



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 715 048 A2

(51) Int. Cl.: F01D 25/24 (2006.01)  
F04D 29/40 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00598/19

(22) Anmeldedatum: 06.05.2019

(43) Anmeldung veröffentlicht: 13.12.2019

(30) Priorität: 06.06.2018  
DE 102018113396.0

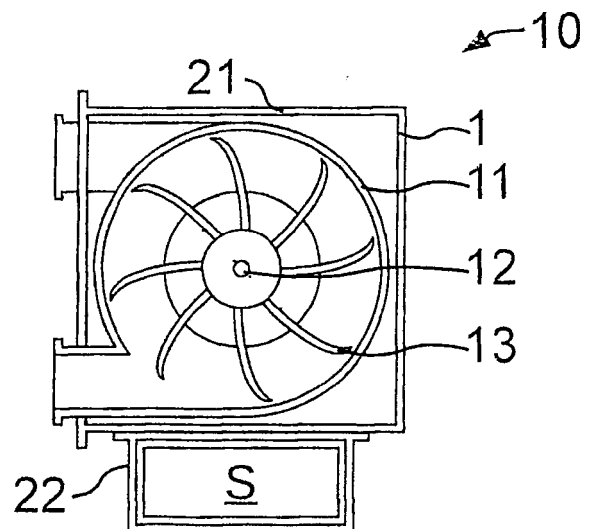
(71) Anmelder:  
MAN Energy Solutions SE, Stadtbachstrasse 1  
86153 Augsburg (DE)

(72) Erfinder:  
Urban Spatz, 86356 Neusäss (DE)  
Steffen Braun, 86159 Augsburg (DE)  
Daniel Albrecht, 86159 Augsburg (DE)  
Harald Denkel, 86674 Baar (DE)  
Stefan Weihard, 86152 Augsburg (DE)  
Bernd Haas, 86356 Neusäss (DE)  
Johannes Niebuhr, 86159 Augsburg (DE)

(74) Vertreter:  
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,  
Vorderberg 11  
8044 Zürich (CH)

(54) Berstschutzvorrichtung für eine Strömungsmaschine.

(57) Die Erfindung betrifft eine Berstschutzvorrichtung für eine Strömungsmaschine (10) mit einem Schaufelradgehäuse (11), welche eine Achse (12) und ein in dem Schaufelradgehäuse (11) um die Achse (12) drehbar gelagertes Schaufelrad (13) aufweist, wobei die Berstschutzvorrichtung das Schaufelradgehäuse (11) zumindest im Bereich des Schaufelrades (13) in eine Umfangsrichtung des Schaufelrades (13) umschliesst und einteilig aus zumindest einem Berstschutzelement (1) gebildet ist, wobei das zumindest eine Berstschutzelement (1) aus einem Material mit einer Bruchdehnung von zumindest 30% besteht.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Berstschutzvorrichtung für eine Strömungsmaschine, vorzugsweise eine Turbine oder einen Verdichter.

[0002] Im Stand der Technik sind bereits verschiedene Berstschutzvorrichtungen für Strömungsmaschinen bekannt. Berstschutzvorrichtungen dienen dazu, im Falle eines Berstens von Teilen von Strömungsmaschinen, wie beispielsweise beim Bersten eines Lauf- bzw. Schaufelrades einer Strömungsmaschine, umherfliegende Teile abzufangen, sodass diese Teile keine Gefahr für Personen darstellen und benachbarte Maschinen nicht beschädigt werden. Die im Stand der Technik bekannten Berstschutzvorrichtungen sind jedoch zumeist aufgrund ihres Aufbaus und ihres Materials in ihrer Herstellung teuer und weisen ein hohes Gewicht auf.

[0003] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine günstige und leichte Berstschutzvorrichtung für Strömungsmaschinen bereitzustellen, die zugleich einen hohen Schutz vor im Falle eines Berstens herumfliegenden Teilen bietet.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäss Patentanspruch 1 gelöst.

[0005] Erfindungsgemäss wird eine Berstschutzvorrichtung für eine Strömungsmaschine mit einem Schaufelradgehäuse vorgeschlagen. Das Schaufelradgehäuse weist eine Achse und ein in dem Schaufelradgehäuse um die Achse drehbar gelagertes Schaufelrad auf. Die Berstschutzvorrichtung umschliesst das Schaufelradgehäuse zumindest im Bereich des Schaufelrades in eine Umfangsrichtung des Schaufelrades. Ferner ist die Berstschutzvorrichtung einteilig und vorzugsweise einstückig aus zumindest einem Berstschutzelement gebildet. Das zumindest eine Berstschutzelement besteht aus einem Material mit einer Bruchdehnung von zumindest 30%.

