

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50969/2021  
(22) Anmeldetag: 03.12.2021  
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2024

(51) Int. Cl.: **F16C 27/04** (2006.01)  
**G01M 13/025** (2019.01)  
**G01M 15/02** (2006.01)  
**G01M 17/00** (2006.01)  
**G01L 3/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
WO 2021064793 A1  
DE 102009038849 A1  
CN 108519235 A  
EP 2110519 A2

(73) Patentinhaber:  
AVL LIST GMBH  
8020 GRAZ (AT)

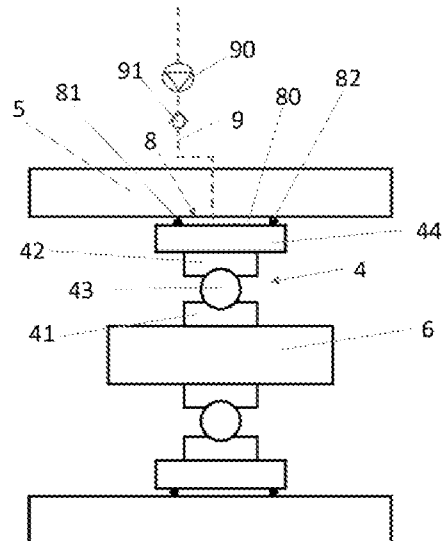
(72) Erfinder:  
Gruber Hannes Dipl.-Ing.  
8045 Graz-Andritz (AT)  
Kokal Helmut Dr.  
8020 Graz (AT)

(74) Vertreter:  
BABELUK Michael Dipl.-Ing. Mag.  
1080 WIEN (AT)

### (54) DYNAMISCHER PRÜFSTAND FÜR PRÜFLINGE

(57) Die Erfindung betrifft einen dynamischen Prüfstand (1) für Prüflinge (2), insbesondere für Motoren, Antriebsstränge, Getriebe oder Fahrzeuge, mit einer Leistungsbremse (3) mit zumindest einer über mindestens ein Wälzlager (4) in einem Gehäuse (5) gelagerten Welle (6), wobei das Wälzlager (4) zumindest einen inneren Laufring (41), zumindest einen äußeren Laufring (42) und eine Mehrzahl von zwischen dem inneren Laufring (41) und dem äußeren Laufring (42) angeordneten, insbesondere kugelförmigen, kegelförmigen oder zylindrischen, Wälzkörpern (43) aufweist, wobei zwischen der Welle (6) und dem Gehäuse (5) zumindest ein Quetschfilmdämpfer (8) angeordnet ist, der zumindest einen mit einer Dämpfungsflüssigkeit gefüllten Dämpfungsraum (80) aufweist.

Um zuverlässig und dauerhaft die Übertragung von Schwingungen zwischen Welle (6) und Gehäuse (5) der Leistungsbremse (3) wirksam und dauerhaft zu vermindern, ist vorgesehen, dass der Dämpfungsraum (80) über zumindest eine Druckleitung (9) mit einem hydraulischen Druckerzeuger (90) strömungsverbunden oder strömungsverbindbar ist, wobei der Druckerzeuger (90) ausschließlich mit dem Dämpfungsraum (80) verbunden oder verbindbar ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen dynamischen Prüfstand für Prüflinge, insbesondere für Motoren, Antriebsstränge, Getriebe oder Fahrzeuge, mit einer Leistungsbremse mit zumindest einer über mindestens ein Wälzlager in einem Gehäuse gelagerten Welle, wobei das Wälzlager zumindest einen inneren Laufring, zumindest einen äußeren Laufring und eine Mehrzahl von zwischen dem inneren Laufring und dem äußeren Laufring angeordneten - insbesondere kugelförmigen oder kegelförmigen oder zylindrischen - Wälzkörpern aufweist, wobei zwischen der Welle und dem Gehäuse zumindest ein Quetschfilmdämpfer angeordnet ist, der zumindest einen mit einer Dämpfungsflüssigkeit gefüllten Dämpfungsraum aufweist. Weiters betrifft die Erfindung eine Leistungsbremse für diesen Prüfstand.

**[0002]** Auf dynamischen Prüfständen für Prüflinge - wie zum Beispiel Motoren, Antriebsstränge, Getriebe oder gesamte Fahrzeuge - ist es das primäre Ziel, dem Prüfling jene Belastungszustände zu vermitteln, die im realen Einsatz, zum Beispiel beim Betrieb eines Fahrzeuges mit einem Motor bzw. Antriebsstrang auf der Straße, auftreten. Die Belastung des Prüflings erfolgt dabei in der Regel mit einer Eintriebs- bzw. Belastungsmaschine (Leistungsbremsen bzw. Dynamometer) in Form von Elektromotoren.

