

(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
20. September 2007 (20.09.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/104526 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04D 29/04 (2006.01) F04D 29/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/002178

(22) Internationales Anmeldedatum:

13. März 2007 (13.03.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2006 011 613.5 14. März 2006 (14.03.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): KSB AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Johann-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DWARS, Anja [DE/DE]; Makarenkostrasse 22, 90471 Nürnberg (DE).

KASTRUP, Norbert [DE/DE]; Richard-Wagner-Strasse 39, 95444 Bayreuth (DE).

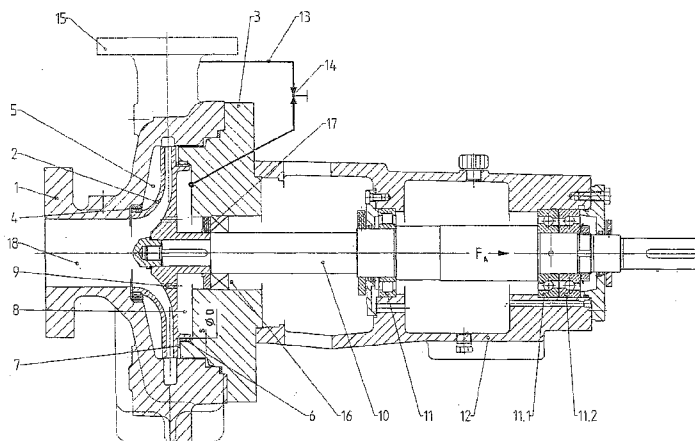
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, 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.

(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, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CENTRIFUGAL PUMP HAVING AN AXIAL THRUST BALANCING DEVICE

(54) Bezeichnung: KREISELPUMPE MIT AXIALSCHUBAUSGLEICHSEINRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a single-stage centrifugal pump having an axial thrust balancing device, wherein a rotor which is connected to a shaft is arranged rotatably in the housing of the centrifugal pump. At least one split-ring seal which is arranged between the rotor and the housing forms a relief space, wherein the relief space is connected to the pressure region of the centrifugal pump by way of a pressure-transmitting connection. In addition, a shaft seal is arranged between the shaft and the housing. In a manner which is known per se, the shaft is provided with at least one roller bearing which absorbs axial forces. A pressure difference between a pressure in the relief space and a location at another pressure in the centrifugal pump housing acts via the connection as a permissible axial force in a constant direction on the rotating pump parts. This axial force acts on the roller bearing as a force in a constant direction which lies below a permissible bearing loading.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine einstufige Kreiselpumpe mit Axialschubausgleichseinrichtung, wobei im Gehäuse der Kreiselpumpe ein mit einer Welle verbundenes Laufrad rotierend angeordnet ist. Mindestens eine zwischen Laufrad und Gehäuse angeordnete Spaltringabdichtung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/104526 A1



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).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

bildet einen Entlastungsraum, wobei der Entlastungsraum mit einer druckübertragenden Verbindung an den Druckbereich der Kreiselpumpe angeschlossen ist. Und zwischen Welle und Gehäuse ist eine Wellenabdichtung angeordnet. Die Welle ist in an sich bekannter Weise mit mindestens einem Axialkräfte aufnehmenden Wälzlager versehen. Über die Verbindung wirkt eine Druckdifferenz zwischen einem Druck im Entlastungsraum und einer Stelle anderen Druckes im Kreiselpumpengehäuse als eine richtungskonstante und zulässige Axialkraft auf die rotierenden Pumpenteile. Diese Axialkraft wirkt auf das Wälzlager als eine richtungskonstante, unterhalb einer zulässigen Lagerbelastung liegende Kraft ein.

5

Beschreibung

Kreiselpumpe mit Axialschubausgleichseinrichtung

Die Erfindung betrifft eine einstufige Kreiselpumpe mit Axialschubausgleichseinrichtung, wobei im Gehäuse der Kreiselpumpe ein mit einer Welle verbundenes Laufrad rotierend angeordnet ist, mindestens eine zwischen Laufrad und Gehäuse angeordnete Spaltringabdichtung einen Entlastungsraum bildet, der Entlastungsraum mit einer druckübertragenden Verbindung an den Druckbereich der Kreiselpumpe angeschlossen ist, und zwischen Welle und Gehäuse eine Wellenabdichtung angeordnet ist.

Das Prinzip einer Axialschubentlastung ist im KSB-Kreiselpumpenlexikon, 3. aktualisierte Ausgabe, Juli 1989, Seiten 32 – 37, beschrieben. Die älteste Art der Axialschubentlastung gemäß Bild 7 sieht vor, dass ein Laufrad mit saug- und druckseitigen Dichtspalten versehen ist. Der im druckseitigen Radseitenraum angeordnete Dichtspalt ist als ein Drosselspalt ausgebildet und trennt zwei Räume unterschiedlichen Druckniveaus. Ein auf kleinerem Durchmesser angeordneter Entlastungsraum wird durch Entlastungsbohrungen, die in der die Laufradschaufeln haltenden Tragscheibe des Laufrades angeordnet sind, zur Saugseite des Laufrades hin entspannt. Damit wird – in Abhängigkeit von den jeweiligen Betriebsbedingungen – eine gewünschte Reduktion der Axialkräfte auf das Laufrad und die anderen rotierenden Bauteile erreicht.