[0006] Beim Bersten von rotierenden Bauteilen, wie beispielsweise beim Bersten des Schaufelrades, durchschlagen die durch das Bersten entstehenden Teile oft das Schaufelradgehäuse. Zum Teil wird das Schaufelradgehäuse regelrecht gesprengt, sodass zu den ursprünglichen Teilen des Schaufelrades die Teile des Schaufelradgehäuses kommen. Durch eine Berstschutzvorrichtung mit einem Berstschutzelement aus einem Material mit einer Bruchdehnung von zumindest 30%, wird beim Auftreffen der umherfliegenden Teile auf das Berstschutzelement die kinetische Energie der umherfliegenden Teile vollständig in eine Verformungsenergie des Berstschutzelements umgewandelt, wobei das Berstschutzelement durch sein Material eine ausreichend hohe Kerbschlagzähigkeit aufweist, um sich durch die umherfliegenden Teile zwar zu verformen, selbst jedoch nicht zu brechen und den umherfliegenden Teilen vorzugsweise vollständig standzuhalten. Dadurch werden die umherfliegenden Teile abgebremst und von dem Berstschutzelement aufgefangen.

[0007] Ferner ist eine hohe Kerbschlagzähigkeit vorteilhaft, da von einem solchen Material mit einer Bruchdehnung über 30% mehr kinetische Energie von herumfliegenden Teilen in Verformungsenergie des Berstschutzelements umgewandelt wird, als bei im Stand der Technik bekannten Schutzvorrichtungen mit «Standardwerkstoffen» der Fall ist. Bei «Standardwerkstoffen» würden die umherfliegenden Teile das Berstschutzelement durchschlagen und dabei zwar gebremst, jedoch nicht gestoppt werden, wodurch ein Teil der kinetischen Energie der Teile nicht durch das Berstschutzelement umgewandelt wird. Durch die hohe Bruchdehnung und die hohe Kerbschlagzähigkeit kann die Berstschutzvorrichtung aus einem vergleichsweise dünnen Material und wenigen übereinander gestapelten Schichten gebildet werden, sodass Gewicht gespart wird und das Herstellungsverfahren der Berstschutzvorrichtung günstiger ist. Das Material ist vorzugsweise ein Edelstahl.

[0008] Die Berstschutzvorrichtung weist durch das geringere Gewicht und die wenigen Schichten eine geringe Schwingungsanfälligkeit auf, sodass auch die Schwingungsanfälligkeit der gesamten Strömungsmaschine reduziert wird. Durch das geringere Gewicht und die mit dem Aufbau einhergehende Volumensparnis, ist eine kleine Dimensionierung der Berstschutzvorrichtung und der Strömungsmaschine möglich und eine Anbindung an umliegende Baugruppen oder Bauteile vereinfacht. Zudem wird die Montage der Berstschutzvorrichtung bzw. der Strömungsmaschine vereinfacht.

[0009] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Berstschutzvorrichtung, umschliesst das Berstschutzelement das Schaufelradgehäuse im Bereich des Schaufelrades zumindest zum Teil in die Umfangsrichtung des Schaufelrades, wobei sich ferner das Berstschutzelement entlang des Schaufelrades in Richtung der Achse erstreckt. Dabei umschliesst das Berstschutzelement das Schaufelradgehäuse vorzugsweise vollständig.

[0010] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltungsform der Erfindung sieht vor, dass das Berstschutzelement aus zumindest einem Blech gebildet ist. Dementsprechend kann das Berstschutzelement einteilig aus mehreren Blechen gebildet sein.

[0011] Insbesondere ist eine Variante der Erfindung vorteilhaft, bei der das Berstschutzelement einstückig aus genau einem Blech gebildet ist oder die Berstschutzvorrichtung einstückig aus genau einem Berstschutzelement aus genau einem Blech gebildet ist.

[0012] Alternativ kann die Berstschutzvorrichtung aus mehreren Berstschutzelementen und vorzugsweise einteilig vorgesehen werden.