**[0003]** Aus der JP S61124844 A ist ein Rollenprüfstand für Kraftfahrzeuge bekannt, welcher zur Verminderung der Geräuschabstrahlung zwischen Lagerkäfig und Lagerkörper Dämpfungsmaterial aus synthetischem Harz aufweist. Nachteilig ist, dass derartige Dämpfungsmaßnahmen leicht verschleifen oder beschädigt werden können, was sich nachteilig auf die Dämpfungsfunktion auswirkt.

**[0004]** Es ist bekannt, Wälzlager mit sogenannten Quetschfilmdämpfern (Squeeze Film Dämpfer) auszustatten, um die Übertragung von Schwingungen zu vermeiden bzw. um Schwingungen zu dämpfen. Insbesondere werden Quetschfilmdämpfer eingesetzt, um Schwingungen bei schnell drehenden Maschinenteilen wie Gasturbinen oder Flugzeugaggregaten zu dämpfen. Squeeze Film Dämpfer weisen einen Dämpfungsraum auf, welcher mit einer unter Druck stehenden Dämpfungsflüssigkeit gefüllt ist. Quetschfilmdämpfer sind beispielsweise aus den Veröffentlichungen EP 2643601 A1, EP 1170520 A2, EP 3002434 A1, EP 3228886 A1, EP 3453912 A1, EP 1431600 A1, EP 3260718 A1, US 2002/0067871 A1, US 4,175,803 A, US 4429923 A oder US 3,756,672 A, US 4440456 A oder EP 2110519 A2 bekannt.

**[0005]** Die WO 2021/064793 A1 offenbart einen Prüfstand für Elektromotoren mit einer Einrichtung zur Dämpfung von Schwingungen der Antriebswelle, wobei die Antriebswelle in einem Wälzlager gelagert ist und wobei zwischen dessen äußerem Laufring und dem Lagergehäuse ein einen dämpfenden Ölfilm bildender Bereich angeordnet ist. Dabei wird das Öl von einem Ölversorgungskreis von einer äußeren Fläche des Lagergehäuses durch Bohrungen im Lagergehäuse und im äußeren Lagerring in den Lagerringraum geführt und verlässt diesen auf einer gegenüberliegenden äußeren Seite wieder.

**[0006]** Die Druckschriften DE 10 2009 038 849 A1 und CN 108519235 A zeigen Prüfstände mit konventionellen Schwingungstilgern. Die EP 2 110 519 A2 beschreibt allgemein eine Quetschfilmdämpferanordnung.

**[0007]** Bei konventionellen dynamischen Prüfständen wurde bisher aus rotordynamischer Sicht ein Einsatz von Quetschfilmdämpfern nicht für notwendig erachtet und nicht in Erwägung gezogen. Insbesondere beim Einsatz dynamischen Prüfständen von Hochleistungsmaschinen hat sich allerdings gezeigt, dass konventionelle Dämpfungsmaßnahmen, beispielsweise durch Einsatz von speziellen Werkstoffen nicht ausreichen.

**[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es, bei einem dynamischen Prüfstand der eingangs genannten Art zuverlässig und dauerhaft die Übertragung von Schwingungen zwischen Welle und Gehäuse wirksam und dauerhaft zu vermindern.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird die Lösung der gestellten Aufgabe bei einem dynamischen Prüfstand der eingangs genannten Art dadurch erreicht, dass der Dämpfungsraum über zumindest

eine Druckleitung mit einem hydraulischen Druckerzeuger strömungsverbunden ist oder mit einem hydraulischen Druckerzeuger strömungsverbindbar ist, wobei der Druckerzeuger ausschließlich mit dem Dämpfungsraum verbunden oder verbindbar ist.

**[0010]** Der Quetschfilmdämpfer vermindert wirkungsvoll und dauerhaft die Übertragung von Schwingungen zwischen der Welle und dem Gehäuse.

**[0011]** In einer konstruktiv einfachen Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass der Quetschfilmdämpfer zwischen dem äußeren Laufring, und dem Gehäuse angeordnet ist. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn der zumindest eine Quetschfilmdämpfer zwischen einer den äußeren Laufring des Wälzlagers umgebenden Lagerhülse und dem Gehäuse angeordnet ist. Diese Ausführung erlaubt einen einfachen Ein- und Ausbau des Wälzlagers.