Eine gattungsgemäße Axialschubentlastungseinrichtung ist durch die DE 196 31 824 A1 bekannt. Zusätzlich ist im saugseitigen Laufradbereich ein erster radial durchströmter Regelspalt zwischen dem Laufradaustritt und einem saugseitigem Radiallager angeordnet. Ein solches saugseitiges Wellenlager ist als Gleitlager ausgebildet, unmittelbar auf dem Laufradsaugmund angeordnet und aufwendig herzustellen.

- Weiter ist im druckseitigen Laufradbereich gegenüber dem ersten Regelspalt auf kleinerem Durchmesser ein zweiter radial durchströmter Regelspalt angeordnet. Mit dieser Regelspalten-Lösung ist ein vollständiger Ausgleich des vom Laufrad erzeugten hydraulischen Axialschubes und in axialer Richtung ein berührungsfreier Betrieb des Laufrades möglich. Ein zusätzliches Axiallager ist für den normalen Betriebszu-
5 stand nicht mehr erforderlich. Allenfalls für kurzzeitig zu durchfahrende Betriebszu-
stände während einer Anfahr- oder Auslaufphase einer Pumpe sind sicherheitshalber die Regelspalte begrenzenden Flächen als Axiallagerflächen ausgebildet.
- 10 Eine andere Einrichtung zum Axialschubausgleich für ein- oder mehrstufige Kreiselpumpen mit geschlossenen Laufrädern ist durch die DE 34 36 979 A1 bekannt. Hierbei sind in einer Trennwand zwischen einem Gehäuseingraum und dem saugseitigen Seitenraum des Laufrades eine oder mehrere Druckausgleichsöffnungen angeordnet. Diese Lösung wird bei Anwendungsfällen verwendet, bei denen sich mit den
15 herkömmlichen Einrichtungen zum Axialschubausgleich noch kein befriedigendes Ergebnis erzielen lässt. Sie dient vor allem einer Korrektur bei bereits bestehenden Kreiselpumpen. Solch ein Spezialfall ist gewöhnlich bei Großpumpen gegeben, die in komplexen Anlagen eingebaut sind.
- 20 Durch die DE 20 43 550 C2 ist von einem Kompressor eine Steuereinrichtung für einen Axialschubausgleich einer hydrostatischen Drucklageranordnung bekannt, bei der die Veränderung der Tragfähigkeit mit einer hydrostatischen Einrichtung erreicht wird. Dazu ist eine das Laufrad antreibende Welle in einem Lagerträger in zwei Zylinderlagern radial gehalten und zusätzlich in zwei scheibenförmigen Drucklagern
25 axial positioniert. Eine kontinuierlich fördernde Pumpeinrichtung erzeugt in den Drucklagern einen hydrostatischen Lagerdruck, der sich in Abhängigkeit von der Spaltweite des Lagers verändern kann. Axiale Verschiebungen der Welle führen zu solchen Änderungen der Spaltweite und beeinflussen in hydrodynamischer Weise die Lagerdrücke in den beiden Drucklagern. Eine Druckdifferenz zwischen den bei-
30 den Lagern dient als Steuergröße für ein Regelventil einer Axialschubausgleichseinrichtung des Laufrades. Sie verfügt über einen komplexen Aufbau, der für spe-

zielle Sonderfälle gerechtfertigt ist. Nachteilig ist hier das Risiko einer Umweltgefährdung durch die aufwendigen Schmiermittelleitungen, da diese undicht oder beschädigt werden können.

- 5 Und die DD 231 829 A1 zeigt bei einer Kreiselpumpe ein anderes Verfahren zum Ausgleich eines Axialschubes. Hinter dem Laufrad ist in einem zusätzlichen Gehäuse-
seteil ein mit der Welle rotierender Ausgleichskolben angeordnet, dessen Durchmes-
ser ungefähr dem halben Laufraddurchmesser entspricht. Zwischen dem Ausgleichs-
kolben und dem umgebenden Gehäuse ist eine lange Drosselstrecke ausgebildet,
10 wodurch sich, in Strömungsrichtung gesehen, vor und hinter dem Ausgleichskolben
unterschiedliche Druckbereiche ausbilden. Mit Hilfe von zwei Druckmessstellen, die
den Pumpendruck im Druckstutzen und im Raum hinter dem Ausgleichskolben mes-
sen, wird eine daraus ermittelbare Druckdifferenz an einen Rechner übermittelt. Zu-
sätzlich wird das Signal einer Drehzahlmesseinrichtung in den Rechner eingespeist.
15 Der Rechner ermittelt bei einer auftretenden Differenz zwischen Axialschub und
Ausgleichskraft des Ausgleichskolbens einen Entlastungsdruck für den Raum hinter
dem Ausgleichskolben. Und durch ein Steuersignal an ein Stellventil wird der Druck
im Bereich hinter dem Ausgleichskolben so weit verändert, bis ein Gleichgewichtszu-
stand und somit eine Entlastung des Wellenlagers eintritt. Nachteilig ist die Erfas-
20 sung und Verarbeitung von drei Parametern und die Verwendung eines speziellen
Ausgleichskolbens, der nicht unmittelbar zur Funktion der Pumpe beiträgt, deren
Bauvolumen und Teilevielfalt vergrößert und die Störanfälligkeit erhöht.

- Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine wenig aufwendige und be-
25 triebssichere Reduzierung des Axialschubs zu erreichen, die für eine wälzgelagerte
Pumpenwelle eine hohe Lagerlebensdauer sowie eine hohe Lebensdauer der Wel-
lenabdichtung gewährleistet.

