

**KSB SE & Co. KGaA**  
**67227 Frankenthal**

5 Beschreibung

---

Kreiselpumpe mit verschleissbeständiger Schleisswand mit Abstreifelement

---

10  
Kreiselpumpe zur Förderung feststoffhaltiger Medien mit einem, wenigstens eine  
Schaufel aufweisenden offenen Laufrad und einem damit zusammenwirkenden Gegen-  
element, wobei das Gegenelement ein Element umfasst, das in den Saugmund der  
15 Kreiselpumpe hineinragt und mit einer Eintrittskante der wenigstens einen Schaufel des  
offenen Laufrads zusammenwirkt.

Abwasser kann verschiedene Arten von Feststoffen und Faserstoffen enthalten, deren  
Menge und Struktur von der Abwasserquelle als auch von der Jahreszeit abhängen  
20 kann. Beispielsweise sind in Städten Kunststoffe, Hygieneartikel, Textilien usw. üblich,  
während in Industriegebieten Verschleißpartikel enthalten sein können.

Bei Kreiselpumpen zur Förderung feststoffhaltiger Medien können unterschiedliche  
Laufräder eingesetzt werden, beispielsweise Kanalaräder, Freistromräder oder Ein-  
25 schaufler. Ein offenes Laufrad wirkt im Pumpenraum mit einer sogenannten Schleiß-  
wand, die im Pumpengehäuse fixiert ist, zusammen.

Generell kommen bei Kreiselpumpen häufig Gussbauteile zum Einsatz. Beim Gießen  
entsteht aus einem flüssigen Werkstoff nach dem Erstarren ein fester Körper in der ge-  
wünschten Form. Somit können gezielt die gewünschten Gehäusestrukturen, Schleiß-  
30 wände bzw. Laufräder der Kreiselpumpe erzeugt werden. Gusswerkstoffe im Kreiselpumpenbau sind in der Regel Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. Bei Kreiselpumpen zur

Förderung feststoffhaltiger Medien haben sich in der Regel Schleißwände aus einem Hartguss bewährt, die zum Teil keramische Verstärkungen aufweisen können.

5 In der DE 43 26 545 C2 ist eine Schleißwand auf keramischer Basis, insbesondere auf Basis von Siliziumkarbid beschrieben, die mittels Schlickergussverfahren hergestellt wird. Diese wird formschlüssig in das Gehäuse einer Kreiselpumpe eingebettet und mit einer Gummierung an der Gehäusewand abgedichtet.

10 In der DE 10 2013 200 680 B4 ist ein Verfahren zur Erzeugung einer Schleißwand beschrieben. Hierin wird die Verschleißschuttschicht als Vorformling in ein Gusswerkzeug eingebracht und dann mit einem Gusswerkstoff, vorzugsweise mit einem metallischen Gusswerkstoff, ausgegossen.

15 Die DE 10 2017 223 602 A1 gibt ein Pumpengehäuse an, in welchem anstatt einer Schleißwand im Pumpengehäuse, keramische Verschleißschutzplatten angeordnet sind, die vor dem Gießen mit metallischem Gussmaterial bereits im Gusswerkzeug verklebt sind. Diese Verschleißschutzplatten sind vorzugsweise aus Siliziumkarbid.

20 Erfahrungsgemäß entstehen die größten Probleme bei Abwasserpumpen durch Faserstoffe wie Lappen, Tücher und dergleichen, die sich an den Eintrittskanten der Schaufeln festsetzen und sich um die Laufradnabe wickeln können. Solche Vorfälle führen zu häufigen Wartungseinsätzen und einem verminderten Wirkungsgrad der Pumpe.

25 Es existieren bereits diverse Lösungsansätze, die sich Schneidwerkzeugen oder auch Abstreifwerkzeugen bedienen, um die an den Eintrittskanten festgesetzten Schadstoffe im Pumpenbetrieb entfernen zu können.

