

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 378 667 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

07.01.2004 Patentblatt 2004/02

(51) Int Cl.7: **F04D 29/04**

(21) Anmeldenummer: **03010971.4**

(22) Anmeldetag: **16.05.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK

(30) Priorität: **04.07.2002 DE 10230025**

(71) Anmelder: **HERMETIC-PUMPEN GmbH
79194 Gundelfingen (DE)**

(72) Erfinder:

- **Zeyher, Jochen**
79194 Gundelfingen (DE)
- **Schönstein, Thomas**
79261 Gutach-Bleibach (DE)

(74) Vertreter: **Maucher, Wolfgang, Dipl.-Ing. et al**
Patent- und Rechtsanwaltssozietät,
PA Dipl.-Ing. W. Maucher, PA und RA H.
Börjes-Pestalozza,
Dreikönigstrasse 13
79102 Freiburg (DE)

(54) Pumpstand

(57) Die Erfindung betrifft einen Pumpstand (1) mit einer ein- oder mehrstufigen Kreislumppe (2), deren zumindest eines Pumpenlaufrad (4, 5, 6) auf einer Antriebswelle (7) eines Pumpenantriebs (3) fliegend gelagert ist, wobei zum Axialschubausgleich an der Antriebswelle (7) eine Ausgleichsvorrichtung (11) vorgesehen ist. Für den erfindungsgemäßen Pumpstand ist

kennzeichnend, dass die Ausgleichsvorrichtung (11) zwischen dem zumindest einen Pumpenlaufrad (4, 5, 6) und dem Pumpenantrieb (3) angeordnet ist. Durch diese Anordnung der Ausgleichsvorrichtung (11) können lange und insbesondere externe Rückführungsleitungen für den Entlastungsstrom (E) vermieden werden und eine vom Motorkühlstrom (M) separate Führung des Entlastungsstroms (E) wird begünstigt (vgl. Fig. 1).

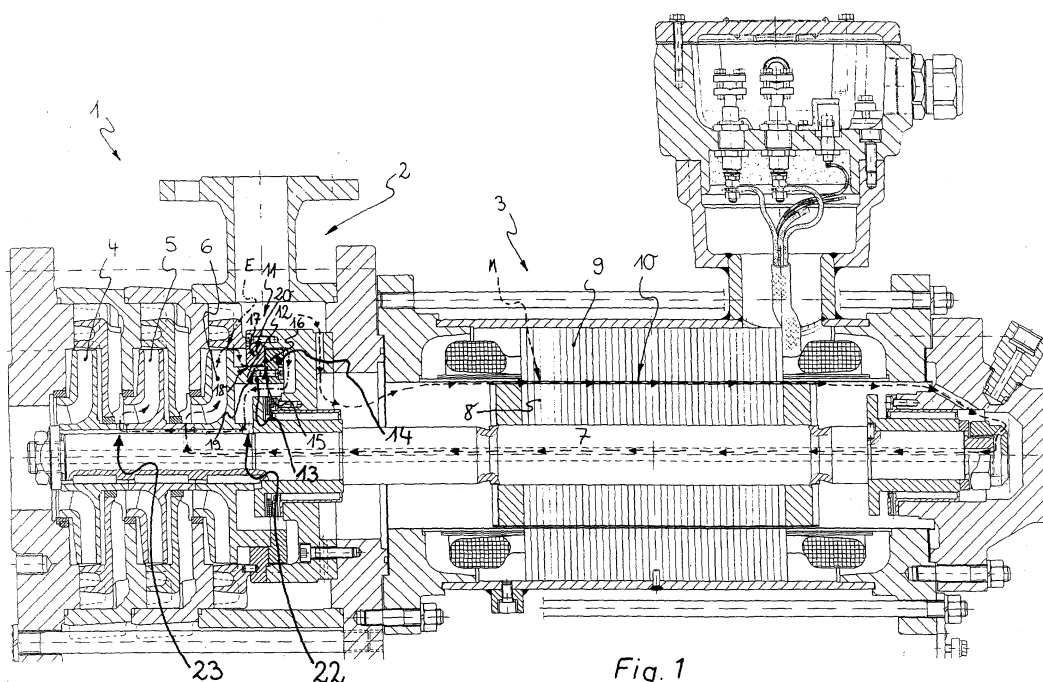


Fig. 1

EP 1 378 667 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Pumpstand mit einer ein- oder mehrstufigen Kreiselpumpe, deren zumindest eines Pumpenlaufrad auf einer Antriebswelle eines Pumpenantriebs fliegend gelagert ist, wobei zum Axialschubausgleich an der Antriebswelle eine Ausgleichsvorrichtung vorgesehen ist.