- Die Lösung sieht vor, dass die Welle in an sich bekannter Weise mit mindestens ei-
30 nem Axialkräfte aufnehmenden Wälzlager versehen ist und dass über eine Verbin-
dung eine Druckdifferenz zwischen einem Druck im Entlastungsraum und einer Stelle

anderen Druckes im Kreiselpumpengehäuse als eine richtungskonstante und zulässige Axialkraft die rotierenden Pumpenteile gegen das Wälzlager presst. Damit ist für die Lager und auch auf die Wellendichtung eine kontinuierliche und definierte Belastung gewährleistet. Es wurde erkannt, ursächlich für Schäden an Lagern und Wellenabdichtungen ist ein Problem von bekannten Ausgleichseinrichtungen bei bestimmten Betriebspunkten nur eine unzureichende Reduzierung der Axialkraft zu erreichen oder auch ein Pendeln der Axialkraft um den Wert 0 nicht vermeiden zu können. Der im letztgenannten Fall bedingte Vorzeichenwechsel einer solchen geringen Axialkraft führt zum sogenannten Schwimmen der rotierenden Teile. Dies stellt sich als deren wechselnde axiale Bewegung mit nennenswerter Frequenz zwischen den Anschlägen der Axiallagerung dar. Solche minimalen oszillierenden Bewegungen haben neben den Beschädigungen der Lager und der Wellenabdichtungen auch eine nachteilige Geräuschentwicklung zur Folge und werden erfindungsgemäß vermieden.

15

Da für die Auslegung einer Kreiselpumpe die jeweiligen Betriebsbedingungen bekannt sind, werden die Abmessungen der Spaltringabdichtungen, des Wellendichtungsraums und für den Entlastungsraum entsprechend ausgewählt, um über die Verbindung und die unterschiedlichen Drücke einen definierten Axialschub auf das Kräfte aufnehmende Wälzlager zu erreichen. Dabei ist nach einer Ausgestaltung die einwirkende Axialkraft kleiner als die zulässige Lagerbelastung des kräfteaufnehmenden Wälzlagers, wodurch die Lagerlebensdauer verlängert wird.

20

Nach weiteren Ausgestaltungen stellt eine in der Verbindung angeordnete Drossel- einrichtung im Entlastungsraum die aus der Druckdifferenz entstehende richtungskonstante Axialkraft auf das Wälzlager ein. Für einen Kreiselpumpenbetrieb mit annähernd konstanten Betriebsparametern ist es eine feste oder einstellbare Drossel- einrichtung. Für Betriebszustände, bei denen die Varianz der Betriebsparameter sehr gering ist oder die eine Adaption an veränderte Betriebsparameter nicht erfordern, ist die Drossel- einrichtung als eine fest einstellbare Drossel- einrichtung ausgebildet. Und für Einsatzfälle mit veränderlichen Betriebsparametern einer Kreiselpumpe wird

25

30

durch eine in der Verbindung angeordnete, einstell- oder regelbare Drosseleinrichtung in dem Entlastungsraum die richtungskonstante Axialkraft auf das Wälzlager erzeugt. Dadurch wird immer eine geringe und in ihrer Richtung unveränderliche Axialkraft beibehalten. Deren Größe wird so gewählt, dass sie immer wesentlich unterhalb der zulässigen Axiallagerkraft liegt, um die Lagerlebensdauer nicht negativ zu beeinträchtigen. Und ihre Größe wird so groß gewählt, dass eine sich einstellende Axialkraft ein Schwimmen der rotierenden Teile und damit deren vorzeitige Zerstörung zuverlässig verhindert.

10 Nach einer weiteren Ausgestaltung ist ein über die Verbindung in seinem Druck veränderbarer Entlastungsraum auf der Saugseite oder der Druckseite des Laufrades angeordnet. Somit wird über die druckübertragende Verbindung immer nur ein Entlastungsraum in seinem Druck verändert, um eine definierte Axialkraft auf das Wälzlager zu erhalten. Die Verbindung kann dabei zwischen der Saugseite oder der
15 Druckseite der Pumpe hergestellt werden. Dies ist abhängig von den Abmessungen innerhalb des Pumpengehäuses und von denen des Laufrades.

Nach einer weiteren Ausgestaltung erfasst ein Sensor eine axiale Wälzlagerbelastung, ein Regler erzeugt mit dem Sensorsignal ein Stellsignal für eine verstellbare
20 Drosseleinrichtung und die Drosseleinrichtung stellt im Entlastungsraum eine das Wälzlager belastende Axialkraft ein. Dies hat den zusätzlichen Vorteil der Unabhängigkeit der Regelung vom Verschleißverhalten der flüssigkeitsberührten Teile. Eine Größenveränderung in einem der Laufrad-Drosselspalte würde andere Druckverhältnisse in dem Entlastungsraum und damit andere Kräfte auf das Wälzlager bedingen.
25 Solche sich während einer längeren Betriebsdauer allmählich einstellende Veränderungen werden aber durch den Sensor sofort erfasst und vom Regler in Form eines angepassten Reglersignals kompensiert.