Die WO 2020/127782 offenbart eine Kreiselpumpe mit einem stationären Schaber, der an der Schaufelkante eines Laufrades entlang schabt, um Ablagerungen zu lösen.  
30 Durch den schabenden Kontakt ist eine solche Konstruktion einer hohen mechanischen Belastung ausgesetzt.

Die WO 2021/028246 beschreibt eine Abwasserpumpe zur Förderung von feststoffbeladenem Abwasser mit einem Spiralgehäuse mit einer Einlassöffnung, einem Laufrad mit wenigstens einer Schaufel, wobei die der jeweiligen Schaufel zugeordnete Eintrittskante von der Laufradnabe rückwärtsgekrümmt nach außen verläuft, und wenigstens einem  
5 Finger zum Abstreifen von Verschmutzungen von der Eintrittskante, wobei der Finger an der Einlassinnenwand angeordnet ist und sich in Richtung der Drehachse R des Laufrades erstreckt, und wobei wenigstens eine, in einer saugseitigen Innenwand des Gehäuses eingebrachte Nut vorgesehen ist und die Eintrittskante des Laufrades und die der Eintrittskante zugewandte obere Fingerfläche einen Winkel  $\alpha$  zur senkrechten  
10 Projektionsfläche der Drehachse R von 5 bis 75° aufweisen.

Dabei hat es sich als nachteilig erwiesen, wenn der Finger zum Abstreifen aus einem harten und spröden Material zum Schutz gegen Abrasion ausgebildet ist, da der Finger zum Abstreifen bei einem schlagartigen Kontakt bzw. stoßartiger Belastung eine bruch-  
15 artige Schädigung erfahren kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Kreiselpumpe zur Förderung feststoffhaltiger Medien anzugeben, die einen wirksamen Schutz gegen Ablagerungen und Anlagerungen aufweist. Die Beschädigung der Kreiselpumpe durch stoßartige Belastungen und durch ab-  
20 rasiven Verschleiß soll verhindert werden. Darüber hinaus soll die Pumpe den Wirkungsgrad im Betrieb lange aufrechterhalten können. Die Kreiselpumpe soll sich durch eine hohe Zuverlässigkeit und eine lange Lebensdauer auszeichnen. Sie soll zudem eine einfache Montage und gute Justieroptionen gewährleisten. Weiterhin soll die Kreiselpumpe durch möglichst geringe Herstellungskosten überzeugen.

25 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Kreiselpumpe zur Förderung feststoffhaltiger Medien gelöst. Bevorzugte Varianten sind den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen.

30 Erfindungsgemäß ist das Gegenelement zweiteilig mit einem ersten Teil und einem zweiten Teil zur elastischen Gestaltung des Elements ausgebildet. Zusätzlich ist das

Element stoßfest ausgebildet, um den Belastungen beim Fördern feststoffhaltiger Medien standhalten zu können.

In einer besonders vorteilhaften Variante ist das Gegenelement als Schleißwand ausgeführt, das zur Erfüllung der gestellten Aufgabe zweiteilig ausgebildet ist. Die Schleißwand wirkt mit einem offenen Laufrad zur Förderung feststoffhaltiger Medien zusammen, wobei das Laufrad vorzugsweise zwei oder drei Schaufeln aufweist. In einer alternativen Variante kann das Laufrad auch als Einschaufler ausgeführt sein oder vier bis fünf Schaufeln umfassen. Dabei ist das Element als Vorrichtung zum Abstreifen von Verstopfungen, Verzopfungen und faserigen Ablagerungen ausgeführt und wirkt dazu mit dem offenen Laufrad, insbesondere den Eintrittskanten und gegebenenfalls mit der Laufradnabe, zusammen.

