

(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. April 2008 (10.04.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2008/040331 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:  
G01M 15/00 (2006.01)

(74) Anwalt: NITZ, Astrid; Goldbacher Strasse 14, 63739 Aschaffenburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/001767

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
4. Oktober 2007 (04.10.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2006 047 268.3 4. Oktober 2006 (04.10.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OSWALD ELEKTROMOTOREN GMBH [DE/DE]; Benzstr. 12, 63897 Miltenberg (DE).

(72) Erfinder; und

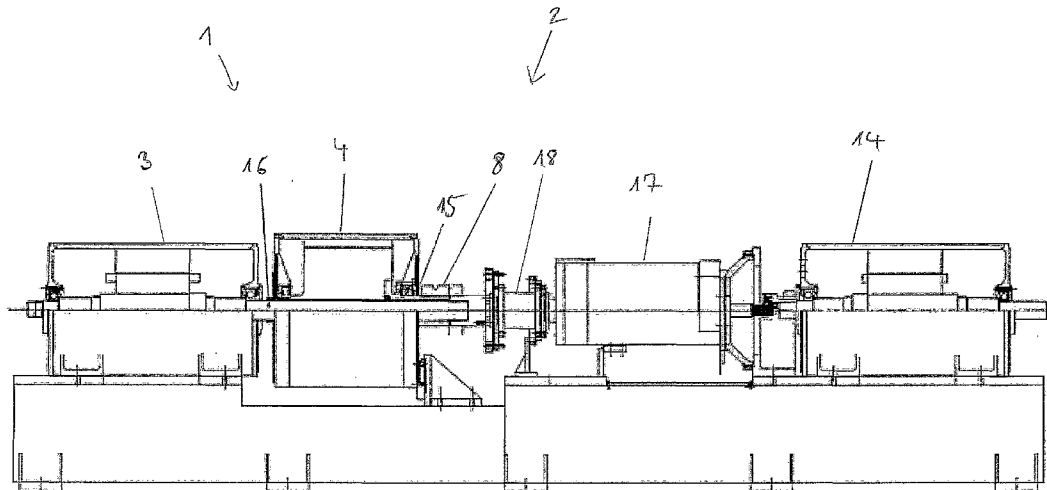
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WALTER, Michael [DE/DE]; Bergmühlweg 18, 63897 Miltenberg (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LOADING APPARATUS FOR A TEST BENCH

(54) Bezeichnung: BELASTUNGSVORRICHTUNG FÜR EINEN PRÜFSTAND



(57) Abstract: Loading apparatus (1) for a test bench (2) for testing a test object (17), with at least two loading machines (3, 4), wherein a first loading machine (3) comprises a first electric motor and a second loading machine (4) comprises a second electric motor, wherein the electric motors are each equipped for a predetermined loading range, and the loading range of the first loading machine (3) differs from the loading range of the second loading machine (4) or the other loading machines, wherein the loading machines (3, 4) can be connected individually to the test object (17) and/or can be connected via a coupling so as to transmit a torque, as a result of which a test region to be tested of the test object (17) is substantially completely covered.

(57) Zusammenfassung: Belastungsvorrichtung (1) für einen Prüfstand (2) zum Prüfen eines Prüflings (17), mit zumindest zwei Belastungsmaschinen (3, 4), wobei eine erste Belastungsmaschine (3) einen ersten Elektromotor und eine zweite Belastungsmaschine (4) einen zweiten Elektromotor umfasst, wobei die Elektromotoren jeweils für einen vorbestimmten Belastungsbereich ausgestattet sind, und sich der Belastungsbereich der ersten Belastungsmaschine (3) von dem Belastungsbereich der zweiten Belastungsmaschine (4) bzw. der anderen Belastungsmaschinen unterscheidet, wobei die Belastungsmaschinen (3, 4) einzeln

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2008/040331 A2



ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, 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*

5

### Belastungsvorrichtung für einen Prüfstand

10

Die Erfindung betrifft eine Belastungsvorrichtung für einen Prüfstand zum Prüfen eines Prüflings, insbesondere eines Getriebes oder einer Achse, insbesondere eines schaltbaren Getriebes, sowie einen Prüfstand mit einer Belastungsvorrichtung.

15 Achsen und Getriebe werden in Prüfständen bezüglich ihres Drehmoment- und Drehzahlverhaltens beispielsweise für den späteren Einsatz in einem Fahrzeug getestet. In Prüfständen des Stands der Technik wird beispielsweise als Belastungsvorrichtung ein Motor mit innerer Verbrennung oder ein Elektromotor eingesetzt, wobei der Elektromotor jedoch wirtschaftlich nur bis zu einem begrenzten Feldschwächebereich  
20 zu betreiben ist.

Nachteilig erweist sich hierbei, dass die hiermit ausgerüsteten Prüfstände aufwendig und schwingungsanfällig sind und einen hohen Platzbedarf haben.

25 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Belastungsvorrichtung für einen Prüfstand bereitzustellen, die eine einfache und zuverlässige Prüfung über einen weiten Drehzahlbereich ermöglicht.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine einleitend angeführte Belastungsvorrichtung, mit  
30 zumindest zwei Belastungsmaschinen, wobei eine erste Belastungsmaschine einen ersten Elektromotor und eine zweite Belastungsmaschine einen zweiten Elektromotor umfasst, wobei die Elektromotoren jeweils für einen vorbestimmten Belastungsbereich ausgestattet sind, und sich der Belastungsbereich der ersten Belastungsmaschine sich von dem Belastungsbereich der anderen Belastungsmaschine bzw.  
35 der anderen Belastungsmaschinen unterscheidet, wobei die Belastungsmaschinen einzeln an den Prüfling anschließbar oder über eine Kupplung, zur Übertragung

5 eines Drehmoments verbindbar sind, wodurch der zu testende Prüfbereich abgedeckt ist.

Durch die vorgeschlagene Belastungsvorrichtung für einen Achs- und /oder Getriebeprüfstand zum Antreiben- bzw. Bremsen wird ein regelbarer, geräuscharmer und energiesparender Prüfaufbau erreicht. Die Belastungsvorrichtung arbeitet im wesentlichen als Direktantrieb. Es können Getriebe mit einem weiten Übersetzungsbereich geprüft werden. Durch die Kombination der beiden Motoren kann die Antriebsleistung und damit die für die Prüfung erforderliche Gesamtleistung deutlich reduziert werden. Wartungsintensive Bauteile entfallen, der Platzbedarf wird kleiner und unerwünschte Schwingungen werden reduziert. Durch die abgestimmte Wahl der Belastungsbereiche der Belastungsmaschinen mit unterschiedlichen Optimierungsschwerpunkten können weite Drehmoment-Drehzahlbereiche abgedeckt werden. Die Motoren der Belastungsmaschinen können im Betrieb einfach auf eine gleiche Drehzahl synchronisiert werden und dann während des Betriebs mechanisch gekoppelt oder entkoppelt werden. Beispielfhaft liegt der Feldschwächebereich nun beispielsweise bei etwa 1:16, falls beispielsweise zwei Motoren mit Feldschwäcbereichen etwa bei 1:4 eingesetzt werden. Die Belastungsvorrichtung liefert Antriebe bzw. Bremsen, die die gleiche Leistung  $P=M \times n$  bei hohen Momenten mit niedrigen Drehzahlen bis zu niedrigen Momenten mit hohen Drehzahlen abdecken.