Hierbei erfasst der Sensor die axiale Lagerbelastung nach Größe und Richtung. Dazu sieht eine Weiterung vor, dass eine oder mehrere im Regler hinterlegte Reglerkennlinie(n) die axiale Lagerbelastung verändernde Einflüsse korrigiert oder korrigie-

ren. Mit Hilfe des Sensorsignals werden im Bereich des Lagers auftretende Instabilitäten, Axialkräfte und/oder Drücke in einem Entlastungs- und/oder Wellendichtungsraum erfasst. Der Regler verarbeitet diese Signalwerte und stellt mit Hilfe einer oder verschiedener Reglerkennlinie(n) den zulässigen Betriebszustand wieder her. Somit wird auch bei unkalkulierbaren Betriebssituationen, die durch überraschende äußere Einflüsse bedingt sind, zuverlässig eine Überlastung und damit eine Schädigung der Lager und der Wellendichtung verhindert.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen die

Fig. 1 – 4 verschiedene Ausbildungen eines Entlastungsraumes am Laufrad einer einstufigen Kreiselpumpe.

Fig. 1 zeigt ein Kreiselpumpengehäuse 1 mit einem darin angeordneten Laufrad 2 und einem das Gehäuse verschließenden Pumpendeckel 3. Das Laufrad 2 verfügt im Bereich des Laufradeintritts über einen saugseitigen Drosselspalt in Form einer Spaltdichtung 4, der einen hohen Druck im saugseitigen Laufradseitenraum 5 gewährleistet und Spaltverluste reduziert. In Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen einer solchen Kreiselpumpe weist das Laufrad 2 auf größerem Durchmesser eine zweite, hier druckseitige Spaltdichtung 6 auf, die im größeren Durchmesserbereich einen hohen Druck im druckseitigen Laufradseitenraum 7 gewährleistet. Die druckseitige Spaltdichtung 6 begrenzt oder umhüllt mit ihrem Durchmesser einen auf kleinerem Durchmesser angeordneten Entlastungsraum 8, der über eine Verbindung 13 mit einer darin angeordneten einstellbaren Drosseleinrichtung 14 mit einem Ort anderen Druckes, hier dem Druckstutzen 15 der Kreiselpumpe, verbunden ist. Die Verbindung 13 kann als ein übliches Leitungssystem gestaltet sein. Der in Fig. 1 gewählte Ort anderen Druckes weist einen höheren Druck auf als derjenige vom Entlastungsraum 8 und die Wahl des Ortes ist abhängig von den späteren Betriebsbedingungen einer Pumpe. Der Ort anderen Druckes kann im Bereich des Laufradaustrittes, einer Leiteinrichtung, dem Druckstutzen liegen oder der Ort ist als ein ex-

ternes Druckreservoir ausgebildet. Infolgedessen wirken auf die einander gegenüberliegenden Stirnflächen des Laufrades aus den verschiedenen Drücken resultierende Kräfte ein, die eine resultierende Axialkraft F_A bedingen.

5 Durch die Wahl des Spaltdurchmessers D der druckseitigen Spaltdichtung 6, deren Spaltweite S und mit Hilfe der Verbindung 13 mit Drossel 14 wird das Druckniveau auf der Laufradrückseite oder im druckseitigen Laufradbereich auf einen Wert eingestellt. Aus den Flächenverhältnissen im saugseitigen Laufradseitenraum 5, im druck-

10 Räumen resultieren unterschiedliche Kräfte. Eine weitere Kraft resultiert aus dem Druck im Saugstutzen 18 in Verbindung mit einer Wellendichtung 17 im Raum 16, da letztere gegen Atmosphärendruck abdichtet. Aus den Druckbelastungen auf das Laufrad 2 resultiert eine definierte Axialkraft F_A die das Laufrad 2 und die antreibende Welle 10 in Richtung der Wälzlager 11 bis 11.2 schiebt. Von den im Lagerträger 12

15 angeordneten Wälzlagern ist das Wälzlager 11 in der gezeigten Ausführungsform als ein reines Radiallager ausgebildet, während zwei paarweise angeordnete Wälzlager 11.1 und 11.2 aufgrund ihrer Ausbildung die Radial- und Axialkräfte aufnehmen. Sie bestehen hier aus zwei Schrägkugellagern, wobei auch andere Wälzlagerbauformen anwendbar sind.

20

Und die Welle 10, die hier in einem Lagerträger 12 gelagert ist, kann ebenso gut unter Wegfall des Lagerträgers als ein Bestandteil eines antreibenden Elektromotors ausgebildet sein. In einem solchen Fall sind die Wälzlager des Motors entsprechend dimensioniert, um einen Axialschub der Pumpe aufnehmen zu können. Ist dieses

25 nicht der Fall, kann der entsprechend ausgebildete Lagerträger 12 oder der Pumpendeckel 3 mit einer – an sich bekannten, hier nicht dargestellten – kurzen Steckwelle versehen sein, die nur in einem Wälzlager 11.1 gehalten wäre. Deren Wellenende würde dann mit einem Wellenstumpf eines Blockmotors verbunden werden.

30 Mit Hilfe der einstellbaren Drosseleinrichtung 14 wird das Druckniveau im Entlastungsraum 8 während des Betriebes über einen großen Wertebereich eingestellt. Bei

Verwendung einer Drosseleinrichtung 14 sind bisher übliche, hier gestrichelt dargestellte Entlastungsbohrungen 9 am Laufrad 2 nicht mehr erforderlich und vorhanden. Der Druck im Entlastungsraum 8 und einem Wellendichtungsraum 16 wird so eingestellt, dass eine daraus resultierende Axialkraft F_A das als Festlager ausgebildete Wellenlager in Form der Wälzlager 11.1, 11.2 immer unterhalb von deren zulässigen Grenzwerten liegt. Sollten sich während der Lebensdauer einer Pumpe durch einen Verschleiß in der Spaltdichtung 4 oder 6 andere Druckverhältnisse im Raum 5 und/oder 8 einstellen oder Schwingungen der rotierenden Teile auftreten, so kann durch einfaches Verstellen der Drosseleinrichtung 14 der ursprüngliche Belastungszustand der Wälzlager wieder hergestellt werden.