In einer besonders günstigen Variante der Erfindung erstreckt sich das Element von der Einlassinnenwand des Gegenelements radial nach innen in Richtung der Drehachse des Laufrades. Eine der Eintrittskante zugewandte obere Elementfläche verläuft mit definiertem Abstand zur Eintrittskante und im Wesentlichen parallel zur Eintrittskante, so dass sich durch die der Eintrittskante zugewandte obere Elementfläche bzw. die seitliche Angriffsfläche des Elements die erwünschte Abstreifwirkung ergibt, ohne das Gegenelement und das Element selbst mechanisch dauerhaft zu belasten. Das Zusammenspiel von rückwärts gekrümmter Eintrittskante des Gegenelements und des Elements selbst begünstigt das Entfernen von auf der Laufradeintrittskante festgesetzten Feststoffen.

Vorzugsweise ist das Element mit dem zweiten Teil des Gegenelements einstückig ausgebildet. Hieraus ergibt sich eine vorteilhafte Form und ein effektiver Einlass des Mediums mit Feststoffen, der keine Angriffsflächen für Abrasion aufweist und keine Anlageflächen für Ablagerungen bietet.

Die Härteprüfung von Gusswerkstoffen wird bevorzugt mit der Brinell-Härte (HB) nach ISO 6506 und ASTM E10 bestimmt. Dabei wird eine Hartmetallkugel mit einer festgelegten Prüfkraft F in die Oberfläche des zu prüfenden Werkstückes gedrückt. Die Norm

schreibt für alle Stoffe Kugeln aus Sinterhartmetall, zum Beispiel Wolframkarbidhartmetall vor. Die verwendeten Kugeln haben Durchmesser von 10 mm, 5 mm, 2,5 mm und 1 mm.

- 5 Die Dicke der Probe wird so gewählt, dass nach der Prüfung auf der Unterseite keine Verformung sichtbar ist. Dies ist ab einer Dicke von acht- bis zehnfacher Eindringtiefe gegeben. Die Prüflast wird so gewählt, dass  $0,24 D < d < 0,6 D$  gilt. Der Abstand zwischen der Mitte des Eindrucks und dem Probenrand sollte größer als  $3d$  sein, der Abstand zwischen zwei Eindrücken größer als  $6d$ . Die Prüfkraft wird rechtwinklig zur Prüf-
- 10 fläche stoßfrei und schwingungsfrei aufgebracht und innerhalb von 5 bis 8 Sekunden gesteigert. Nach einer Zeit konstanter Belastung von 10 bis 15 Sekunden für Stähle und Gusseisen wird der Durchmesser des bleibenden Eindrucks im Werkstück gemessen und daraus die Oberfläche des Eindrucks bestimmt. Die Brinellhärte ist definiert als das Verhältnis von Prüfkraft zur Eindruckoberfläche.

15

Zur Gewährleistung eines hohen Abrasionswiderstandes der Kreislumppe zur Förderung von feststoffhaltigen Medien weist der erste Teil des Gegenelements eine höhere Härte als der zweite Teil auf. Die Härte des ersten Teils beträgt vorzugsweise nach Brinell mehr als 550 HB, vorzugsweise mehr als 600 HB, insbesondere mehr als 650 HB.

20

Die Bruchdehnung ist ein Kennwert von Werkstoffen, der die bleibende Verlängerung der Zugprobe nach dem Bruch, bezogen auf die Anfangsmesslänge, angibt. Sie charakterisiert die Verformungsfähigkeit bzw. die Duktilität eines Werkstoffes.

- 25 Zur Vermeidung von Schädigungen durch stoßartige Belastungen ist der zweite Teil des Gegenelements, der einstückig mit dem Element ausgeführt ist und das Element selbst, duktiler als der erste Teil des Gegenelements ausgebildet. Die Bruchdehnung als Maß der Duktilität des zweiten Teils beträgt mehr als 14 %, vorzugsweise mehr als 16 %, insbesondere mehr als 18 %.

30

Duktile Werkstoffe wie Stahl dehnen sich im Zugversuch nach Überschreiten der Zugfestigkeit noch weiter, wobei der Probenstab einschnürt. Spröde Werkstoffe wie Gusseisen dagegen brechen nahezu ohne Einschnürung. Die Zugfestigkeit des zweiten Teils des Gegenelements beträgt mehr als 400 N/mm<sup>2</sup>, vorzugsweise mehr als 500 N/mm<sup>2</sup>, insbesondere mehr als 600 N/mm<sup>2</sup> zur elastischen Gestaltung des Elements.