25 Vorteilhaft ist es, wenn die Belastungsmaschinen je nach Anforderung der Prüfbedingungen im motorischen und/oder generatorischen Betrieb arbeiten. Auf diese Weise kann die Belastungsvorrichtung flexibel, insbesondere als Antriebs- oder Bremseinheit eingesetzt werden.

30 Eine einfache, zugleich leise und stabile Vorrichtung liegt vor, wenn die Belastungsmaschinen mit einer starren Kupplung verbunden sind und eine bedarfsweise Trennung elektrisch über einen zugeordneten Umrichter vorzunehmen ist.

35 Ein sehr großer Prüfbereich ist variabel abdeckbar, wenn die Belastungsvorrichtungen über eine schaltbare Kupplung verbindbar und trennbar sind.

5

Vorteilhaft ist es, wenn die Belastungsmaschinen einen Synchronmotor oder einen Asynchronmotor umfasst, wobei die Belastungsbereiche jeweils vorbestimmt auf den Prüfbereich eingerichtet sind.

10

Ein sehr weiter Prüfbereich wird abgedeckt, wenn die erste Belastungsmaschine einen Belastungsbereich mit niedrigen Drehmomenten bei hohen Drehzahlen und die zweite Belastungsmaschine einen Belastungsbereich mit hohen Drehmomenten bei niedrigen Drehzahlen aufweist. Die Prüfvorrichtung erreicht damit in allen Prüfbereichen eine optimale Belastungssituation, so dass Getriebe verschiedenster Art, insbesondere sowohl Kraftfahrzeug- als auch Nutzfahrzeuggetriebe getestet werden können.

15

Vorteilhaft ist es, wenn die Belastungsmaschinen parallel und/oder in Reihe mit dem Prüfling verbindbar sind.

20

Eine kompakte, platzsparende Bauweise wird erreicht, wenn eine der Belastungsmaschinen innerhalb einer anderen Belastungsmaschine angeordnet ist

25

Eine schnelle, individuell einstellbare und sichere Steuerung ist möglich, wenn jede Belastungsmaschine jeweils einen Umrichter und insbesondere einen Pulsweitenmodulator, aufweist.

30

Eine umfassende Prüfung insbesondere im Kraftfahrzeugbereich ist möglich, wenn die erste Belastungsmaschine ein schnelllaufender Asynchronmotor und die zweite Belastungsmaschine ein Asynchronmotor mit einem niedrigen Eckpunkt ist.

35

Vorteilhaft ist es ebenfalls, wenn die erste Belastungsmaschine ein Asynchronmotor mit einem hohen Eckpunkt und die zweite Belastungsmaschine ein Asynchronmotor mit einem niedrigen Eckpunkt ist.

- 5 Eine sichere Prüfung eines weiten Drehmoment/Drehzahlbereichs zur Krafffahrzeug- und Nutzfahrzeugprüfung ist möglich, wenn die erste Belastungsmaschine ein schnelllaufender Asynchronmotor und die zweite Belastungsmaschine ein Synchronmotor, insbesondere ein langsamlaufender Torquemotor ist.
- 10 Vorteilhaft ist es ebenfalls, wenn die erste Belastungsmaschine ein Synchronmotor mit einem hohen Eckpunkt und die zweite Belastungsmaschine ein Synchronmotor, insbesondere ein langsamlaufender Torquemotor ist. Hierdurch können auch sehr starke Nutzfahrzeuggetriebe einfach getestet werden.
- 15 Die Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch einen Prüfstand mit einer Belastungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 12, wobei die Belastungsvorrichtung als Antriebsvorrichtung eines Prüflings und/oder als Bremsvorrichtung einzusetzen ist. Die Belastungsmaschinen sind dabei flexibel in den Bereich Antriebsvorrichtung und Bremsvorrichtung einsetzbar, wobei die Vorteile der verschiedenen
- 20 Kombinationen entsprechend vorhanden sind.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachstehenden Beschreibung, in der Ausführungsbeispiele des Gegenstands der Erfindung in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert sind.

25

Es zeigen:

- Fig. 1 einen Prüfstand zum Prüfen eines Prüflings,
- Fig. 2 einen Teil eines Prüfstandes mit zwei Belastungsmaschinen und schaltbarer Kupplung,
- 30 Fig. 3 einen Teil eines Prüfstandes mit zwei Belastungsmaschinen und starre Kupplung,
- Fig. 4 einen Teil eines Prüfstandes mit zwei Belastungsmaschinen und schaltbare Kupplung,
- 35 Fig. 5 einen Teil eines Prüfstandes mit zwei Belastungsmaschinen und schaltbarer Kupplung,

- 5 Fig. 6 einen Teil eines Prüfstandes mit zwei Belastungsmaschinen und schaltbarer Kupplung,  
Fig. 7 einen Teil eines Prüfstandes mit zwei Belastungsmaschinen und starrer Kupplung und  
Fig. 8 eine schematische Drehmoment-Drehzahl-Darstellung.

10

Fig. 1 zeigt einen Prüfstand 2, insbesondere Getriebeprüfstand, zum Prüfen eines Prüflings 17, insbesondere eines Getriebes, mit zwei Belastungsmaschinen 3, 4 eingesetzt als Bremsvorrichtung zum Bremsen des Prüflings 17 und einem elektrischen Antrieb 14 zum Antreiben des Prüflings 17. Der Antrieb 14 ist beispielsweise ein regelbarer Elektromotor oder beispielsweise ein entsprechender Verbrennungsmotor. Vorteilhaft, insbesondere bei Achsgetrieben, kann er jedoch eine erfindungsgemäße Belastungsvorrichtung mit zwei Belastungsmaschinen 3, 4 umfassen, wobei dies in Fig. 1 nicht dargestellt ist. Die nachfolgenden Fig. 2 bis 7 können sowohl eine Antriebsvorrichtung 14 wie eine Bremsvorrichtung des Prüfstands sein.

20

Die erste Belastungsmaschine 3 umfasst vorzugsweise einen schnelllaufenden Elektromotor beispielsweise einen Asynchronmotor. Die zweite Belastungsmaschine 4 umfasst vorzugsweise einen langsam laufenden Elektromotor mit einem hohen Drehmoment, beispielsweise einen Synchronmotor, insbesondere einen Torquemotor. Die Elektromotoren können dabei sowohl im motorischen Betrieb als auch im generatorischen Betrieb, insbesondere zum Bremsen, eingesetzt werden. Der Übergang erfolgt bei Asynchronmotoren beispielsweise bei einem Erreichen einer synchronen Drehzahl.