**[0012]** In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass der Dämpfungsraum über zumindest eine Druckleitung mit einem - vorzugsweise externen - hydraulischen Druckerzeuger strömungsverbindbar ist. Eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass der hydraulische Druckerzeuger außer mit dem Dämpfungsraum auch mit anderen hydraulischen Komponenten, beispielsweise hydrostatische Lagerungen von Getrieben oder hydrostatische Lagerungen einer Pendelmaschine verbunden oder verbindbar ist. Dadurch, dass ein Druckerzeuger für mehrere Verwendungszwecke vorgesehen ist, lassen sich Synergieeffekte nutzen.

**[0013]** Der Druckerzeuger ist vorteilhafterweise über zumindest eine Druckleitung mit einem hydraulischen Druckerzeuger strömungsverbindbar.

**[0014]** Wegen der zusätzlichen Ölversorgung ist ein höherer Aufwand bei der Ausführung und bei der Auslegung, insbesondere durch Einbeziehung von Berechnungsmethoden wie FEM (Finite-Elemente-Methode), CFD (Computational-Fluid-Dynamics) oder dergleichen, erforderlich, weshalb Quetschfilmdämpfer bisher bei Leistungsbremsen nicht eingesetzt wurden. Demgegenüber stehen allerdings folgende Vorteile:

- Schwingungsreduktion;
- Robuster gegen Fehlstellungen (durch Fehlanwendungen oder Prüflingsschaden);
- Robuster gegen Fehlzusammenbau (selbstständige radiale Ausrichtung des Lagers im Film);
- Sicherstellen der Loslagerfunktion unabhängig von zum Beispiel Korrosion, Temperaturungleichheiten zwischen Gehäuse und Wälzlager;
- Elektrische Entkopplung des Wälzlagers.

**[0015]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert. Darin zeigen schematisch

**[0016]** Fig. 1 einen erfindungsgemäßen dynamischen Prüfstand und

**[0017]** Fig. 2 ein Wälzlager einer Leistungsbremse des dynamischen Prüfstandes.

**[0018]** Fig. 1 zeigt einen dynamischen Prüfstand 1 für Prüflinge 2, beispielsweise für Motoren, Antriebsstränge, Getriebe oder Fahrzeuge. Der dynamische Prüfstand 1 weist eine Leistungsbremse 3 (Dynamometer) mit zumindest einer über mindestens ein Wälzlager 4 in einem Gehäuse 5 der Leistungsbremse 3 gelagerten Welle 6 auf, welche über eine Kupplung 7 mit dem Prüfling 2 drehfest verbunden ist.

**[0019]** Fig. 2 zeigt ein Wälzlager 4 zur Lagerung der Welle 5 der Leistungsbremse 3. Das Wälzlager ist beispielsweise als Kugellager oder Rollenlager ausgebildet und weist zumindest einen inneren Laufring 41, zumindest einen äußeren Laufring 42 und eine Mehrzahl von zwischen dem inneren Laufring 41 und dem äußeren Laufring 42 angeordneten - insbesondere kugelförmigen oder zylindrischen - Wälzkörpern 43 auf.

**[0020]** Der äußere Laufring 42 des Wälzlagers 4 ist von einer Lagerhülse 44 umgeben.

**[0021]** Zwischen der Lagerhülse 44 und dem Gehäuse 5 der Leistungsbremse 3 ist zumindest ein Quetschfilmdämpfer 8 angeordnet, der zumindest einen mit einer Dämpfungsflüssigkeit gefüllten Dämpfungsraum 80 aufweist. Der ringförmig die Lagerhülse 44 umgebende Dämpfungs-

raum 80 ist seitlich mittels zweier Dichtungselemente 81, 82 gegenüber der Umgebung abgedichtet. Die Dichtelemente 81, 82 können beispielsweise O-Ringe sein. Alternativ zu Dichtungselemente 81, 82 können auch dichtende Presspassungen zwischen Lagerhülse 44 und Gehäuse 5 vorgesehen sein. In diesem Fall kann der Dämpfungsraum 80 beispielsweise in die Lagerhülse 44 und/oder in das Gehäuse 5 als Ringraum eingeformt sein.