[0013] Im Allgemeinen wird dabei unter einstückig verstanden, dass die Berstschutzvorrichtung bzw. das Berstschutzelement aus einem Stück gefertigt ist, also beispielsweise aus einem einzigen Blech. Eine einteilig ausgebildete Berstschutzvorrichtung bzw. ein einteiliges Berstschutzelement kann zwar einstückig sein, kann jedoch auch aus mehreren Einzelementen gebildet werden und beispielsweise durch Schrauben, Nieten oder Schweißen zu einem Teil verbunden sein.

**[0014]** Ist das Berstschutzelement bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform aus mehreren Blechen gebildet, weist es einen schichtweisen Aufbau auf, der von zumindest zwei aufeinander geschichteten Blechen bestimmt ist.

**[0015]** Um die Stabilität der Berstschutzvorrichtung zu erhöhen, sieht eine weitere Ausgestaltungsvariante vor, dass die Bleche miteinander stoff- oder formschlüssig verbunden sind. Beispielsweise können die Bleche miteinander verschweisst sein. Bei einer formschlüssigen Verbindung können die Bleche jeweils einen Rahmen oder einen Teil eines Rahmens um das Schaufelradgehäuse formen, wobei jeweils ein innenliegender Rahmen in einen aussenliegenden Rahmen passt und an diesem anliegt, sodass sich die Rahmen relativ zueinander nicht bewegen können. Der aussenliegende Rahmen kann auch um den innenliegenden Rahmen gebogen werden, sodass die Rahmen erst durch den Biegevorgang bzw. das Herstellungsverfahren des äusseren Rahmens formschlüssig verbunden werden.

**[0016]** Vorteilhafterweise ist bei einer weiteren Ausführungsform vorgesehen, dass das Blech eine Dicke zwischen 1 mm und 10 mm, vorzugsweise zwischen 5 mm und 10 mm und weiter vorzugsweise etwa 5 mm, aufweist. Durch eine Dicke des Bleches zwischen 1 mm und 10 mm oder gleich 5 mm, kann das Berstschutzelement aus genau einem Blech gebildet werden, welches jedoch durch ein Biegeverfahren umformbar ist, ohne dass das Blech durch das Biegeverfahren beschädigt wird. Insbesondere bei Dicken ab 5 mm wird die Berstschutzvorrichtung deutlich weniger schwingungsanfällig.

**[0017]** Eine Ausbildungsvariante der Berstschutzvorrichtung sieht dementsprechend vor, dass das Berstschutzelement durch Biegeumformen des Bleches gebildet ist.

**[0018]** Das Material, der Berstschutzvorrichtung bzw. des Bleches ist bei einer vorteilhaften Weiterbildung ein lösungsgeglühter austenitisch korrosionsbeständiger Stahl, der vorzugsweise die Bruchdehnung von zumindest 30% bereitstellt.

**[0019]** Ferner umfasst das Material bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante 00,02 bis 00,12% Kohlenstoff, 00,50 bis 01,50% Silizium, 01,50 bis 02,50% Mangan, 00,00 bis 00,10% Phosphor, 00,00 bis 00,10% Schwefel, 15,00 bis 25,00% Chrom, 00,00 bis 01,00% Stickstoff und 05,00 bis 15,00% Nickel.

**[0020]** Vorzugsweise umfasst das Material 00,07% Kohlenstoff, 01,00% Silizium, 02,00% Mangan, 00,00 bis 00,045% Phosphor, 00,00 bis 00,015% Schwefel, 17,50 bis 19,50% Chrom, 00,00 bis 00,10% Stickstoff und 08,00 bis 10,50% Nickel.

**[0021]** Erfindungsgemäss wird ferner eine Strömungsmaschine mit einem Strömungsmaschinengehäuse und einem Schaufelradgehäuse vorgeschlagen. Das Strömungsmaschinengehäuse umgibt das Schaufelradgehäuse und ist einteilig aus einem ersten Gehäuseabschnitt und einem zweiten Gehäuseabschnitt gebildet. Der erste Gehäuseabschnitt wird von der Berstschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche gebildet. Ein Material des ersten und zweiten Gehäuseabschnitts unterscheidet sich, sodass beispielsweise der erste Gehäuseabschnitt aus einem schwereren Material mit einer höheren Bruchdehnung bildbar ist als der zweite Gehäuseabschnitt. Das Strömungsmaschinengehäuse ist dadurch berstschuttgerecht ausbildbar, sodass Bereiche, in denen mit einem Bersten zu rechnen ist, darauf mit einer darauf angepassten Berstschutzvorrichtung auslegbar sind und die weiteren Bereiche, die von dem zweiten Gehäuseabschnitt umgeben sind, aus einem leichteren, weniger stabilen Material bildbar sind.