30

Weitere Beispiele von Belastungsmaschinenkombinationen sind in den Fig. 2-7 dargestellt. Im Beispiel aus Fig. 1 weist die zweite Belastungsmaschine 4 eine Hohlwelle 15 auf, so dass eine Welle 16 der ersten Belastungsmaschine 3, die hinter der zweiten Belastungsmaschine 4 angeordnet ist, durch die Hohlwelle 15 hindurch zu einer Kupplung, beispielsweise einer schaltbaren Kupplung 8, hindurchreicht. Die beiden Belastungsmaschinen können auf diese Weise leicht schaltbar gekoppelt werden. Die zweite Belastungsmaschine 4 wird vorzugsweise bei niedrigen Umdre-

35

5 hnungszahlen eingesetzt, während bei den höheren Umdrehungszahlen die erste Belastungsmaschine 3 eingesetzt wird. Je nach Auslegung der zweiten Belastungsmaschine 4 kann diese, ohne dass sie selbst angetrieben wird, mit der ersten Belastungsmaschine 3 mitlaufen oder mechanisch oder elektrisch mittels des entsprechenden, nicht dargestellten Frequenzumrichters abgekoppelt werden. Die erste Belastungsmaschine 3 kann bei dem Betreiben der zweiten Belastungsmaschine 4  
10 ebenfalls je nach Auslegung auch bei den niedrigen Umdrehungszahlen ohne oder mit Belastung mitlaufen. Das Mitlaufen ist insbesondere bei einem Asynchronmotor als erster Belastungsmaschine 3 und einem Synchronmotor oder Asynchronmotor als zweiter Belastungsmaschine 4 möglich. Zur Abstimmung der Drehmomente zwischen Antrieb 14, Prüfling 17 und Belastungsmaschinen ist beispielhaft eine Drehmomentmessung 18 zur Messung des vom Antrieb abgegebenen Drehmoments zwischengeschaltet. Darüberhinaus kann noch eine Messvorrichtung zur Messung der Drehzahl eingerichtet werden.

20 Fig. 2 zeigt einen Teil eines Prüfstandes 2 mit zwei Belastungsmaschinen 3, 4 und einer schaltbaren Kupplung 8. Die erste Belastungsmaschine 3 umfasst einen schnelllaufenden Asynchronmotor 7, die zweite Belastungsmaschine 4 umfasst einen Asynchronmotor 12 mit einem niedrigem Eckpunkt, der dabei einer Übergangsdrehzahl zwischen einem Drehzahlbereich mit einem konstanten Drehmoment und einem Drehzahlbereich konstanter Leistung. Die Vorrichtung ist insbesondere vorteilhaft  
25 zum Testen von Kraftfahrzeuggetrieben einzusetzen.

Fig. 3 zeigt einen Teil eines Prüfstandes mit zwei Belastungsmaschinen 3, 4 und einer starren Kupplung 10. Die erste Belastungsmaschine 3 umfasst einen Asynchronmotor 13 mit einem hohen Eckpunkt, die zweite Belastungsmaschine 4 umfasst einen Asynchronmotor 12 mit einem niedrigen Eckpunkt, beispielhaft jeweils mit einem Lüfter 19. Die Vorrichtungen aus Fig. 2 und 3 sind vorteilhaft im Bereich von Kraftfahrzeugprüfungen einzusetzen.

35 Fig. 4 zeigt einen Teil eines Prüfstandes 2 mit zwei Belastungsmaschinen 3, 4 und einer schaltbaren Kupplung 8. Die erste Belastungsmaschine 3 umfasst einen

5 schnelllaufender Asynchronmotor 7, die zweite Belastungsmaschine 4 umfasst einen Synchronmotor.

Fig. 5 zeigt einen Teil eines Prüfstandes 2 mit zwei Belastungsmaschinen 3, 4 und einer schaltbaren Kupplung 8. Die erste Belastungsmaschine 3 umfasst einen  
10 schnelllaufenden Asynchronmotor 7, die zweite Belastungsmaschine 4 umfasst einen Synchronmotor, insbesondere einen Torquemotor. Die zweite Belastungsmaschine 4 ist zum überwiegenden Teil innerhalb der ersten Belastungsmaschine 3 angeordnet, wodurch eine wesentlich kompaktere Bauform bei gleichzeitiger voller Leistungsfähigkeit der Motoren erreicht wird. Die Vorrichtungen aus Fig. 4 und 5 sind vorteilhaft zu Kraftfahrzeug- und/oder Nutzfahrzeugtests einzusetzen.  
15

Fig. 6 zeigt einen Teil eines Prüfstandes 2 mit zwei Belastungsmaschinen 3, 4 und einer schaltbaren Kupplung 8. Die erste Belastungsmaschine 3 umfasst einen schnelllaufenden Synchronmotor 5, die zweite Belastungsmaschine 4 umfasst einen  
20 Synchronmotor 6 in Form eines Torquemotors.

Fig. 7 zeigt einen Teil eines Prüfstandes 2 mit zwei Belastungsmaschinen 3, 4 und einer starren Kupplung 10. Die erste Belastungsmaschine 3 umfasst einen Synchronmotor 11 mit einem höheren Eckpunkt, die zweite Belastungsmaschine 4 umfasst  
25 einen Synchronmotor 6 in Form eines Torquemotors. Bei dem Betrieb bei höheren Drehzahlen kann die zweite Belastungsmaschine 4 mit der niedrigeren Eckdrehzahl elektrisch vom entsprechenden nicht dargestellten Umrichter getrennt werden, um Überspannungen im Umrichter zu vermeiden. Die mechanische Kupplung kann durch diese Vorgehensweise beibehalten werden, so dass die zweite Belastungsmaschine 4 auch bei höheren Drehzahlen unbestromt mitdreht. Die Vorrichtungen aus  
30 Fig. 6 und 7 sind unter Berücksichtigung der Drehzahlbereiche vorteilhaft in Bereichen von Nutzfahrzeugtests einzusetzen.

Fig. 8 zeigt eine schematische Drehmoment-Drehzahl-Darstellung einer Belastungsvorrichtung bestehend beispielhaft aus zwei Belastungsmaschinen 3, 4, wobei auch  
35 mehr Belastungsmaschinen zusammenwirken können. Der dargestellte Prüfbereich

5 umfasst beispielhaft den Prüfbereich eines Achsabtriebs eines Nutzfahrzeuges, wobei bei PWK-Getrieben der Prüfbereich bis ca. 10.000 Nm bei etwa 10.000 U/min reichen würde, wobei aber auch größere Bereiche geprüft werden könnten, wenn entsprechende Belastungsmaschinen erfindungsgemäß zusammengebaut würden. Das Drehmoment-Drehzahlverhalten 22 der ersten Belastungsmaschine besitzt  
10 einen hohen Eckpunkt, wobei die bereitgestellten Drehmomente niedriger liegen, als bei der zweiten Belastungsmaschine, jedoch bis zu einem höheren Drehzahlbereich geliefert werden können. Das Drehmoment-Drehzahlverhalten 23 der zweiten Belastungsmaschine besitzt einen niedrigen Eckpunkt. Die möglichen Drehmomente liegen entsprechend ihrer absoluten Werte höher als bei der ersten Belastungs-  
15 maschine können aber nur in einem niedrigeren Drehzahlbereich bereitgestellt werden. Durch die erfindungsgemäße Kombination des Drehmoment-Drehzahlverhaltens 22, 23 der beiden Belastungsmaschinen 3, 4 wird ein wesentlich größerer Bereich darstellbar, dessen Drehmoment-Drehzahlverhalten 21 in Fig. 8 abgebildet ist und der den gesamten Bedarf zur Abdeckung eines beispielhaft dargestellten  
20 Prüfbereichs 20 leicht erfüllt. Hierzu können die Belastungsmaschinen je nach aktuell benötigten Drehzahlwert zusammenkuppelt betrieben oder durch die Kupplung bzw. den Umrichter getrennt eingesetzt werden.