[0002] Bei einer Spaltrohrmotorpumpe sind beispielsweise Pumpe und Antriebsmotor zu einer Einheit integriert. Das Pumpenteil kann sowohl in ein- als auch mehrstufiger Bauweise ausgeführt werden. Das Laufrad beziehungsweise die Laufräder sind dabei auf einer gemeinsamen Antriebswelle fliegend angeordnet.

[0003] Insbesondere mehrstufige Pumpen können jedoch zum Teil beachtliche Axial Schubkräfte entwickeln, die mit herkömmlichen Axiallagerbunden nicht mehr zu beherrschen sind.

[0004] Man hat daher auch bereits eine Spaltrohrmotorpumpe geschaffen, die an dem dem Laufradsatz abgewandten und im Motorgehäuse befindlichen Wellenende der Antriebswelle eine Entlastungsvorrichtung zum Axialschubausgleich hat. Die Entlastungsvorrichtung weist eine mit der Antriebswelle drehfest verbundene Entlastungsscheibe auf. Ein radialer Stirnrandbereich dieser Entlastungsscheibe bildet einen quer zur Wellenlängsrichtung der Antriebswelle orientierten Ausgleichskanal, dem eine aus axial orientierten Umfangswandungen begrenzte Vordrossel vorgeschaltet ist.

[0005] Während die Vordrossel eine starre Flüssigkeitsdrossel bildet, stellt der Ausgleichskanal eine vom axialen Wellenstand abhängige variable Drossel dar. Durch die Vordrossel und den Ausgleichskanal wird ein Flüssigkeits-Teilstrom der Förderflüssigkeit von der Druckseite zur Saugseite dieser vorbekannten Kreiselpumpe geführt. Ein weiterer Teilstrom des Förderstromes wird als Kühlstrom abgezweigt und an der inneren Umfangswandung des Spaltrohrtopfes vorbei durch eine Längsbohrung der hohlgebohrten Antriebswelle zurück zur Saugseite der Pumpe geführt.

[0006] In der Praxis hat sich gezeigt, dass der Motorkühlstrom aus wärmetechnischen Gründen möglichst groß, der Entlastungsstrom aus Wirkungsgradgründen dagegen möglichst klein sein sollte. Dies lässt sich jedoch mit einer gemeinsamen Rückführungsleitung nicht immer verwirklichen. Man hat daher auch bereits eine Spaltrohrmotorpumpe geschaffen, bei welcher der Entlastungs- und Motorkühlstrom über getrennte Rückführungswege geführt sind. Während der Motorkühlstrom über die hohlgebohrte Welle zurückgeleitet wird, ist der Entlastungsstrom demgegenüber über eine äußere Umführungsleitung geführt. Aus Sicherheitsgründen sind beim Einsatz solcher Kreiselpumpen in der chemischen Industrie externe Umführungsleitungen jedoch nicht erwünscht.

[0007] Es besteht daher die Aufgabe, einen Pumpstand der eingangs erwähnten Art zu schaffen, der die oben erwähnten Nachteile des Standes der Technik

weitestgehend vermeidet.

[0008] Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht bei dem Pumpstand der eingangs erwähnten Art insbesondere darin, dass die Ausgleichsvorrichtung zwischen dem zumindest einen Pumpenlaufrad und dem Pumpenantrieb angeordnet ist.