Fig. 2 entspricht im Aufbau der Darstellung in Fig. 1, wobei jedoch der druckseitige Entlastungsraum 8 über die Verbindung 13 mit der Saugseite 18 der Kreiselpumpe in Wirkverbindung steht. Auch in diesem Fall ist das Laufrad 2 ohne Entlastungsbohrungen ausgestattet. Statt dessen erfolgt über die Verbindung 13 eine Entlastung zur Saugseite 18. Auch hier wird mit Hilfe der einstellbaren Drosseleinrichtung 14.1 das Druckniveau im Entlastungsraum 8 und Wellendichtungsraum 16 so eingestellt, dass die Belastung der Wellendichtung 17 und des Wälzlagers 11.1, 11.2 immer unterhalb der zulässigen Lager-Grenzwerte liegen. Zur Erfassung der Lagerzustände dient ein Sensor 19, der mit einem Regler 20 verbunden ist. Änderungen des Lagerzustandes werden vom Sensor 19 erfasst und an den Regler 20 weiter geleitet. Dieser ermittelt daraus ein Reglersignal, mit dessen Hilfe die regelbare Drosseleinrichtung 14.1 verstellt und die zulässige Axialkraft F_A wieder eingestellt wird.

Fig. 3 zeigt eine Variante, bei der ein saugseitiger Entlastungsraum 21 durch einen zweiten, auf größerem Durchmesser angeordneten, saugseitigen Drosselspalt in Form einer Spaltdichtung 22 mit einem Spaltdurchmesser D und einer Spaltweite s gebildet ist. Der in den Fig. 1 und 2 dargestellte druckseitige Entlastungsraum ist bei dieser Variante entfallen. Dieser saugseitige Entlastungsraum 21 ist über die Verbindung 13 mit integrierter Drosseleinrichtung 14 mit dem Druckbereich vom Druckstut-

zen 15 der Kreiselpumpe verbunden. Durch entsprechende Einstellung der Drossel-
einrichtung 14 wird die Erzeugung der kontinuierlichen Axialkraft F_A gewährleistet.

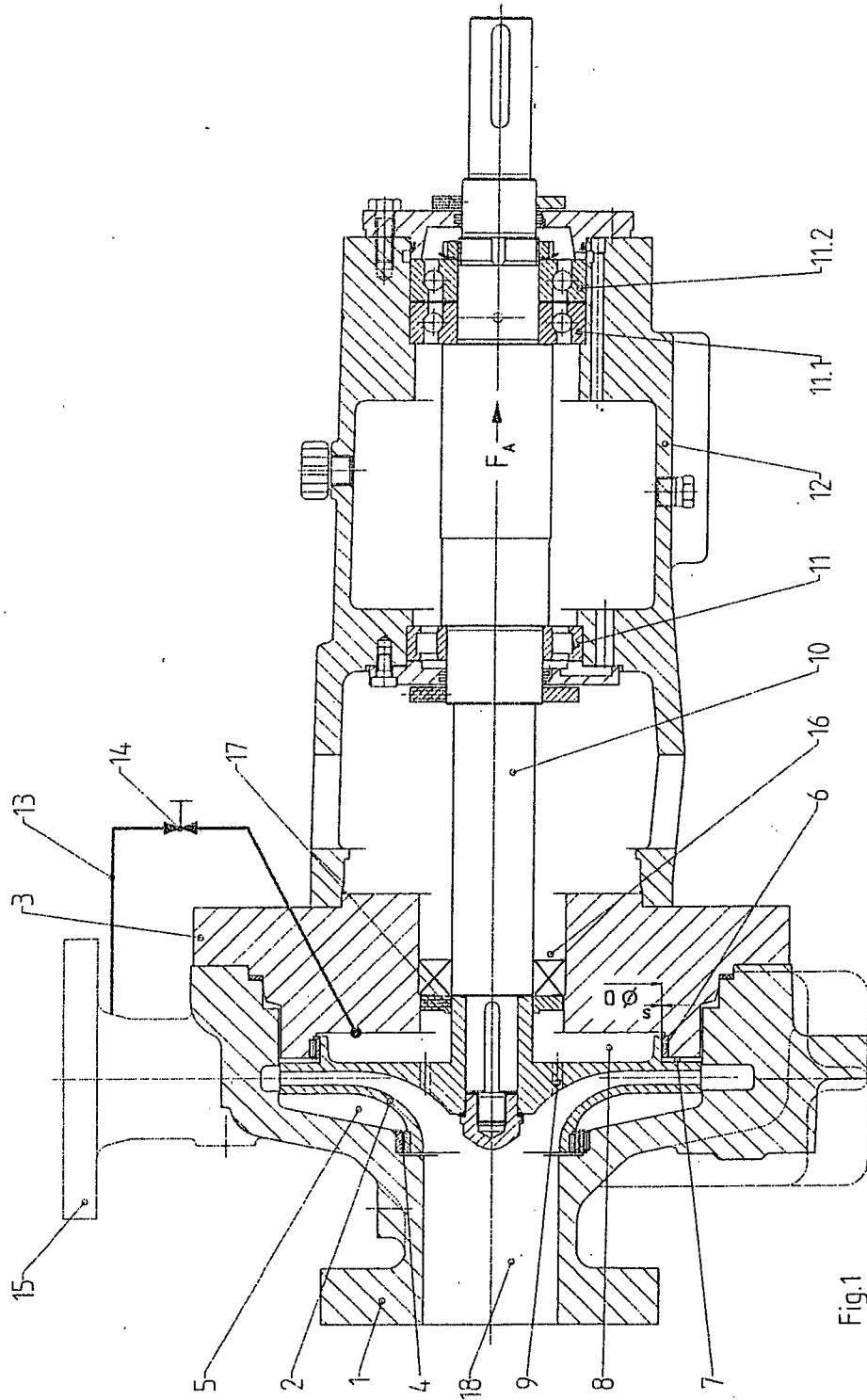
Fig. 4 zeigt eine Variante von Fig. 3, wobei die Kreiselpumpe für einen Betrieb mit
5 sehr hohem Zulaufdruck ausgebildet ist. Infolge dessen ist der saugseitige Entlas-
tungsraum 21 mit dem Saugbereich 18 über die druckführende Verbindung 13 ver-
bunden, um die definierte Axialkraft F_A auf das Wellenlager 11.1, 11.2 zu gewähr-
leisten. Auch hier kann mit Hilfe eines Lagersensors 19, einer Regeleinrichtung 20
und einer regelbaren Drosseleinrichtung 14.1 während eines laufenden Betriebes die
10 Axialkraft F_A beeinflusst werden.

