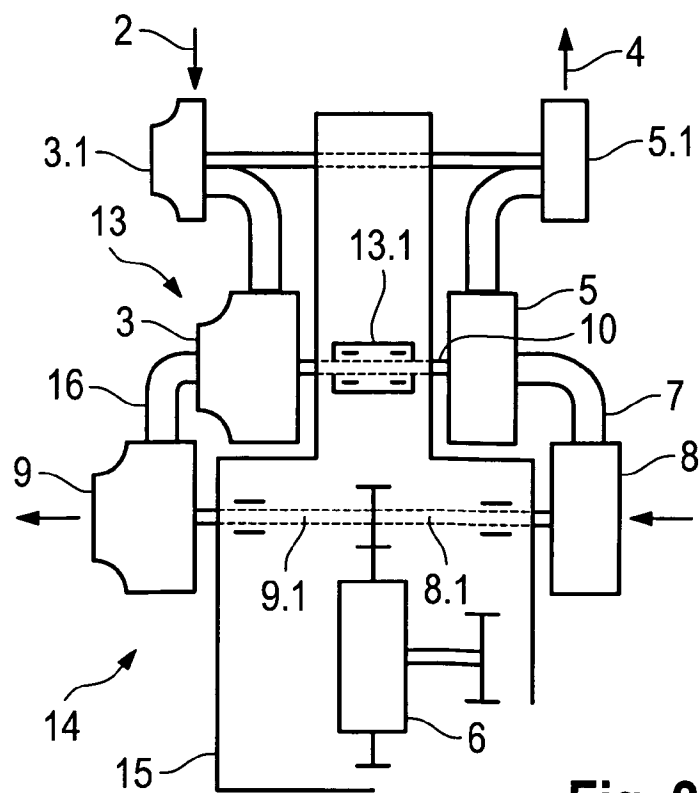


Fig. 2b

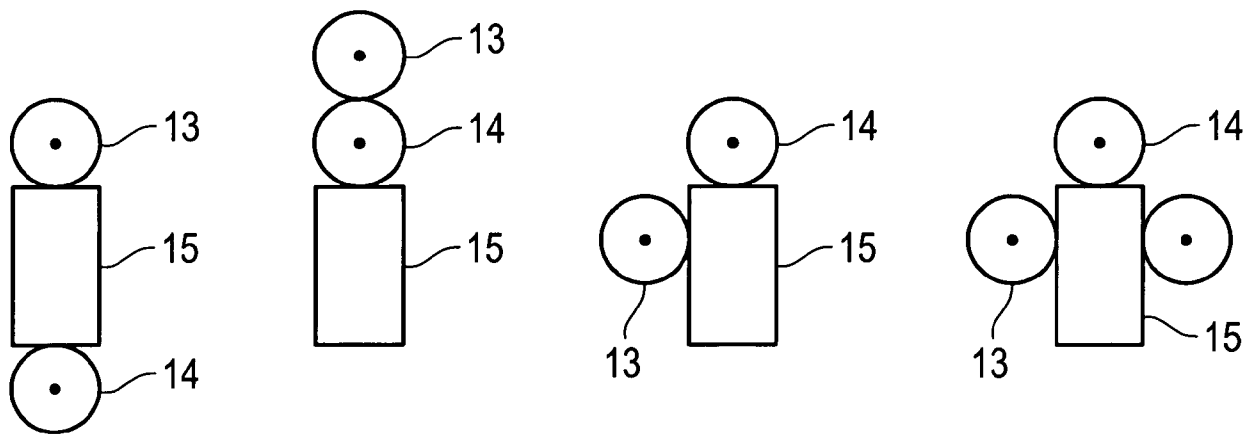


Fig. 3

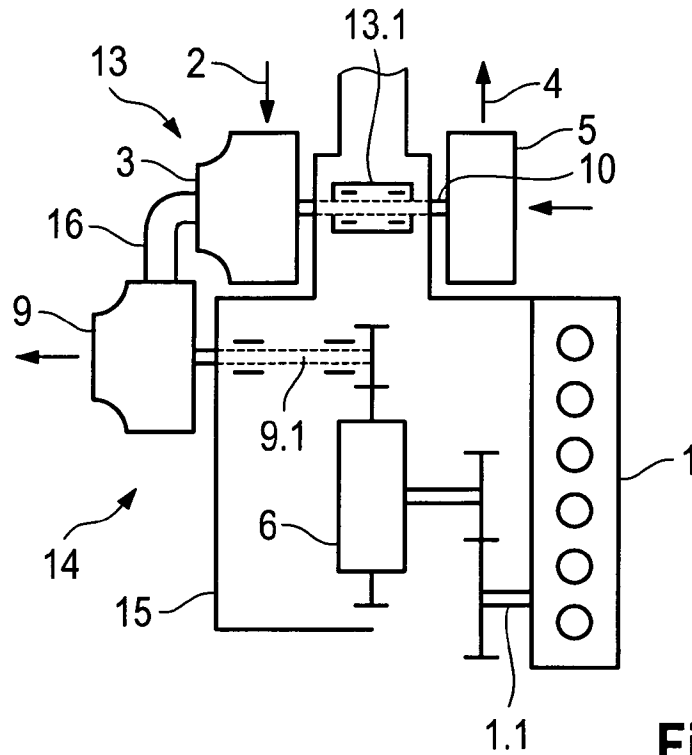


Fig. 4a