5

**BEZUGSZEICHENLISTE**

	1	Belastungsvorrichtung
10	2	Prüfstand
	3	erste Belastungsmaschine
	4	zweite Belastungsmaschine
	5	schnelllaufender Synchronmotor
	6	Torquemotor
15	7	schnelllaufender Asynchronmotor
	8	schaltbare Kupplung
	9	Anschlussflansch
	10	starre Kupplung
	11	Synchronmotor mit höherem Eckpunkt
20	12	Asynchronmotor mit niedrigem Eckpunkt
	13	Asynchronmotor mit hohem Eckpunkt
	14	Antriebsvorrichtung
	15	Hohlwelle
	16	Welle
25	17	Prüfling
	18	Drehmomentmessung
	19	Lüfter
	20	Prüfbereich
	21	Drehmoment-Drehzahlverhalten
30	22	Drehmoment-Drehzahlverhalten
	23	Drehmoment-Drehzahlverhalten

5

## ANSPRÜCHE

- 10 1. Belastungsvorrichtung (1) für einen Prüfstand (2) zum Prüfen eines Prüflings (17), insbesondere eines Getriebes oder einer Achse, insbesondere eines schaltbaren Getriebes, mit zumindest zwei Belastungsmaschinen (3, 4), wobei eine erste Belastungsmaschine (3) einen ersten Elektromotor und eine zweite Belastungsmaschine (4) einen zweiten Elektromotor umfasst, wobei die Elektromotoren jeweils für  
15 einen vorbestimmten Belastungsbereich ausgestattet sind, und sich der Belastungsbereich der ersten Belastungsmaschine (3) von dem Belastungsbereich der zweiten Belastungsmaschine (4) bzw. der anderen Belastungsmaschinen unterscheidet, wobei die Belastungsmaschinen (3, 4) einzeln an den Prüfling (17) anschließbar und/oder über eine Kupplung zur Übertragung eines Drehmoments verbindbar sind, wo-  
20 durch ein zu testender Prüfbereich des Prüflings (17) im wesentlichen vollständig abgedeckt ist.
2. Belastungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Belastungsmaschinen (3, 4) je nach Anforderung der Prüfbedingungen im motorischen und/oder generatorischen Betrieb arbeiten.  
25
3. Belastungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Belastungsmaschinen (3, 4) mit einer starren Kupplung (10) verbunden sind und eine bedarfsweise Trennung, insbesondere bei Über-/Unterschreiten eines vorbestimmten Drehzahlbereiches, elektrisch über einen zugeordneten Umrichter vorzunehmen ist.  
30
4. Belastungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Belastungsmaschinen über eine schaltbare Kupplung (8) verbindbar und trennbar sind.  
35

- 5 5. Belastungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Belastungsmaschinen einen Synchronmotor oder einen Asynchronmotor umfassen, wobei die Belastungsbereiche jeweils vorbestimmt einander ergänzend auf den Prüfbereich eingerichtet sind.
- 10 6. Belastungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Belastungsmaschine (3) einen Belastungsbereich mit niedrigen Drehmomenten bei hohen Drehzahlen und die zweite Belastungsmaschine (4) einen Belastungsbereich mit hohen Drehmomenten bei niedrigen Drehzahlen aufweist.
- 15 7. Belastungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Belastungsmaschinen parallel und/oder in Reihe mit dem Prüfling verbindbar sind.
- 20 8. Belastungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Belastungsmaschinen innerhalb einer anderen Belastungsmaschine angeordnet ist.
- 25 9. Belastungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Belastungsmaschine jeweils einen Umrichter und insbesondere einen Pulsweitenmodulator, aufweist.
- 30 10. Belastungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Belastungsmaschine (3) ein schnelllaufender Asynchronmotor und die zweite Belastungsmaschine (4) ein Asynchronmotor mit einem niedrigen Eckpunkt ist.
- 35 11. Belastungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Belastungsmaschine (3) ein schnelllaufender Asynchronmotor und die zweite Belastungsmaschine (4) ein Synchronmotor, insbesondere ein langsamlaufender Torquemotor ist.

5

12. Belastungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Belastungsmaschine (3) ein Synchronmotor mit einem hohen Eckpunkt und die zweite Belastungsmaschine (4) ein Synchronmotor, insbesondere ein langsamlaufender Torquemotor ist.

10

13. Prüfstand mit einer Belastungsvorrichtung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 12, wobei die Belastungsvorrichtung (1) und/oder einzelne Belastungsmaschinen (3, 4) als Antriebsvorrichtung (14) eines Prüflings (17) und/oder als Bremsvorrichtung einzusetzen ist.