Die Kerbschlagzähigkeit ist ein Maß für die Widerstandsfähigkeit eines Werkstoffs gegen eine schlagartige und dynamische Beanspruchung. Die Kerbschlagzähigkeit des zweiten Teils des Gegenelements inklusive des Elements selbst, beträgt mehr als 10 N/cm<sup>2</sup>, vorzugsweise mehr als 12 N/cm<sup>2</sup>, insbesondere mehr als 14 N/cm<sup>2</sup>. Durch die vorteilhafte Ausgestaltung des zweiten Teils des Gegenelements ist dieses wirksam gegen Zerstörung durch stoßartige Belastungen geschützt.

In einer äußerst vorteilhaften Variante der Erfindung ist der zweite Teil des Gegenelements mit dem angeformten Element aus einem Sphäroguss, beispielsweise aus einem EN-GJS-400-18-LT, gebildet.

In einer besonders günstigen Variante der Erfindung ist der erste Teil des Gegenelements aus einem Hartguss, beispielsweise ein EN-GJN-HB555 (XCr14), gebildet.

Die vorteilhafte Ausgestaltung des Gegenelements in zwei Teilen mit unterschiedlichen Eigenschaften erzielt eine Schleißwand, die besonders hart gegen abrasiven Verschleiß ausgebildet ist und gleichzeitig ein Abstreifelement, das besonders elastisch gegen stoßartige Belastungen ausgeführt ist.

Idealerweise bilden beide Teile des Gegenelements eine Einheit als funktionales Gesamtbauteil. Dazu ist der erste und der zweite Teil des Gegenelements in radialer Richtung vorzugsweise formschlüssig miteinander verbunden. Der zweite Teil des Gegenelements ist, in Strömungsrichtung gesehen, vor dem ersten Teil angeordnet. Vorteilhafterweise bildet der zweite Teil des Gegenelements den Saugmund der Kreislumpumpe.

In einer günstigen Variante sind die Teile mittels Passung ineinandergefügt. Die Verbindung kann zusätzlich mittels einer Schraubverbindung ergänzt werden, so dass in Umfangsrichtung beide Teile kraftschlüssig verbunden sind, wobei beispielsweise sechs Schrauben je 60° versetzt zueinander angeordnet sind.

5

Darüber hinaus ist zur wirksamen Vermeidung dauerhafter Verzopfungen eine scharfe Kante im Pumpenraum vorteilhaft. Dazu weist das Gegenelement eine Nut auf, wobei sich die Nut vom ersten Teil zum zweiten Teil des Gegenelements tangential umlaufend erstreckt und zwischen den Teilen einen Versatz aufweist. Die Nut umfasst eine dauerhaft scharfe Schneidkante, wobei vorzugsweise der Versatz zwischen den Teilen des Gegenelements eine zusätzliche Schneidkante bildet.

10

Das Gegenelement umfasst vorzugsweise mindestens eine Zug- und/oder Druckschraube zur Ausrichtung des Gegenelements. In einer günstigen Variante wird das als Schleißwand ausgebildete Gegenelement mit mindestens vier, vorzugsweise sechs, insbesondere acht Justierschrauben im Pumpengehäuse ausgerichtet, so dass sich ein genau definierter Spalt zwischen dem offenen Laufrad und der Schleißwand bildet.

15

In einer besonders günstigen Variante sind die Teile des Gegenelements im Wesentlichen ringförmig und/oder trompetentrichterförmig ausgebildet. Dabei passt die Form vorteilhaft in das Pumpengehäuse und korrespondiert symbiotisch mit dem offenen Laufrad.