**[0022]** Über zumindest eine Druckleitung 9 ist der Dämpfungsraum 80 mit einem externen hydraulischen Druckerzeuger 90 strömungsverbunden oder strömungsverbindbar. Über die Druckleitung 9 wird eine Dämpfungsflüssigkeit in den Dämpfungsraum 80 gefördert und unter Druck gehalten, wobei zwischen dem Druckerzeuger 90 und dem Druckraum 80 ein Rückschlagventil 91 angeordnet sein kann. Die Lagerhülse 44 ist nur über die im Dämpfungsraum 80 angeordnete Dämpfungsflüssigkeit und die Dichtungselemente 81, 82 mit dem Gehäuse 5 verbunden, wodurch eine Übertragung von Schwingungen zwischen Welle 6 und dem Gehäuse 5 wirksam vermindert wird.

**[0023]** Durch den Quetschfilmdämpfer 8

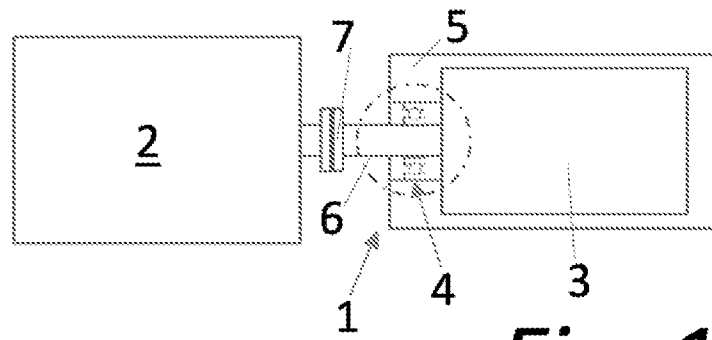
- werden weniger Schwingungen in den Rotor der Leistungsbremse 3 eingeleitet;
- wird ein besseres Dämpfungsverhalten in harschen Betriebsbedingungen erreicht;
- ist die Leistungsbremse robuster gegen Fehlstellungen, beispielsweise durch Fehlansetzungen oder Prüflingsschaden;
- ist die Leistungsbremse robuster gegen Fehlzusammenbau, da eine selbständige radiale Ausrichtung des Lagers im Quetschfilm erfolgt;
- wird die Loslagerfunktion unabhängig von Korrosion, Temperaturungleichheiten zwischen Gehäuse und Lager sichergestellt;
- wird auf einfache Weise eine elektrische Entkoppelung (=Isolierung) des Lagers - insbesondere bei Elektromotorprüfständen - erreicht;
- werden geringere Lagertemperaturen erzielt.

**[0024]** Ein weiterer Vorteil ist, dass größere Toleranzen zwischen der Lagerhülse 44 und dem Gehäuse 5 zugelassen werden können, wodurch die Fertigung vereinfacht wird.