[0009] Bei dem erfindungsgemäßen Pumpstand ist die Ausgleichsvorrichtung nicht auf der den Pumpenlaufrädern abgewandten Seite des Pumpenantriebs angeordnet, - vielmehr ist die Ausgleichsvorrichtung zwischen dem zumindest einen Pumpenlaufrad und dem Pumpenantrieb platziert. Durch diese Anordnung der Ausgleichsvorrichtung können lange und insbesondere externe Rückführungsleitungen für den Entlastungsstrom vermieden werden und eine vom Motorkühlstrom separate Führung des Entlastungsstroms wird begünstigt. Da die Ausgleichsvorrichtung insbesondere in der Nähe der Pumpenlaufräder und somit in dem Bereich platziert werden kann, in welchem die Axial Schubkräfte hauptsächlich entstehen, wird eine unabhängige Ausgestaltung von Pumpe und Pumpenantrieb oder gar ein modularer Aufbau des erfindungsgemäßen Pumpstands begünstigt.

[0010] In diesem Zusammenhang ist es besonders vorteilhaft, wenn die Ausgleichsvorrichtung auf der Antriebswelle angeordnet ist und/oder an das zumindest eine Laufrad oder den Laufradsatz unmittelbar angrenzt. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Ausgleichsvorrichtung in einem vom Pumpenantrieb getrennten oder trennbaren Pumpengehäuse angeordnet ist.

[0011] Eine bevorzugte Ausführungsform gemäß der Erfindung sieht vor, dass die Ausgleichsvorrichtung als hydraulische Entlastungsvorrichtung ausgestaltet ist und dass die Ausgleichsvorrichtung insbesondere eine in Abhängigkeit vom axialen Wellenstand variable Entlastungsvorrichtung bildet.

[0012] Dabei kann die Ausgleichsvorrichtung zweckmäßigerweise so gestaltet sein, dass diese einen Ausgleichskanal hat, der einerseits von einer Radialfläche eines mit der Antriebswelle in Wellenlängsrichtung unverrückbar verbundenen Entlastungskörpers und andererseits von einem gehäusefesten Wandungsabschnitt begrenzt ist und dass durch den Ausgleichskanal ein insbesondere von der Druckseite zur Saugseite der Pumpe geführter Teilstrom des Förderstroms geführt ist.

[0013] Um dem durch die Pumpe erzeugten Axialschub eine etwa gleichgroße Gegenkraft entgegengesetzten zu können, ist es vorteilhaft, wenn dem Ausgleichskanal eine Vordrossel vorgeschaltet ist. Dabei sieht eine bevorzugte Ausführungsform gemäß der Erfindung vor, dass die Vordrossel durch einen in Wellenlängsrichtung der Antriebswelle orientierten und vom Teilstrom durchströmten Drosselkanal gebildet ist, und dass der Drosselkanal vorzugsweise einerseits durch die Umfangswandung des Entlastungskörpers und andererseits durch einen die Umfangswandung des Entlastungskörpers umgreifenden Wandungsabschnitt begrenzt.

[0014] Eine besonders kompakte und platzsparende

Ausführungsform gemäß der Erfindung sieht vor, dass der Entlastungskörper druckseitig an dem Pumpenlaufrad der in Förderrichtung letzten Pumpstufe der Kreiselpumpe gehalten ist.

[0015] Eine externe Rückführungsleitung kann beispielsweise vermieden werden, wenn der von der Entlastungsvorrichtung kommende Teilstrom über einen Rückführungs kanal zur Saugseite der Kreiselpumpe oder einer ihrer in Förderrichtung vorzugsweise vorderen Pumpstufen geführt ist und wenn der Rückführungs kanal zwischen der Pumpenlaufradnabe zumindest einer Pumpstufe und der Antriebswelle vorgesehen ist.

[0016] Eine bevorzugte Ausführungsform gemäß der Erfindung sieht vor, dass die Kreiselpumpe als Spaltrohrmotorpumpe ausgestaltet ist.

[0017] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Ansprüchen sowie der Zeichnung. Die einzelnen Merkmale können je für sich oder zu mehreren bei einer Ausführungsform gemäß der Erfindung verwirklicht sein.

[0018] Es zeigt:

Fig. 1 eine mehrstufige Spaltrohrmotorpumpe in einem Längsschnitt, und

Fig. 2 die Spaltrohrmotorpumpe aus Fig. 1 in einem TeilQuerschnitt durch ihre Antriebswelle im Bereich eines Pumpenlaufrades.