20

Idealerweise erstreckt sich das Element in Form einer dreiflächigen Pyramide mit gekrümmten Seitenflächen, teilweise parallel zum Gegenelement und in Richtung der Drehachse des Laufrads zum Abstreifen von Ablagerungen und faserigen Feststoffen. Mit Hilfe des Elements werden die abgelagerten Feststoffe der Nut zugeführt und durch die Rotationsbewegung des Laufrades mitgefördert, so dass diese über die Nut direkt in den Bereich des Gehäusedruckstutzen gelangen. Das Laufrad und das Element sind für diese Aufgabe speziell aufeinander abgestimmt.

25

30

Das zweiteilige Gegenelement ist vorzugsweise aus einem metallischen Werkstoff, insbesondere aus Gusswerkstoffen mit den beschriebenen unterschiedlichen Eigenschaften, so dass der erste Teil des Gegenelements besonders hart und robust gegen abrasive Einflüsse und der zweite Teil mit dem Element besonders elastisch gegen stoßartige Belastungen ausgebildet ist.

In einer alternativen Variante der Erfindung kann das zweiteilige Gegenelement additiv ausgebildet sein. Die Bezeichnung additiv ausgebildet umfasst alle Fertigungsverfahren, bei denen Material Schicht für Schicht aufgetragen wird und somit dreidimensionale Bauteile, insbesondere zweiteilige Schleißwände, erzeugt werden. Dabei erfolgt der schichtweise Aufbau computergesteuert aus einem oder mehreren flüssigen oder festen Werkstoffen nach vorgegebenen Maßen und Formen. Beim Aufbau finden physikalische oder chemische Härtungs- oder Schmelzprozesse statt. Typische Werkstoffe für das „3D-Drucken“ sind Kunststoffe, Metalle, Carbon- und Graphitmaterialien.

Eine besonders günstige Form der additiven Ausbildung ist das selektive Laserschmelzen. Beim selektiven Laserschmelzen wird der metallische Aufbauwerkstoff in Pulverform in einer dünnen Schicht auf eine Platte aufgebracht. Der pulverförmige Werkstoff wird mittels Strahlung an den jeweils gewünschten Stellen lokal vollständig aufgeschmolzen und bildet nach der Erstarrung eine feste Materialschicht. Anschließend wird diese Grundplatte um den Betrag einer Schichtdicke abgesenkt und es wird erneut Pulver aufgetragen. Dieser Zyklus wird so lange wiederholt, bis alle Schichten aufgeschmolzen sind. Die fertigen Teile der Schleißwand werden vom überschüssigen Pulver gereinigt. Um die gewünschten Eigenschaften des jeweiligen Teils der Schleißwand zu erzielen, kann der jeweils passende Werkstoff in Pulverform eingesetzt werden.

Als Strahlung kann beispielsweise ein Laserstrahl zum Einsatz kommen, welcher die Teile der Schleißwand aus den einzelnen Pulverschichten generiert. Die Daten zur Führung des Laserstrahls werden auf Grundlage eines 3D-CAD-Körpers mittels einer Software erzeugt. Alternativ zu einem selektiven Laserschmelzen kann auch ein Elektronenstrahl (EBM) zum Einsatz kommen.

Die Kreiselpumpe zum Fördern feststoffhaltiger Medien kann sowohl trocken als auch im Fördermedium untergetaucht, in beliebiger Ausrichtung betrieben werden.

- 5 Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen und aus den Zeichnungen selbst.

Dabei zeigt:

- 10 Fig. 1 eine perspektivische Ansicht der erfindungsgemäßen Kreiselpumpe mit geöffnetem Pumpengehäuse,
- Fig. 2 einen Vertikalschnitt durch die Kreiselpumpe,
- 15 Fig. 3 einen Schnitt durch das offene Laufrad und dem korrespondierenden Gegenelement,
- Fig. 4 eine perspektivische Darstellung des Gegenelements,
- 20 Fig. 5 eine weitere, perspektivische Darstellung des Gegenelements,