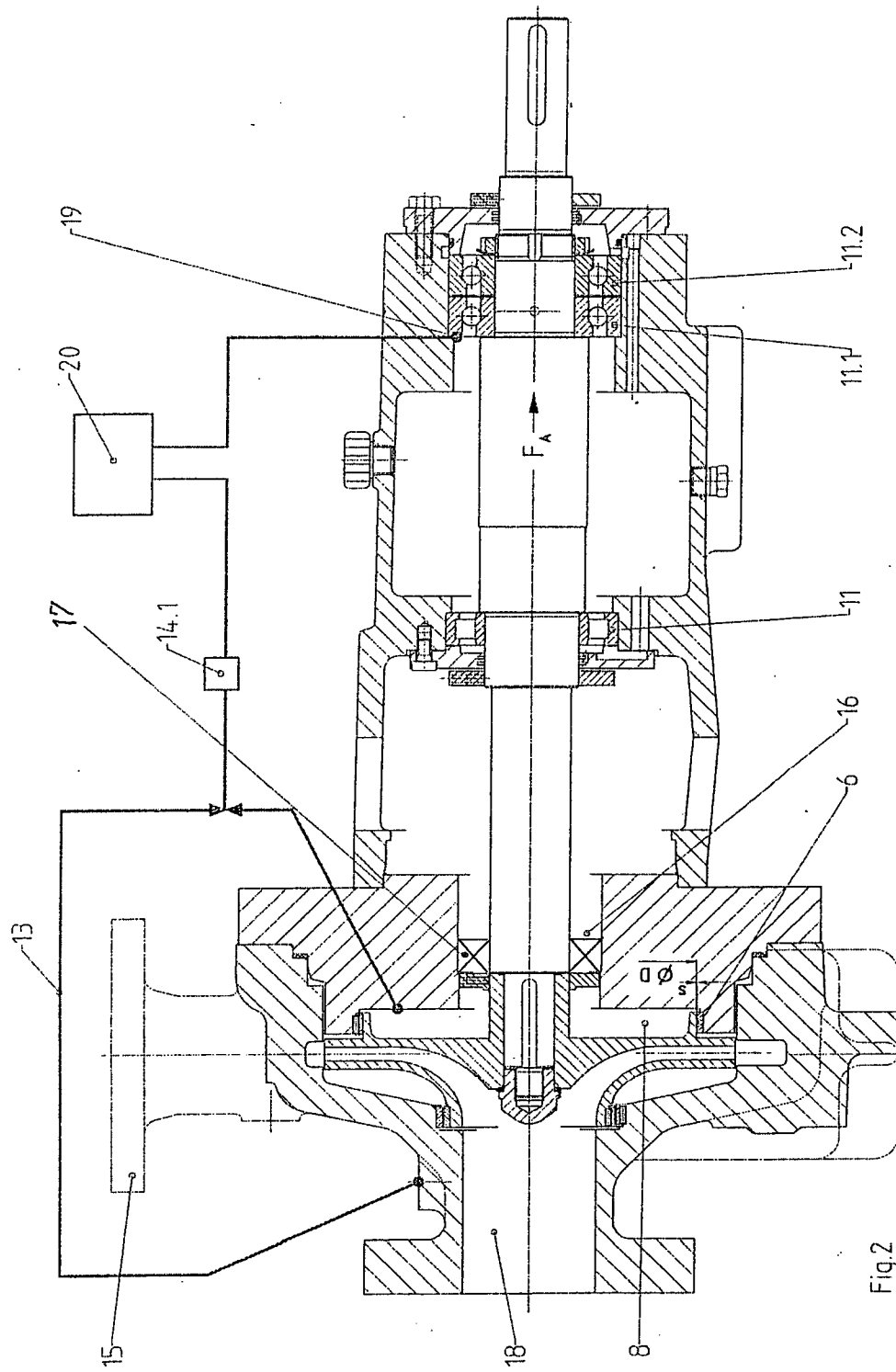
Bei den Ausführungsformen der Fig. 2 und 4 ist im Bereich des die Axialkräfte auf-
nehmenden Lagers, das hier aus zwei Wälzlager 11.1, 11.2 in Form von Schrägku-
gellager besteht, ein Lager-Belastungssensor angeordnet, der laufend die Axialkraft
15 ermittelt. Er kann ebenso bei den Ausführungsformen der Fig. 1 und 3 Verwendung
finden. Er liefert ein Signal an eine Regeleinrichtung 20, die eine jeweils vorhandene
Axialkraft F_A mit einem hinterlegtem Sollwert vergleicht. Bei einer Abweichung er-
zeugt die Regeleinrichtung 20 ein Regelsignal für eine regelbare Drosseleinrichtung
14.1. Diese regelt den Druck im Entlastungsraum 8 oder 21 auf einen Wert ein, der
20 eine definierte, niedrige Axialkraft F_A für die Wälzlager 11.1, 11.2 zur Folge hat.