[0019] In Fig. 1 ist ein Pumpstand 1 mit einer Spaltrohrmotor-Kreiselpumpe 2 dargestellt, die insbesondere als Flüssigkeitspumpe dient. Bei dem hier dargestellten Pumpstand 1 sind die Kreiselpumpe 2 einerseits und der Pumpenantrieb 3 mit dem elektrischen Antriebsmotor andererseits zu einer Einheit integriert. Die Kreiselpumpe 2, die auch einstufig ausgestaltet sein kann, ist hier mehrstufig ausgebildet und weist einen Laufradsatz mit drei Pumpenlaufrädern 4, 5, 6 auf. Diese Pumpenlaufräder 4, 5, 6 sind einander benachbart auf einer gemeinsamen Antriebswelle 7 fliegend gelagert.

[0020] Die Kreiselpumpe 2 und der Pumpenantrieb 3 sind in separaten, lösbar miteinander verbundenen Gehäuseteilen untergebracht. Dabei ist der auf der Antriebswelle 7 drehfest gehaltene Läufer 8 des Pumpenantriebs 2 von dem äußeren Stator 9 umgriffen und durch einen Spaltrohrtopf 10 hermetisch dicht getrennt.

[0021] Zur Kühlung des Pumpenantriebs 3 ist ein Motorkühlstrom vorgesehen, dessen Strömungsführung hier durch eine gestrichelte Linie M angedeutet ist. Dieser Motorkühlstrom M wird als Teilstrom des Förderstromes von der Druckseite des Pumpenlaufradsatzes aus an der Wandungsinnenseite des Spaltrohrtopfes 10 vorbei bis zu dem dem Laufradsatz abgewandten Wellenende der Antriebswelle 7 geführt, um von dort durch die hohlgebohrte Antriebswelle 7 hindurch zur Saugseite der Kreiselpumpe 2 oder zwischen zwei Laufrädern zurückgeleitet zu werden.

[0022] Die hier dargestellte Spaltrohrmotorpumpe 2 weist zum Ausgleich des insbesondere durch die Pumpenlaufräder 4, 5, 6 erzeugten Axialschubes eine Ausgleichsvorrichtung 11 auf. Diese Ausgleichsvorrichtung 11 ist zwischen dem Pumpenlaufradsatz und dem Pumpenantrieb 3 in dem mit dem Pumpenantrieb 3 lösbar verbundenen Pumpen-Gehäuseteil angeordnet.

[0023] Die Ausgleichsvorrichtung 11 ist hier als hydraulische Entlastungsvorrichtung ausgestaltet, durch die ebenfalls ein, hier durch eine strich-punktierte Linie angedeuteter Teilstrom E des Förderstromes von der Saugseite zur Druckseite der Spaltrohrmotorpumpe 2 geführt wird.

[0024] Die Ausgleichsvorrichtung 11 hat dazu einen ringförmig umlaufenden Entlastungskörper 12, der im Querschnitt etwa L-förmig ausgestaltet ist und einen axialen Teilbereich 13 sowie einen radialen Teilbereich 14 hat. Dieser Entlastungskörper 12 ist rückseitig auf der Druckseite des in Förderrichtung letzten Pumpenlaufrades 6 vorgesehen.

[0025] Die Ausgleichsvorrichtung 11 weist einen hier radial orientierten Ausgleichskanal 15 auf, der einerseits von einer Radialfläche 16 am Entlastungskörper 12 und andererseits von einem gehäusefesten Wandungsabschnitt 7 begrenzt ist. Dieser Ausgleichskanal 15 bildet eine flexible Drossel, die eine vom axialen Wellenstand variable Entlastung entgegen dem Axial Schub bewirkt.

[0026] Dem Ausgleichskanal 15 ist eine starre Vordrossel 18 vorgeschaltet, die durch einen in Wellen-Längsrichtung der Antriebswelle 7 orientierten und vom Teilstrom E durchströmten Drosselkanal gebildet ist. Dieser Drosselkanal wird durch eine axiale Umfangswandung 19 des Entlastungskörpers 12 einerseits und durch einen die Umfangswandung 19 des Entlastungskörpers 12 umgreifenden Wandungsabschnitt 20 begrenzt.