15

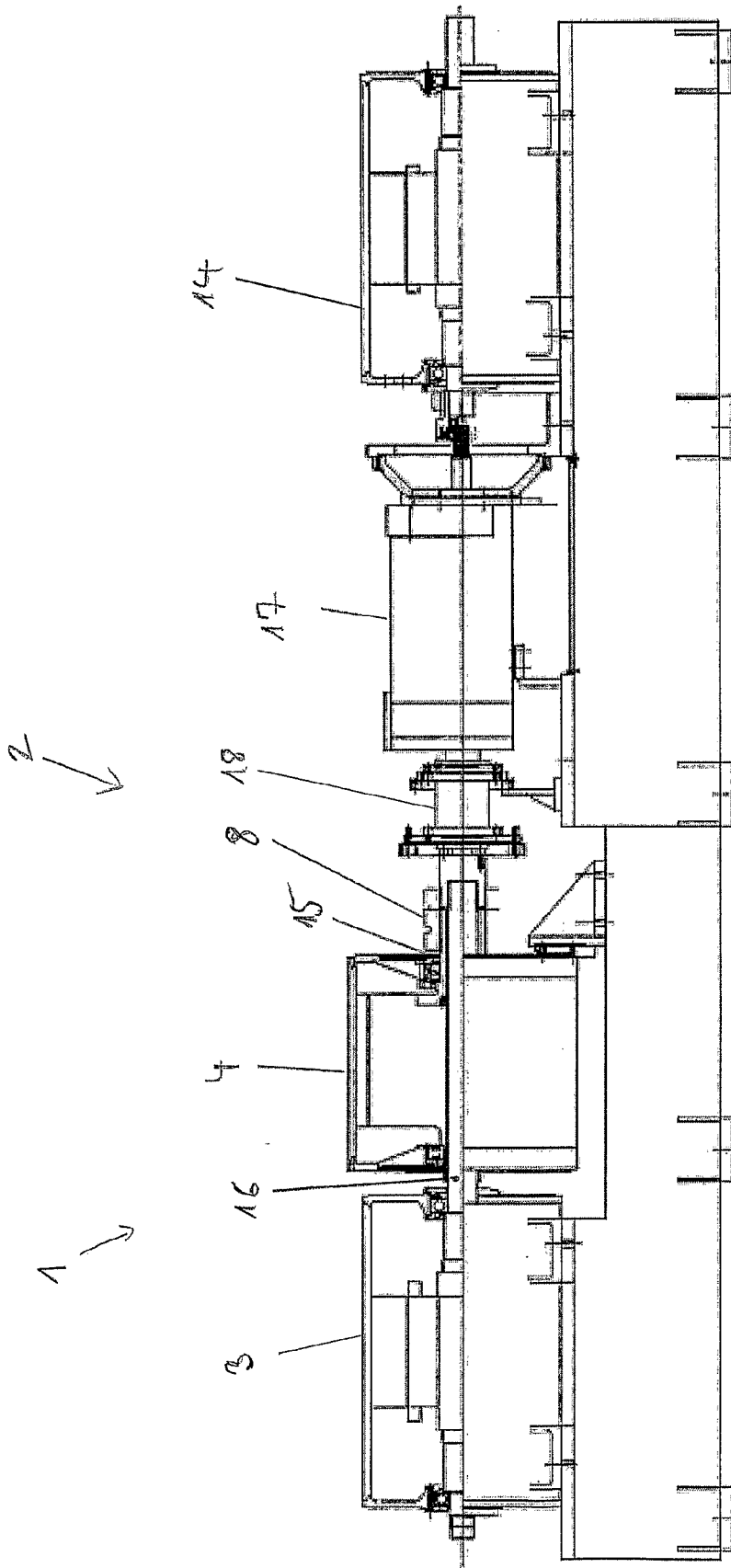


Fig. 1

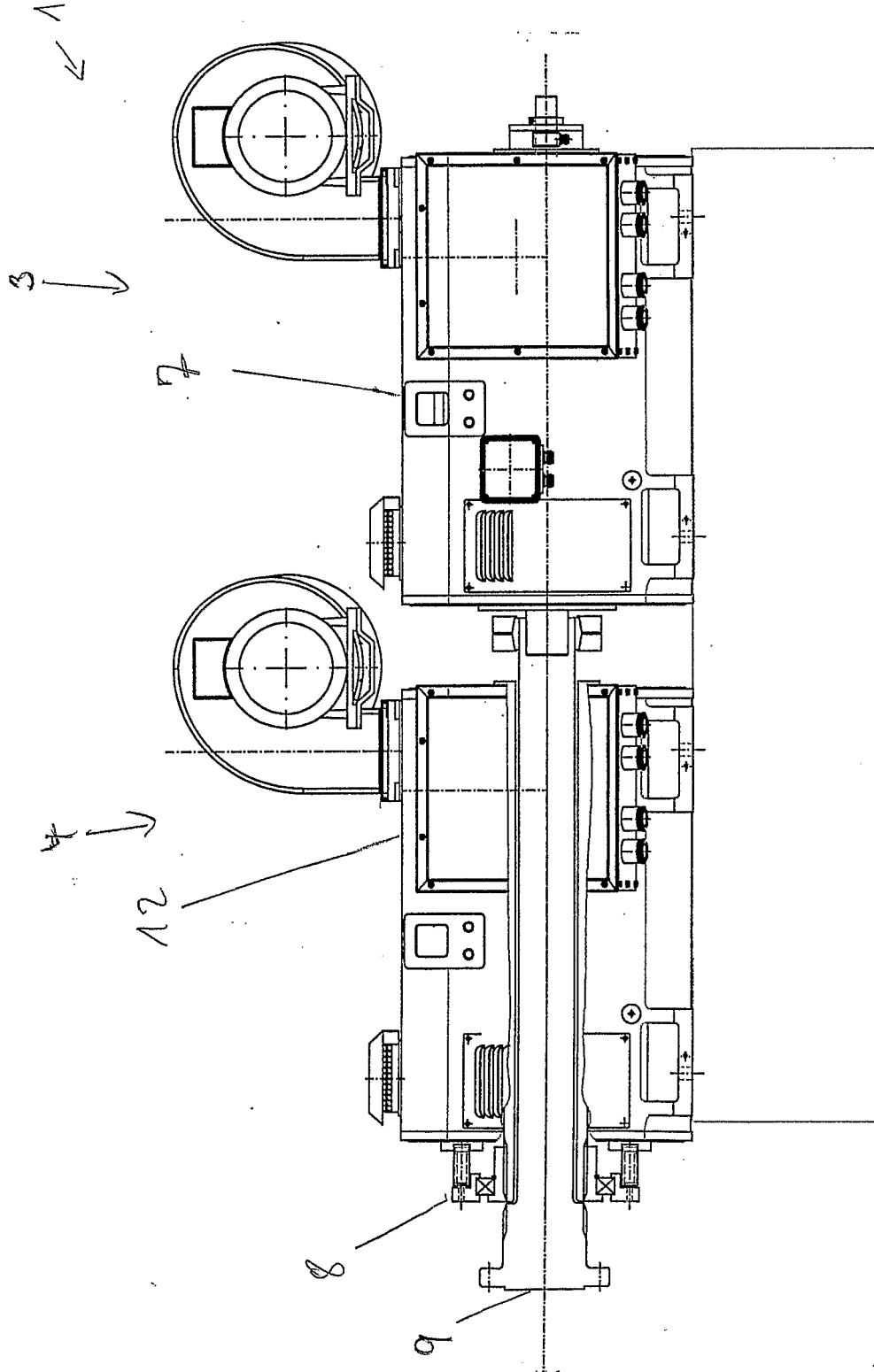


Fig. 2