**[0022]** Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figur näher dargestellt.

Fig. 1 zeigt einen beispielhaften schematischen Aufbau einer erfindungsgemässen Strömungsmaschine mit einer erfindungsgemässen Berstschutzvorrichtung.

**[0023]** Die in Fig. 1 gezeigte Strömungsmaschine 10 ist ein Turbolader. In einem Schaufelradgehäuse 11 rotiert durch heisse Abgase angetrieben ein Schaufelrad 11 um die Achse 12. Um bei einem Bersten des Schaufelrades 11 die Gefahr für umliegende Anlagen und Personen zu minimieren, ist um das Schaufelradgehäuse 11 eine erfindungsgemässe Berstschutzvorrichtung angeordnet. Die Berstschutzvorrichtung wird durch ein Berstschutzelement 1 gebildet, welches das Schaufelrad 13 in seine Umfangsrichtung um die Achse 12 umläuft und dabei auch das Schaufelradgehäuse 11 in seinem Inneren einschliesst. In eine zu der Darstellungsebene orthogonal liegende Längsrichtung der Achse 12 erstreckt sich das Berstschutzelement 1 über die gesamte Breite des Schaufelrades 13 in Längsrichtung der Achse 12.

**[0024]** Kommt es beispielsweise zu einem Bruch einer Schaufel des Schaufelrades 13, wird zumindest ein Teil der Schaufel gegen das Schaufelradgehäuse 11 geschleudert, welches meist als Gussteil ausgeführt ist. Durch den Aufprall wird das Schaufelradgehäuse 11, das Teil der Schaufel sowie unter Umständen weitere Schaufeln des Schaufelrades 13 gesprengt bzw. zerstört, wodurch mehrere Teile, nachfolgend als Projektile bezeichnet, mit hoher Geschwindigkeit von der Achse 12 in Radialrichtung nach aussen geschleudert werden. Die Projektile (umherfliegende Teile) können dabei auch das verbleibende Schaufelradgehäuse 11 durchschlagen oder vollends zum Bersten bringen. Treffen die Projektile auf die aus dem Berstschutzelement 1 gebildete Berstschutzvorrichtung, wird das Berstschutzelement 1 verformt, wobei es durch seine hohe Kerbschlagzähigkeit und seine Bruchdehnung von über 30% nicht bricht oder reisst. Durch die Verformung wird die kinetische Energie der Projektile in eine an dem Berstschutzelement 1 wirkende Verformungsenergie umgewandelt, bis keine kinetische Energie der Projektile mehr vorhanden ist. Dabei können die Projektile von dem Berstschutzelement 1 auch abprallen und ihre kinetische Energie durch mehrfachen Aufprall auf das Berstschutzelement 1 und die im Inneren der Berstschutzvorrichtung aufgewandte kinetische Energie verlieren.

[0025] Die in Fig. 1 dargestellte Strömungsmaschine 10 weist zudem eine Sensorik S zur Erfassung verschiedener Kennwerte, wie beispielsweise eine Drehzahl des Schaufelrades 13 auf. Die gesamte Strömungsmaschine ist von einem gemeinsamen Strömungsmaschinengehäuse umgeben, wobei das Schaufelradgehäuse 11 mit dem Schaufelrad 13 in einem ersten Gehäuseabschnitt 21 und die Sensorik S in einem zweiten Gehäuseabschnitt 22 vorgesehen sind. Der erste Gehäuseabschnitt 21 wird durch eine Berstschutzvorrichtung mit einem Berstschutzelement 1 gebildet, wobei der zweite Gehäuseabschnitt 22 an diesem, beispielsweise durch Schrauben, befestigt ist. Um ein kostengünstiges Strömungsmaschinengehäuse zu realisieren, ist der erste Gehäuseabschnitt 21 aus einem Material gemäss den Vorgaben der Berstschutzvorrichtung mit einer hohen Kerbschlagzähigkeit und einer Bruchdehnung von zumindest 30% gefertigt, wohingegen der zweite Gehäuseabschnitt 22 beispielsweise aus Kunststoff gefertigt sein kann. Statt einer Sensorik S oder zusätzlich zu dieser können auch weitere Bestandteile der Strömungsmaschine 10 in dem zweiten Gehäuseabschnitt 22 angeordnet sein.