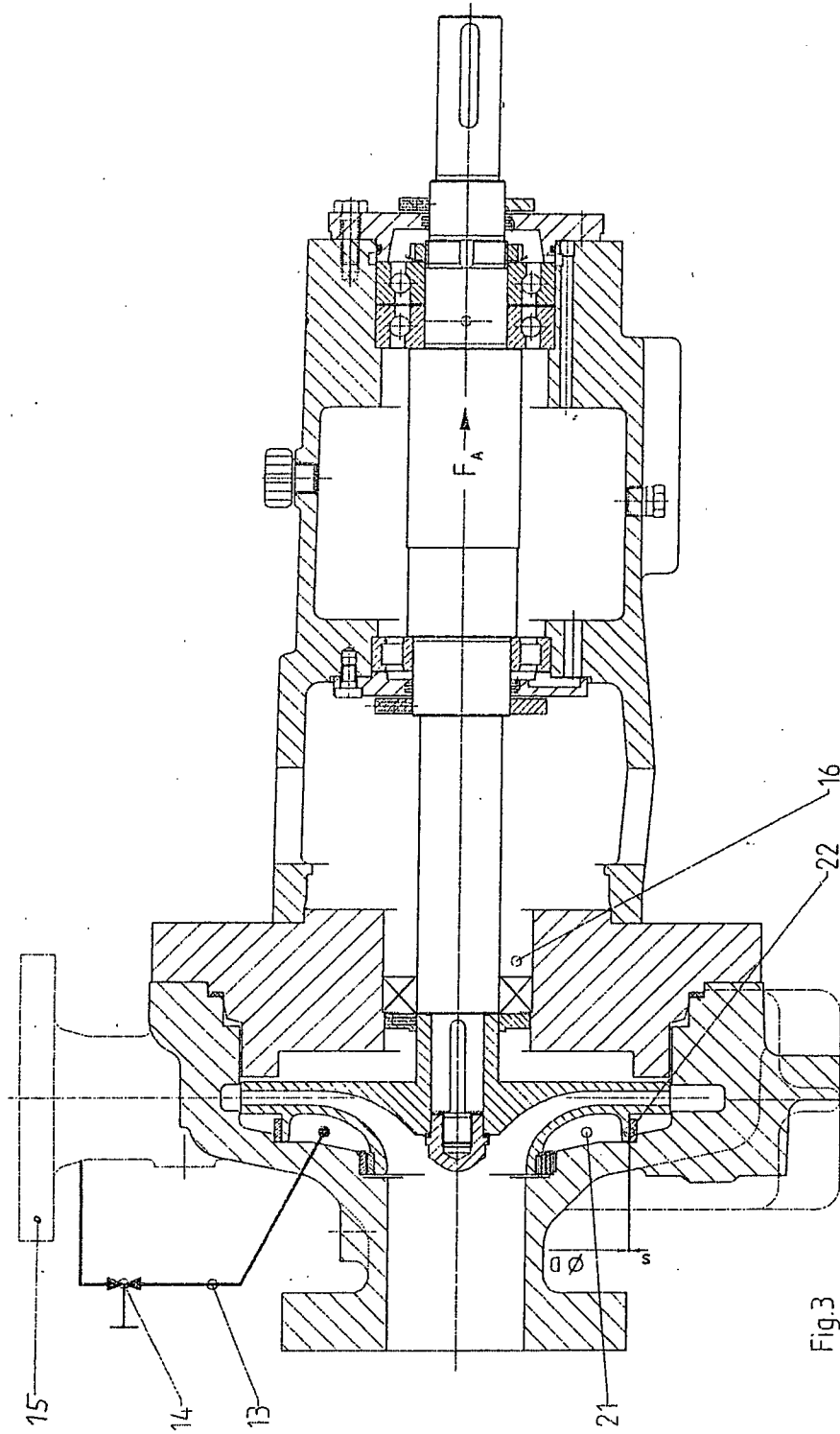
Patentansprüche

1. Einstufige Kreiselpumpe mit Axialschubausgleichseinrichtung, wobei im Gehäuse der Kreiselpumpe ein mit einer Welle verbundenes Laufrad rotierend angeordnet ist, mindestens eine zwischen Laufrad und Gehäuse angeordnete Spaltringabdichtung einen Entlastungsraum bildet, der Entlastungsraum mit einer druckübertragenden Verbindung an den Druckbereich der Kreiselpumpe angeschlossen ist, und zwischen Welle und Gehäuse eine Wellenabdichtung angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle (10) in an sich bekannter Weise mit mindestens einem Axialkräfte aufnehmenden Wälzlager (11.1, 11.2) versehen ist und dass über die Verbindung (13) eine Druckdifferenz zwischen einem Druck im Entlastungsraum (8, 21) und einer Stelle anderen Druckes im Kreiselpumpengehäuse (1) als eine richtungskonstante und zulässige Axialkraft (F_A) die rotierenden Pumpenteile (2, 10) gegen das Wälzlager (11.1, 11.2) presst.
2. Kreiselpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Axialkraft (F_A) kleiner als die zulässige Lagerbelastung des kräfteaufnehmenden Wälzlagers (11.1, 11.2) ist.
3. Kreiselpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine in der Verbindung (13) angeordnete Drosseleinrichtung (14) im Entlastungsraum (8, 21) die aus der Druckdifferenz entstehende richtungskonstante Axialkraft (F_A) auf das Wälzlager (11.1, 11.2) einstellt.
4. Kreiselpumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosseleinrichtung (14) einstell- oder regelbar ausgebildet ist.

5. Kreiselpumpe nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein über die Verbindung (13) in seinem Druck veränderbarer Entlastungsraum (8, 21) auf der Saugseite oder der Druckseite des Laufrades (2) angeordnet ist.
- 5 6. Kreiselpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensor (19) eine Wälzlagerbelastung erfasst, dass ein Regler (20) mit dem Sensorsignal ein Stellsignal für eine regelbare Drosseleinrichtung (14.1) erzeugt und dass die Drosseleinrichtung (14.1) im Entlastungsraum (8, 21) eine das Wälzlager (11.1, 11.2) belastende richtungskonstante Axialkraft (F_A) ein-
10 stellt.
7. Kreiselpumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (19) eine axiale Lagerbelastung nach Größe und Richtung erfasst.
- 15 8. Kreiselpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere im Regler (20) hinterlegte Reglerkennlinie oder Reglerkennlinien die axiale Lagerbelastung verändernde Einflüsse korrigiert oder korrigieren.







INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/002178

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F04D29/04 F04D29/16		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F04D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 075 029 A (SWEARINGEN JUDSON S [US]) 8 October 1971 (1971-10-08) the whole document	1-3