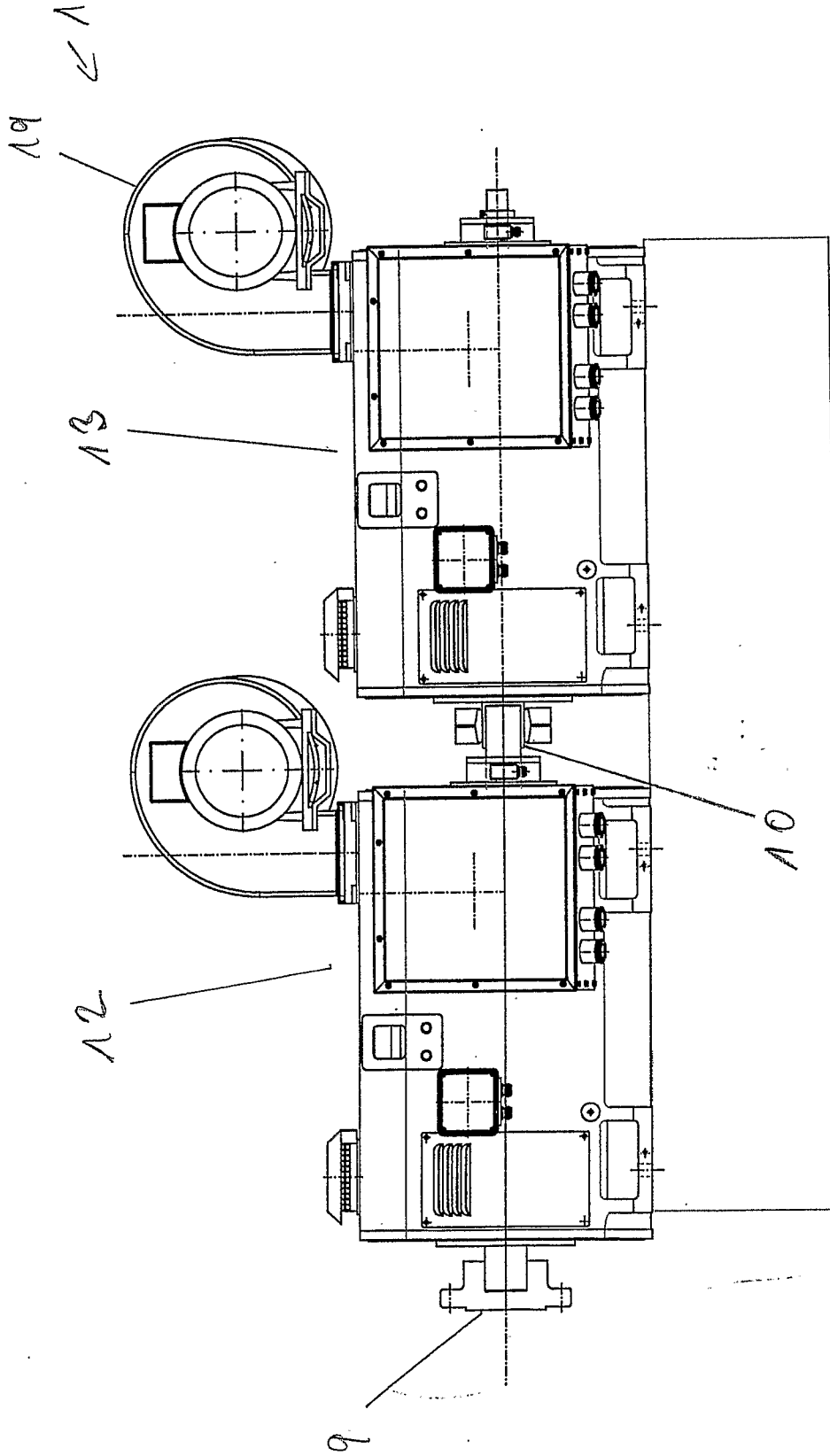


Fig. 3

↙

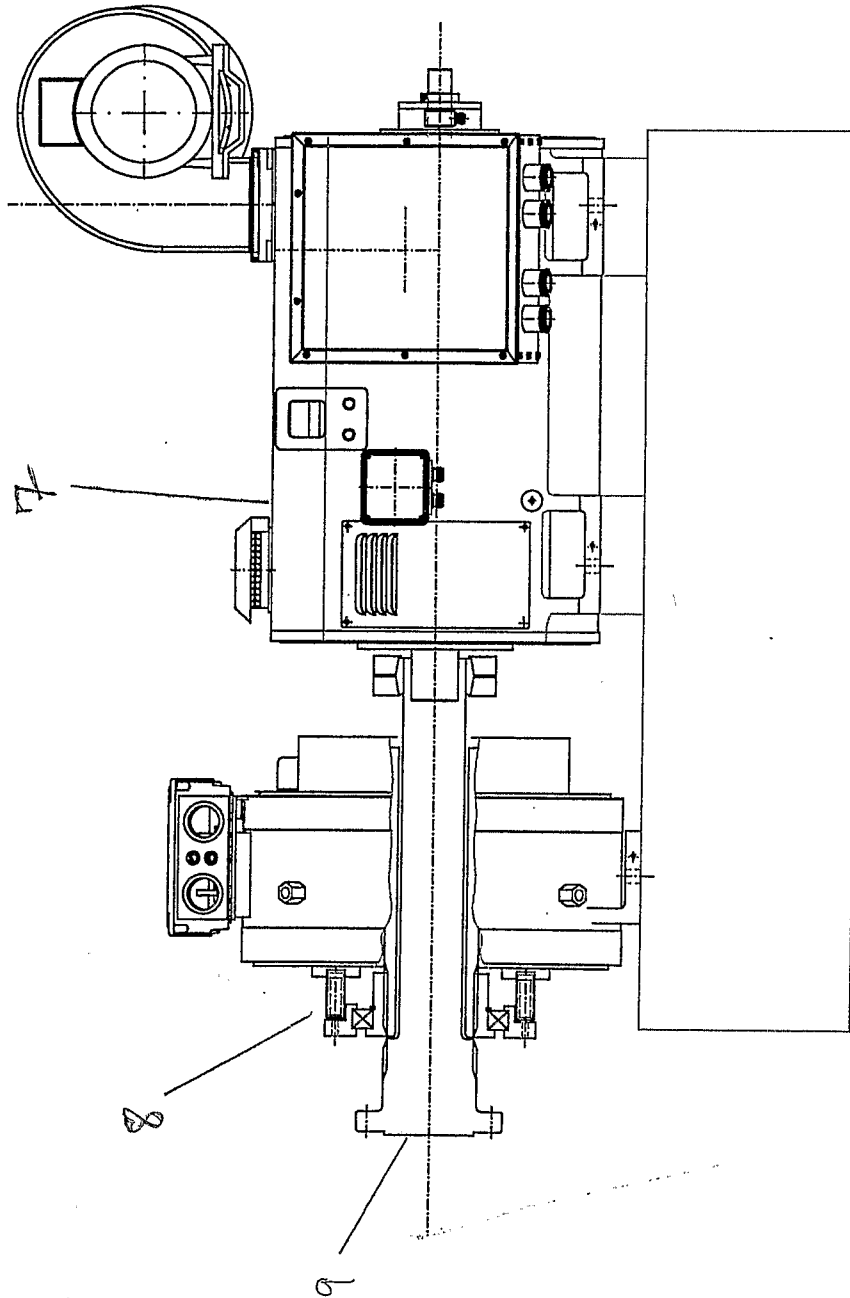