[0026] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

### Patentansprüche

1. Berstschutzvorrichtung für eine Strömungsmaschine (10) mit einem Schaufelradgehäuse (11), welche eine Achse (12) und ein in dem Schaufelradgehäuse (11) um die Achse (12) drehbar gelagertes Schaufelrad (13) aufweist, wobei die Berstschutzvorrichtung das Schaufelradgehäuse (11) zumindest im Bereich des Schaufelrades (13) in eine Umfangsrichtung des Schaufelrades (13) umschliesst und einteilig aus zumindest einem Berstschutzelement (1) gebildet ist, wobei das zumindest eine Berstschutzelement (1) aus einem Material mit einer Bruchdehnung von zumindest 30% besteht.
2. Berstschutzvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Berstschutzelement (1) das Schaufelradgehäuse (11) im Bereich des Schaufelrades (13) zumindest zum Teil in die Umfangsrichtung des Schaufelrades (13) umschliesst und sich entlang des Schaufelrades (13) in Richtung der Achse (12) erstreckt.
3. Berstschutzvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch 1 oder 2, wobei das Berstschutzelement (1) aus zumindest einem Blech gebildet ist.
4. Berstschutzvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch 3, wobei das Berstschutzelement (1) einstückig aus genau einem Blech gebildet ist oder die Berstschutzvorrichtung einstückig aus genau einem Blech gebildet ist.
5. Berstschutzvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch 3, wobei das Berstschutzelement (1) einen schichtweisen Aufbau aufweist, der von zumindest zwei aufeinander geschichteten Blechen bestimmt ist.
6. Berstschutzvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Bleche miteinander stoff- oder formschlüssig verbunden sind.
7. Berstschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei das Blech eine Dicke zwischen 1 mm und 10 mm, vorzugsweise 5 mm, aufweist.
8. Berstschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei das Berstschutzelement (1) durch Biegeumformen des Bleches gebildet ist.
9. Berstschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Material ein lösungsgeglühter austenitisch korrosionsbeständiger Stahl ist.
10. Berstschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Material  
00,02 bis 00,12% Kohlenstoff,  
00,50 bis 01,50% Silizium,  
01,50 bis 02,50% Mangan,  
00,00 bis 00,10% Phosphor,  
00,00 bis 00,10% Schwefel,  
15,00 bis 25,00% Chrom,  
00,00 bis 01,00% Stickstoff und  
05,00 bis 15,00% Nickel  
umfasst.
11. Strömungsmaschine (10) mit einem Strömungsmaschinengehäuse und einem Schaufelradgehäuse (11), wobei das Strömungsmaschinengehäuse das Schaufelradgehäuse (11) umgibt und einteilig aus einem ersten Gehäuseabschnitt (21) und einem zweiten Gehäuseabschnitt (22) gebildet ist, wobei der erste Gehäuseabschnitt (21) von einer Berstschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche gebildet ist und sich ein Material des ersten und zweiten Gehäuseabschnitts (21, 22) unterscheidet.

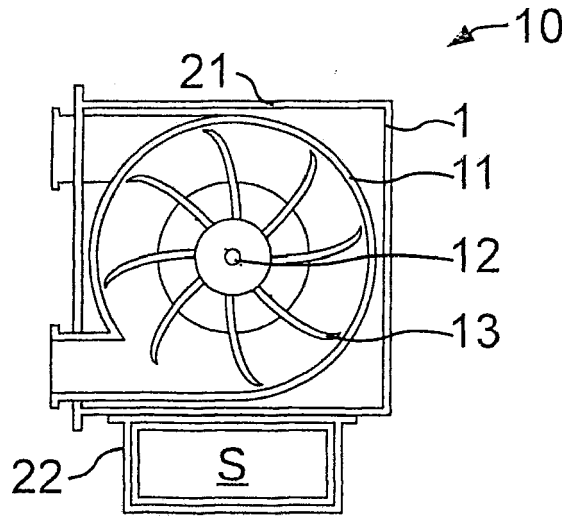


Fig. 1