[0027] Der von der Ausgleichsvorrichtung 11 kommende Teilstrom E wird durch einen Rückführungs kanal zur Saugseite der Kreiselpumpe 2 oder einer ihrer in Förderrichtung vorzugsweise vorderen Pumpstufen geführt. Während in Fig. 1 erkennbar ist, dass dieser Rückführungs kanal zwischen der Pumpenlaufradnabe der Pumpenlaufräder 5, 6 und der Antriebswelle 7 vorgesehen ist, ist in Fig. 2 gut zu erkennen, dass dieser dem Teilstrom E zugeordnete Rückführungs kanal durch drei, über den Wellenumfang der Antriebswelle 7 verteilt angeordnete Längsnuten 21 in der Antriebswelle 7 und/oder in den Laufradnaben der Pumpenlaufräder 4, 5, 6 gebildet sein kann. In Fig. 1 ist zu erkennen, dass die Ausgleichsvorrichtung 11 hinter dem in Förderrichtung letzten Pumpenlaufrad 6 angeordnet ist. Der zum Axialschubausgleich erforderliche Entlastungsstrom E wird vom Förderstrom hinter dem in Förderrichtung letzten Pumpenlaufrad 6 abgezweigt, durch die Vordrossel 18 dem variablen Drosselspalt der Ausgleichsvorrichtung 11 zugeführt, wo ein von der axialen Wellenstellung abhängiger Spalt gebildet ist. Von dort wird der Ent-

lastungsstrom E über eine Einlass-Querbohrung 22 in den durch die Nuten 21 gebildeten Rückführungschanal zwischen Laufradnaben und Antriebswelle 7 geführt und über eine weitere Auslass-Querbohrung 23 zum Beispiel hinter das in Förderrichtung erste, saugseitige Pumpenlaufrad 4 geführt. Der zur Rückführung des Entlastungsstromes E erforderliche Rückführungschanal wird durch zumindest eine, vorzugsweise mehrere Längsnuten 21 in den Laufradnaben der Pumpenlaufräder 5, 6 gebildet, wobei die Nuten 21 so angeordnet sind, dass sie in axialer Richtung fluchten. Durch Querbohrungen in den Laufradnaben kann die Rückführstelle an jeden beliebigen Ort zwischen zwei Pumpenlaufrädern verlegt werden.

[0028] Der durch Nuten 21 der Pumpenlaufräder gebildete Rückführungschanal für den Entlastungsstrom E ist einfach herzustellen und baut äußerst kompakt. Dadurch ist es möglich, eine kompakte platzsparende Ausgleichsvorrichtung 11 für eine mehrstufige Spaltrohrmotorpumpe zu schaffen. Durch den zwischen den Laufradnaben einerseits und der Antriebswelle 7 andererseits vorgesehenen Rückführungschanal des Entlastungsstromes 11 entfallen äußere Umführungsleitungen und eventuell erforderliche Schweißverbindungen. Die separate Führung von Entlastungsstrom E und Motorkühlstrom M hat den Vorteil, dass beide Teilströme entkoppelt sind, d.h. sich nicht gegenseitig beeinflussen. Außerdem kann die Rückführung beider Teilströme an verschiedenen Stellen im Pumpenteil erfolgen, wenn dies aus wärmetechnischen Gründen oder aufgrund der tatsächlich auftretenden Axialkräfte erforderlich sein sollte. Letzteres ist von Bedeutung bei der Förderung von siedenden Flüssigkeiten, wo mit einer Verdampfung des Fördermittels gerechnet werden muß.

[0029] Das axiale Spiel der Antriebswelle 7 in Richtung zur Kreiselpumpe 2 wird begrenzt durch die Spaltbreite "Null" an dem Steuerspalt der Entlastungsvorrichtung 11, - in die der Kreiselpumpe 2 entgegengesetzte Richtung durch die Spaltbreite "Null" am axialen Lagerband des pumpenseitigen Lagers. Dadurch lässt sich das axiale Wellenspiel der Antriebswelle 7 sehr genau einstellen. Für den Fall, dass das Wellenspiel durch die Axiallagerbunde des pumpen- beziehungsweise motorseitigen Lagers bestimmt wird, ist dies nur mit größeren Toleranzen möglich, da sich die Toleranzen von allen Dichtungen und Bauteilen zwischen pumpen- und motorseitigem Axiallager auf summieren.