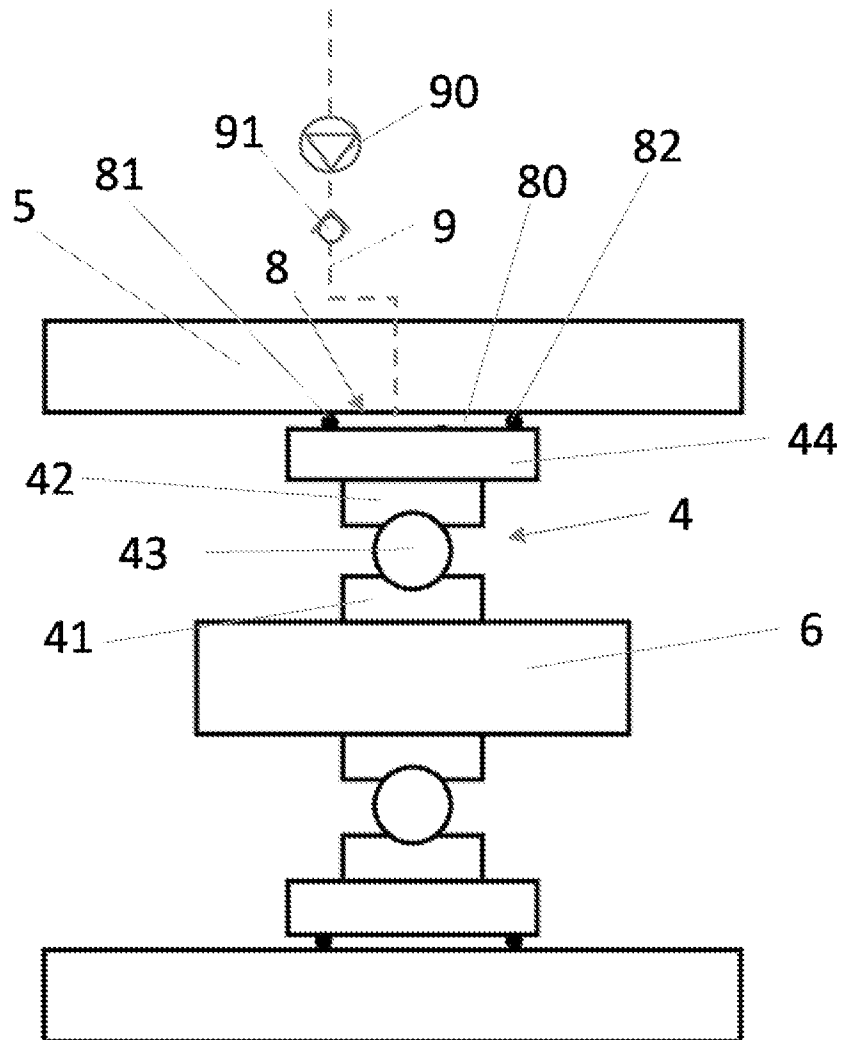
## Patentansprüche

1. Dynamischer Prüfstand (1) für Prüflinge (2), insbesondere für Motoren, Antriebsstränge, Getriebe oder Fahrzeuge, mit einer Leistungsbremse (3) mit zumindest einer über mindestens ein Wälzlager (4) in einem Gehäuse (5) gelagerten Welle (6), wobei das Wälzlager (4) zumindest einen inneren Laufring (41), zumindest einen äußeren Laufring (42) und eine Mehrzahl von zwischen dem inneren Laufring (41) und dem äußeren Laufring (42) angeordneten - insbesondere kugelförmigen, kegelförmigen oder zylindrischen - Wälzkörpern (43) aufweist, wobei zwischen der Welle (6) und dem Gehäuse (5) zumindest ein Quetschfilmdämpfer (8) angeordnet ist, der zumindest einen mit einer Dämpfungsflüssigkeit gefüllten Dämpfungsraum (80) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dämpfungsraum (80) über zumindest eine Druckleitung (9) mit einem hydraulischen Druckerzeuger (90) strömungsverbunden ist oder mit einem hydraulischen Druckerzeuger (90) strömungsverbindbar ist, wobei der Druckerzeuger (90) ausschließlich mit dem Dämpfungsraum (80) verbunden oder verbindbar ist.
2. Prüfstand (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Quetschfilmdämpfer (8) zwischen dem äußeren Laufring (42), und dem Gehäuse (5) angeordnet ist.
3. Prüfstand (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Quetschfilmdämpfer (8) zwischen einer den äußeren Laufring (42) des Wälzlagers (4) umgebenden Lagerhülse (44) und dem Gehäuse (5) angeordnet ist.
4. Prüfstand (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dämpfungsraum (80) über zumindest eine Druckleitung (9) mit einem externen hydraulischen Druckerzeuger (90) strömungsverbindbar ist.
5. Prüfstand (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dämpfungsraum (80) seitlich über zumindest ein Dichtelement (81, 82) abgedichtet ist.
6. Leistungsbremse (3) mit zumindest einer über mindestens ein Wälzlager (4) in einem Gehäuse (5) gelagerten Welle (6), wobei das Wälzlager (4) zumindest einen inneren Laufring (41), zumindest einen äußeren Laufring (42) und eine Mehrzahl von zwischen dem inneren Laufring (41) und dem äußeren Laufring (42) angeordneten - insbesondere kugelförmigen, kegelförmigen oder zylindrischen - Wälzkörpern (43) aufweist, wobei zwischen der Welle (6) und dem Gehäuse (5) zumindest ein mit einer Dämpfungsflüssigkeit gefüllter Dämpfungsraum (80) ausgebildet ist, für einen dynamischen Prüfstand (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dämpfungsraum (80) über zumindest eine Druckleitung (9) mit einem hydraulischen Druckerzeuger (90) strömungsverbindbar ist.
7. Leistungsbremse (3) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Quetschfilmdämpfer (8) zwischen dem äußeren Laufring (42), und dem Gehäuse (5) angeordnet ist.
8. Leistungsbremse (3) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Quetschfilmdämpfer (8) zwischen einer den äußeren Laufring (42) des Wälzlagers (4) umgebenden Lagerhülse (44) und dem Gehäuse (5) angeordnet ist.

## Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



*Fig. 1*



*Fig. 2*