Fig. 4

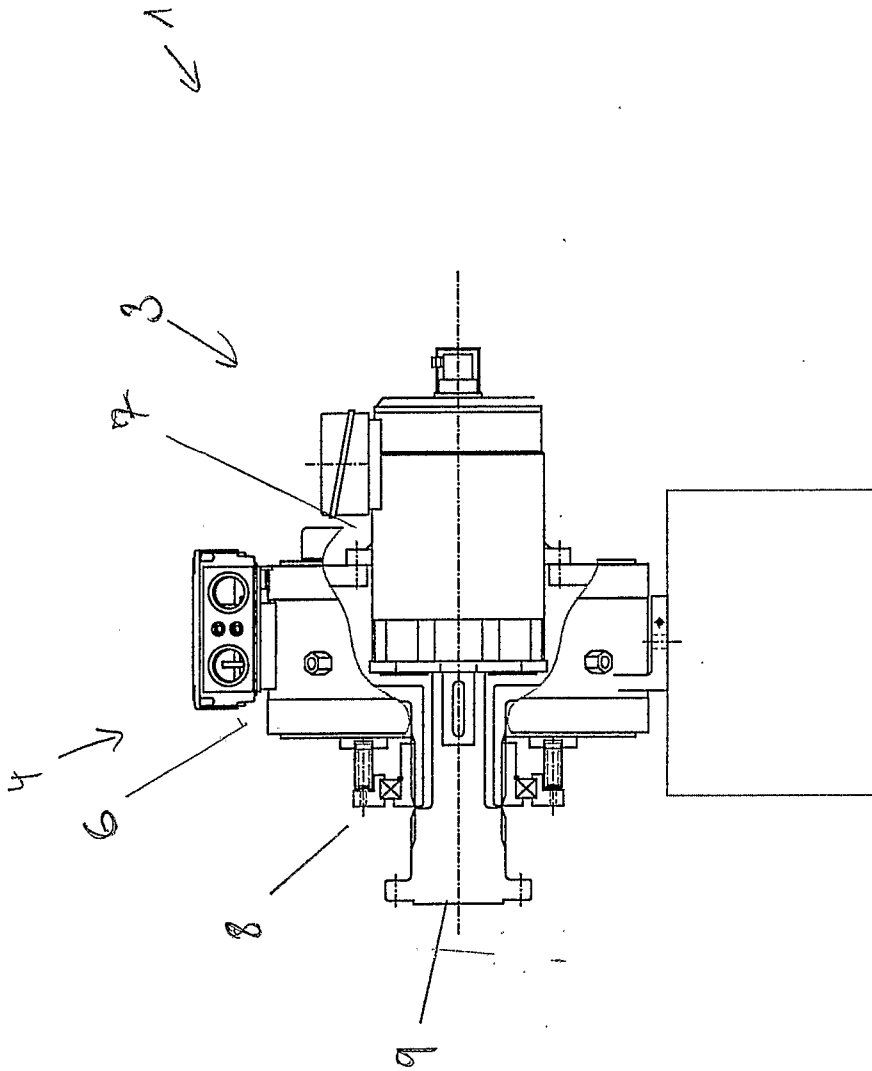


Fig 5

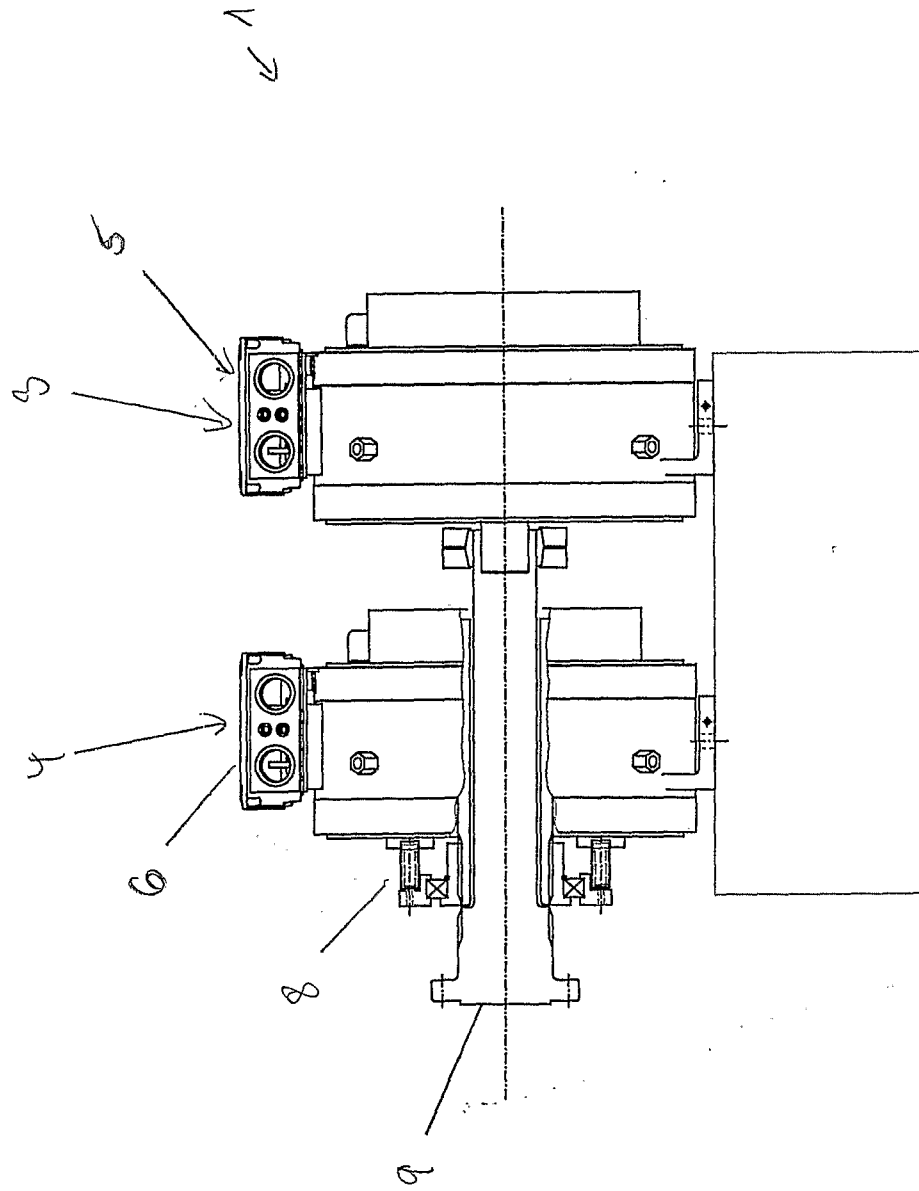


Fig. 6