[0030] Die Ausgleichsvorrichtung 11 im Pumpenteil des hier dargestellten Pumpstands 1 zeichnet sich durch eine besonders kompakte Bauform aus. Da der durch die Ausgleichsvorrichtung 11 hindurchgeführte Entlastungsstrom E durch einen durch Längsnuten 21 in den Laufradnaben gebildeten und von der Antriebswelle 7 begrenzten Rückführungschanal separat rückgeführt wird, kann auf externe Umführungsleitungen verzichtet werden. Das Axialspiel der Antriebswelle 7 ist unabhängig von Bauteil- und Dichtungstoleranzen. Da der Motorkühlstrom M unabhängig vom Entlastungs-

strom E durch die hohlgebohrte Antriebswelle 7 geführt wird, kann die Motorkühlung unabhängig von der Ausgleichsvorrichtung 11 konzipiert werden.

Patentansprüche

1. Pumpstand (1) mit einer ein- oder mehrstufigen Kreiselpumpe (2), deren zumindest eines Pumpenlaufrad (4, 5, 6) auf einer Antriebswelle (7) eines Pumpenantriebs (3) fliegend gelagert ist, wobei zum Axialschubausgleich an der Antriebswelle (7) eine Ausgleichsvorrichtung (11) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsvorrichtung (11) zwischen dem zumindest einen Pumpenlaufrad (6) und dem Pumpenantrieb (3) angeordnet ist.
2. Pumpstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsvorrichtung (11) auf der Antriebswelle (7) angeordnet ist und/oder an das zumindest eine Laufrad (6) oder den Laufradsatz (4, 5, 6) unmittelbar angrenzt.
3. Pumpstand nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsvorrichtung (11) in einem vom Pumpenantrieb (3) getrennten oder trennbaren Pumpengehäuse angeordnet ist.
4. Pumpstand nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsvorrichtung (11) als hydraulische Entlastungsvorrichtung ausgestaltet ist.
5. Pumpstand nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsvorrichtung (11) eine in Abhängigkeit vom axialen Wellenstand variable Entlastungsvorrichtung bildet.
6. Pumpstand nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsvorrichtung (11) einen quer zur Wellen-Längsachse orientierten Ausgleichskanal (15) hat, der einerseits von einer Radialfläche (16) eines mit der Antriebswelle (7) in Wellen-Längsrichtung unverrückbar verbundenen Entlastungskörpers (12) und andererseits von einem gehäusefesten Wandungsabschnitt (17) begrenzt ist und dass durch den Ausgleichskanal (15) ein insbesondere von der Druckseite zur Saugseite der Pumpe (2) geführter Teilstrom (E) des Förderstroms geführt ist.
7. Pumpstand nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Ausgleichskanal (15) eine Vordrossel vorgeschaltet ist.
8. Pumpstand nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vordrossel durch

einen in Wellen-Längsrichtung der Antriebswelle (7) orientierten und vom Teilstrom (E) durchströmten Drosselkanal gebildet ist und dass der Drosselkanal vorzugsweise einerseits durch die Umfangswandung (19) des Entlastungskörpers (12) umgreifenden Wandungsabschnitt (20) begrenzt ist. 5

9. Pumpstand nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Entlastungskörper (12) druckseitig an dem Pumpenlaufrad (6) der in Förderrichtung letzten Pumpstufe der Kreiselpumpe (2) gehalten ist. 10

10. Pumpstand nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von der Ausgleichsvorrichtung (11) kommende Teilstrom (E) über einen Rückführungs kanal zur Saugseite der Kreiselpumpe (2) oder einer ihrer in Förderrichtung vorzugsweise folgenden Pumpstufen (4, 5) geführt ist und dass der Rückführungs kanal zwischen der Pumpenlaufradnabe zumindest einer Pumpstufe (4, 5, 6) und der Antriebswelle (7) vorgesehen ist. 15 20

11. Pumpstand nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kreiselpumpe (2) als Spaltrohrmotorpumpe ausgestaltet ist. 25

30

35

40

45

50

55