- Fig. 1 zeigt eine Explosionsdarstellung der erfindungsgemäßen Kreiselpumpe 1. Diese umfasst ein Spiralgehäuse 10, ein saugseitiges Gegenelement 2 in Form einer Schließwand und ein um eine Drehachse A rotierendes Laufrad 20. Das Laufrad 20 umfasst
- 25 zwei rückwärts gekrümmte Schaufeln 20a, durch die das Fördermedium über eine zylindrische Einlassöffnung 15 des Gegenelements 2 angesaugt und über den Förderraum 16 des Spiralgehäuses 10 zum Druckstutzen 13 gefördert und über diesen abgegeben wird. Das Laufrad 20 kann bei anderen Ausführungsformen auch weniger oder mehr als zwei Schaufeln 20a umfassen. Die Schaufel bzw. Schaufeln 20a weisen, wie
- 30 in Fig. 3 gezeigt, jeweils eine dem Gegenelement 2 und somit der Fluidströmung zugewandte Eintrittskante 20b auf.

Das zu fördernde Abwasser kann mit einer Vielzahl unterschiedlicher Feststoffe versetzt sein, beispielsweise Faserstoffe, die sich während des Pumpenbetriebs an gewissen Teilen der Pumpe festsetzen können. Aus diesem Grund ist ein Element 5 vorgesehen,  
5 das an der zylindrischen Innenwandung des Gegenelements 2 angeformt ist und sich in Richtung der Drehachse A erstreckt.

Das Element 5 streift im Fördermedium enthaltene Feststoffe ab, die am Laufrad 20, insbesondere an den Eintrittskanten 20b der Schaufeln 20a anhaften. Die abgestreiften  
10 Feststoffe können über eine speziell dafür vorgesehene spiralförmige Nut 6 innerhalb des Gegenelements 2 der Druckseite zugeführt werden können.

Um die Abstreifwirkung des Elements 5 optimal zu gestalten, muss dessen Form und Lage innerhalb des Gegenelements 2 an die konkrete Laufrad- und Gehäusekonstruktion angepasst werden. Die Länge des Elements 5 sollte mindestens 30 %, bevorzugt  
15 mindestens 50 % bzw. bestenfalls ca. 70 % bis 80 % des Radius des zylindrischen Gegenelements 2 betragen.

Fig. 2 zeigt einen Vertikalschnitt einer horizontal aufgestellten Kreiselpumpe 1. Die relative Position des Elements 5 zum Sporn 17 des Spiralgehäuses 10 kann die Abgabe  
20 der abgestreiften Feststoffe an den Druckstutzen 13 beeinflussen. Das Element 5 ist günstigerweise um den Winkel  $\varphi$  versetzt zu dem Sporn 17 angeordnet. Das Element 5 ist in Strömungsrichtung blickend vor dem Sporn 17 angeordnet. Festkörper, wie Steine, können sich gegebenenfalls im unteren Teil des Spiralgehäuses 10 bzw. Laufrades 20 ansammeln. Durch Anordnung des Elements 5 in der Umgebung des Sporns 17  
25 wird dieses außerhalb von den steinigen Ansammlungen positioniert. Der Winkel  $\varphi$  beträgt vorzugsweise zwischen  $0^\circ$  bis  $45^\circ$ , in der dargestellten Ausführungsvariante beträgt der Winkel  $\varphi$   $25^\circ$ .

30 Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch das offene Laufrad 20 und dem mit der Eintrittskante 20b der wenigstens einen Schaufel 20a des Laufrads 20 zusammenwirkenden Gegenelement 2. Um die Strömung im Pumpeneinlass zum Laufrad 20 möglichst wenig durch

das Element 5 zu beeinflussen, ist das Element 5 pyramidenartig geformt mit insgesamt drei, teils abgerundeten Seitenflächen und der an der Schaufelkante 20b des Laufrads 20 fast anliegenden Grundfläche.