A	EP 0 121 053 A1 (HITACHI LTD [JP]) 10 October 1984 (1984-10-10) the whole document	1
A	US 5 980 114 A (OKLEJAS JR ELI [US]) 9 November 1999 (1999-11-09) the whole document	1
A	GB 1 250 062 A (ALLWEILER AG [DE]) 20 October 1971 (1971-10-20) the whole document	1
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 June 2007		Date of mailing of the international search report 29/06/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Giorgini, Gabriele

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2007/002178

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 31 824 A1 (KLEIN SCHANZLIN & BECKER AG [DE]) 12 February 1998 (1998-02-12) cited in the application the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/002178

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2075029	A	08-10-1971	DE 2043550 A1	15-07-1971
			GB 1346065 A	06-02-1974
			GB 1346066 A	06-02-1974
			JP 58041455 B	12-09-1983
			NL 7016036 A	09-07-1971
EP 0121053	A1	10-10-1984	DE 3463824 D1	25-06-1987
			JP 1402488 C	28-09-1987
			JP 59160093 A	10-09-1984
			JP 62006119 B	09-02-1987
US 5980114	A	09-11-1999	NONE	
GB 1250062	A	20-10-1971	BE 728689 A	01-08-1969
			CH 493741 A	15-07-1970
			DE 1703049 A1	06-04-1972
			ES 363388 A1	16-12-1970
			FR 2004708 A5	28-11-1969
			JP 53012681 B	02-05-1978
			LU 57937 A1	22-05-1969
			NL 6904631 A	30-09-1969
DE 19631824	A1	12-02-1998	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F04D29/04 F04D29/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F04D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 075 029 A (SWEARINGEN JUDSON S [US]) 8. Oktober 1971 (1971-10-08) das ganze Dokument	1-3
A	EP 0 121 053 A1 (HITACHI LTD [JP]) 10. Oktober 1984 (1984-10-10) das ganze Dokument	1
A	US 5 980 114 A (OKLEJAS JR ELI [US]) 9. November 1999 (1999-11-09) das ganze Dokument	1
A	GB 1 250 062 A (ALLWEILER AG [DE]) 20. Oktober 1971 (1971-10-20) das ganze Dokument	1
	-/--	

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
21. Juni 2007	29/06/2007
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Giorgini, Gabriele

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 31 824 A1 (KLEIN SCHANZLIN & BECKER AG [DE]) 12. Februar 1998 (1998-02-12) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/002178

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2075029	A	08-10-1971	DE	2043550 A1	15-07-1971
			GB	1346065 A	06-02-1974
			GB	1346066 A	06-02-1974
			JP	58041455 B	12-09-1983
			NL	7016036 A	09-07-1971
EP 0121053	A1	10-10-1984	DE	3463824 D1	25-06-1987
			JP	1402488 C	28-09-1987
			JP	59160093 A	10-09-1984
			JP	62006119 B	09-02-1987
US 5980114	A	09-11-1999	KEINE		
GB 1250062	A	20-10-1971	BE	728689 A	01-08-1969
			CH	493741 A	15-07-1970
			DE	1703049 A1	06-04-1972
			ES	363388 A1	16-12-1970
			FR	2004708 A5	28-11-1969
			JP	53012681 B	02-05-1978
			LU	57937 A1	22-05-1969
			NL	6904631 A	30-09-1969
DE 19631824	A1	12-02-1998	KEINE		