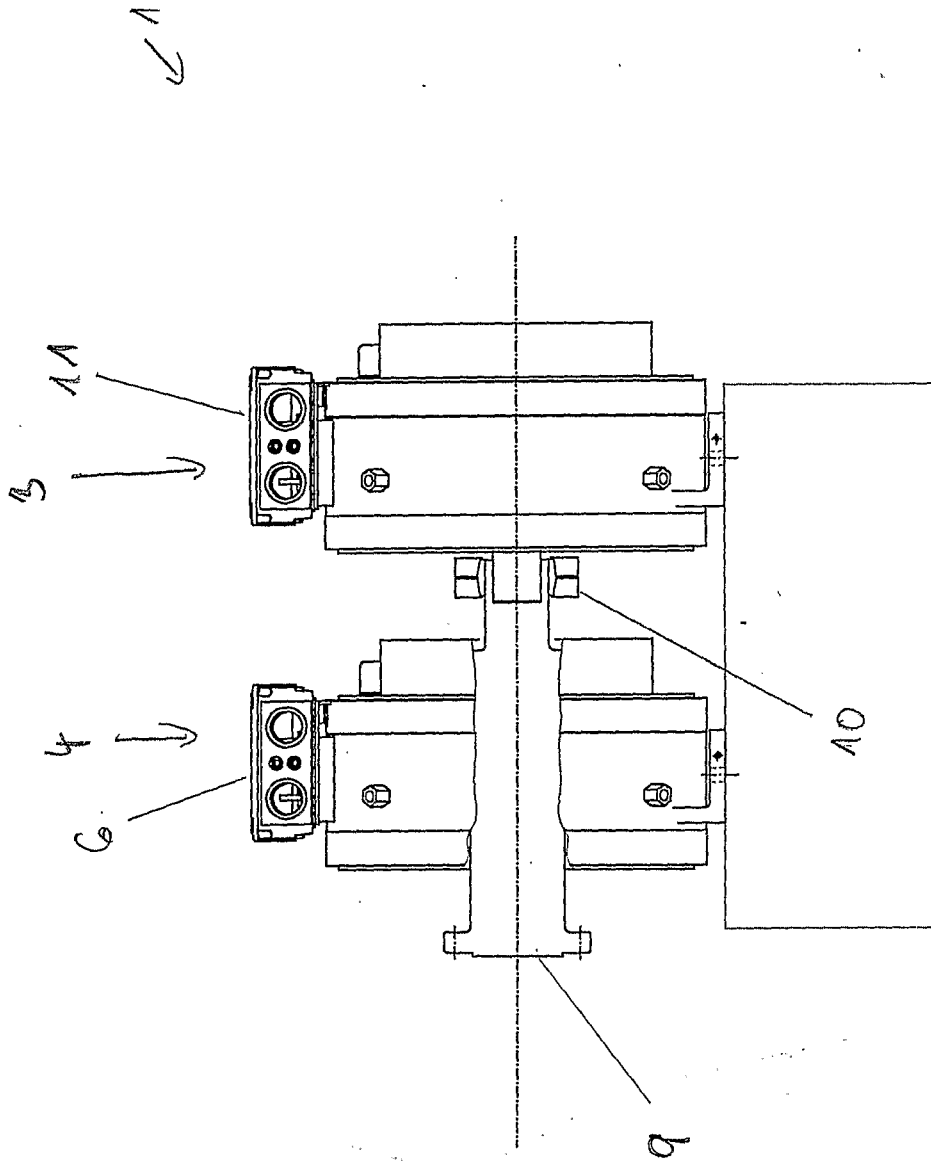


Fig. 7

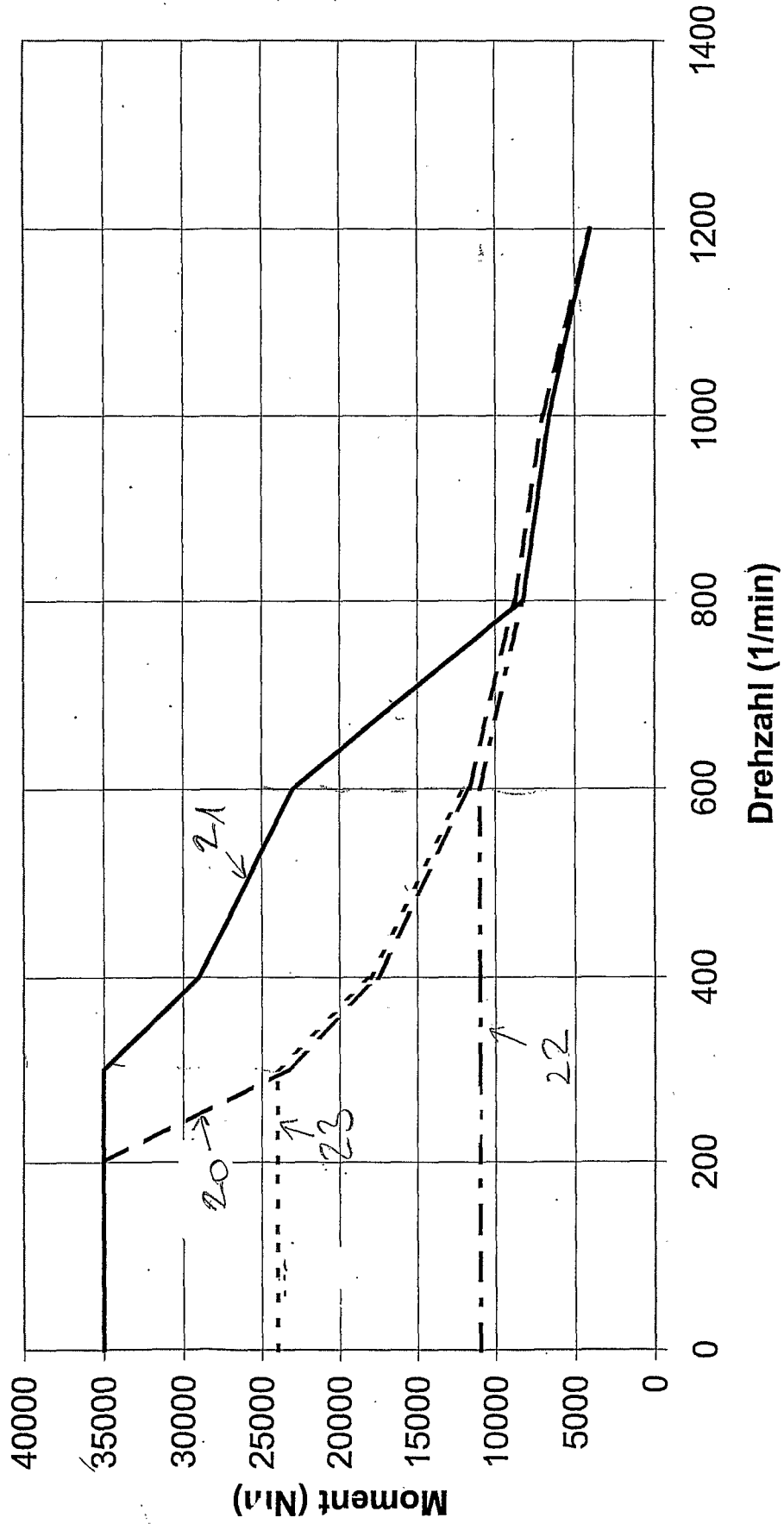


Fig. 8