- 5 Der Abstand 31 zwischen der Schaufelkante 20b des Laufrads 20 und der Fläche der Abstreifkante des Elements 5 sollte in einem Bereich zwischen 0,05 bis 3 mm liegen, wobei dieser Abstand in Radialrichtung variieren kann. Ein zu groß gewählter Abstand birgt die Gefahr, dass kleine Feststoffe nicht vom Element 5 erfasst werden können, wohingegen ein zu klein gewählter Abstand das Risiko eines Anlaufens von Element 5  
10 und Laufrad 20 erhöht.

Gemäß der Erfindung ist das Gegenelement 2 zweiteilig mit einem ersten Teil 3 und einem zweiten Teil 4 ausgeführt. Das Element 5 ist in der dargestellten Ausführungsvariante einstückig mit dem zweiten Teil 4 ausgebildet. Einstückig bedeutet, dass es sich  
15 um ein Bauteil aus einem Werkstoff handelt und somit das zweite Teil 4 sowie das Element 5 die gleichen Eigenschaften aufweisen.

Die Härte des ersten Teils 3 beträgt in dieser Ausführungsvariante der Erfindung nach Brinell mehr als 550 HB. Zur Vermeidung von Schädigungen durch stoßartige Belastungen ist der zweite Teil 4 des Gegenelements 2 mit dem Element 5 duktiler als der erste  
20 Teil 3 des Gegenelements 2 ausgebildet. Dabei beträgt die Bruchdehnung als Maß der Duktilität des zweiten Teils 4 und des Elements 5 18 %. Die Zugfestigkeit des zweiten Teils 4 beträgt zur elastischen Gestaltung des Elements 5 400 N/mm<sup>2</sup> und die Kerbschlagzähigkeit 14 N/cm<sup>2</sup>. Durch die vorteilhafte Ausgestaltung des zweiten Teils 4 des  
25 Gegenelements 2 ist dieses wirksam gegen Zerstörung durch stoßartige Belastungen geschützt.

In der dargestellten Ausführungsvariante der Erfindung ist der zweite Teil 4 des Gegenelements 2 mit dem angeformten Element 5 aus dem Werkstoff EN-GJS-400-18-LT mittels Gussverfahren gebildet worden, wobei der erste Teil 1 des Gegenelements 2 aus  
30 dem Werkstoff EN-GJN-HB555 (XCr14) gegossen wurde.

Beide Teile 3, 4 des Gegenelements 2 bilden eine Einheit als funktionales Gesamtbauteil. Dazu sind die Teile 3, 4 formschlüssig als auch kraftschlüssig miteinander verbunden und mittels Passung 30 ineinandergefügt. Der zweite Teil 4 des Gegenelements 2 bildet dabei im Wesentlichen den Saugmund der Kreiselpumpe 1

5

Die vorteilhafte Ausgestaltung des Gegenelements 2 in zwei Teilen 3, 4 mit unterschiedlichen Eigenschaften erzielt eine Schleißwand, die besonders hart gegen abrasiven Verschleiß ausgebildet ist und gleichzeitig ein Abstreifelement, das besonders elastisch und gleichzeitig stoßfest gegen stoßartige Belastungen ausgeführt ist.

10

In Fig. 4 zeigt eine perspektivische Darstellung des Gegenelements 2, das aus dem ersten Teil 3 und dem zweiten Teil 4 mittels sechs Schrauben 32, die in einem Winkel von je 60° zueinander angeordnet sind, zu einem Bauteil fixiert wird. Das Element 5 ragt in die Einlassöffnung 15 und weist eine scharfe Kante 34 zum Zerteilen von faserigen Feststoffen auf. Das Gegenelement 2, insbesondere das erste Teil 3, weist vier Bohrungen 33 auf und wird anhand der Bohrungen 33 am bzw. im Pumpengehäuse befestigt und derart justiert, dass sich ein exakter Spalt zwischen Laufrad 20 und Gegenelement 2 bildet. Dabei beträgt der Spalt 0,3 mm. Ferner ist ersichtlich, dass das zweite Element 4, in Strömungsrichtung gesehen, vor dem ersten Element 3 angeordnet ist.