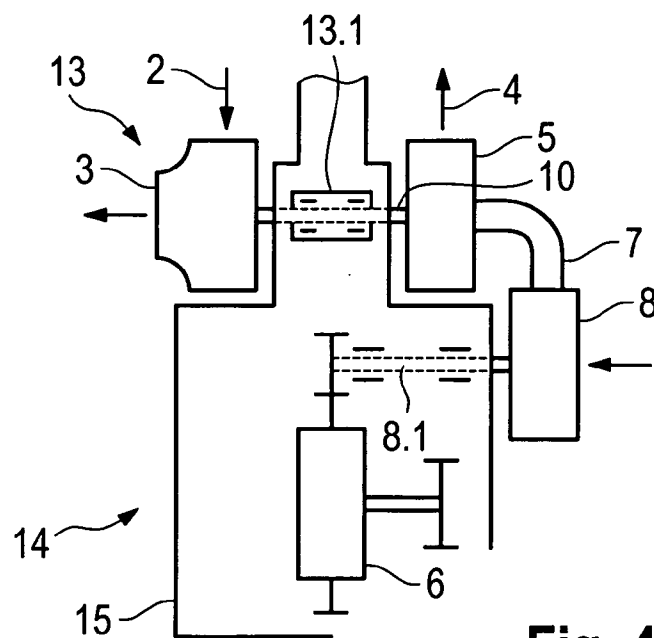


Fig. 4b

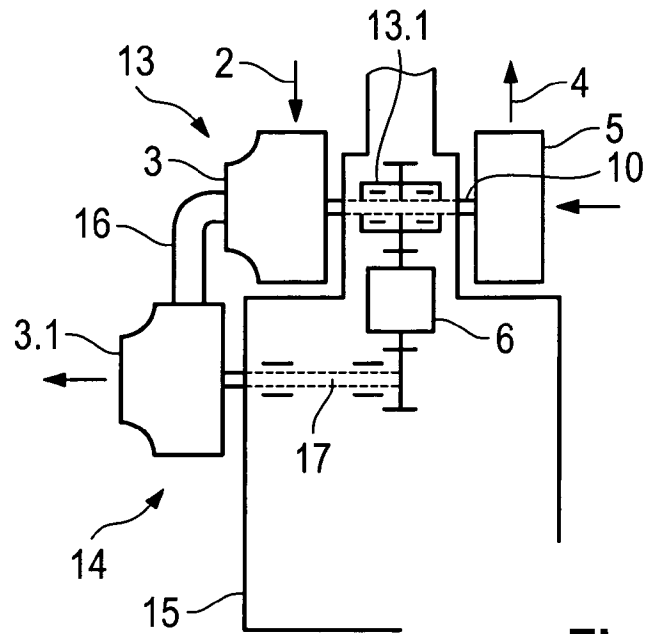


Fig. 4c

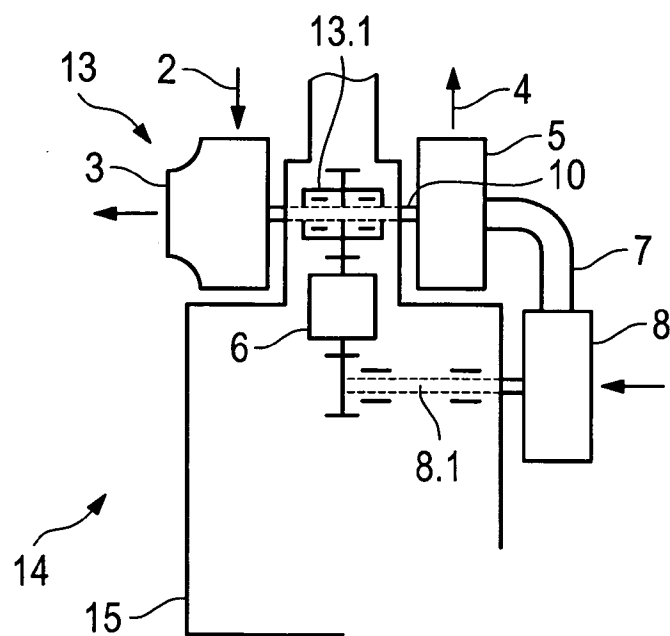


Fig. 4d