20

Fig. 5 zeigt eine weitere, perspektivische Darstellung des Gegenelements 2. Zur wirksamen Vermeidung dauerhafter Verzopfungen weist das Gegenelement 2 eine Nut 6 auf, wobei sich die Nut 6 vom ersten Teil 3 zum zweiten Teil 4 des Gegenelements 2 tangential umlaufend erstreckt und zwischen den Teilen 3, 4 einen Versatz 7 aufweist. Die Nut 6 umfasst eine dauerhaft scharfe Schneidkante 35, wobei der Versatz 7 zwischen den Teilen 3, 4 des Gegenelements 2 eine zusätzliche Schneidkante bildet. Zudem ist das Element 5 im zweiten Teil 4 unmittelbar an der Nut 6 angeordnet, dass die abgestreiften Feststoffe über die Nut 6 abgeführt werden können.

25

## Patentansprüche

5

1. Kreispumpe (1) zur Förderung feststoffhaltiger Medien mit einem, wenigstens eine  
Schaufel (20a) aufweisenden offenen Laufrad (20) und einem damit zusammenwir-  
kenden Gegenelement (2), wobei das Gegenelement (2) ein Element (5) umfasst,  
das in den Saugmund der Kreispumpe (1) hineinragt und mit einer Eintrittskante  
(20b) der wenigstens einen Schaufel (20a) des offenen Laufrads (20) zusammen-  
wirkt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gegenelement (2) zweiteilig mit einem  
ersten Teil (3) und einem zweiten Teil (4) zur elastischen Gestaltung des Elements  
(5) ausgebildet ist.
2. Kreispumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Element (5)  
mit dem zweiten Teil (4) des Gegenelements (2) einstückig ausgebildet ist.
3. Kreispumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste  
Teil (3) des Gegenelements (2) eine höhere Härte als der zweite Teil (4) aufweist,  
wobei die Härte des ersten Teils (3) nach Brinell mehr als 550 HB, vorzugsweise  
mehr als 600 HB, insbesondere mehr als 650 HB beträgt.
4. Kreispumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass  
der zweite Teil (4) des Gegenelements (2) duktiler als der erste Teil (3) ausgebil-  
det ist, wobei die Bruchdehnung des zweiten Teils (4) mehr als 14 %, vorzugs-  
weise mehr als 16 %, insbesondere mehr als 18 % beträgt.
5. Kreispumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Zugfestigkeit des zweiten Teils (4) mehr als 400 N/mm<sup>2</sup>, vorzugsweise mehr  
als 500 N/mm<sup>2</sup>, insbesondere mehr als 600 N/mm<sup>2</sup> beträgt.

6. Kreislumppe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teil (3) und der zweite Teil (4) des Gegenelements (2) formschlüssig und/oder kraftschlüssig miteinander verbunden sind.
- 5 7. Kreislumppe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Gegenelement (2) eine Nut (6) aufweist, wobei sich die Nut (6) vom ersten Teil (3) zum zweiten Teil (4) erstreckt und zwischen den Teilen (3, 4) einen Versatz (7) aufweist.
- 10 8. Kreislumppe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Gegenelement (2) mindestens eine Zug- und/oder Druckschraube zur Ausrichtung des Gegenelements (2) umfasst.
- 15 9. Kreislumppe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Teile (3, 4) des Gegenelements (2) im Wesentlichen ringförmig und/oder trompetenrichterförmig ausgebildet sind.
10. Kreislumppe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Element (5) die Form einer dreiflächigen Pyramide mit gekrümmten Seitenflächen aufweist und sich in Richtung der Drehachse des Laufrads (20) erstreckt.
- 20 11. Kreislumppe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Gegenelement (2) aus einem metallischen Werkstoff, vorzugsweise einem Gusswerkstoff oder einem nichtrostenden Stahl-Werkstoff ausgebildet ist.
- 25 12. Kreislumppe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Gegenelement (2) additiv ausgebildet ist.
- 30 13. Kreislumppe nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Gegenelement (2) als Schließwand ausgebildet ist.