

LAUFRAD FÜR EINE KREISELPUMPE UND KREISELPUMPE

Die Erfindung betrifft ein Laufrad für eine Kreiselpumpe nach dem Oberbegriff
5 des Anspruchs 1.

Es sind bereits Laufräder für Kreiselpumpen, mit zumindest einem Flügel, der eine Oberseite aufweist, die in zumindest einem Teilbereich zumindest eine Knicklinie aufweist, bekannt. Die Flügel sind dabei entlang der Knicklinie in Richtung einer Flächennormale einer Oberseite V-förmig geöffnet, d.h. eine
10 Öffnung der Flügel weist in eine Drehrichtung, in die das Laufrad in einem Betrieb zur Erzeugung einer Pumpwirkung gedreht wird.

Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, ein Laufrad bereitzustellen, mittels dem eine Charakteristik einer Kreiselpumpe verbessert werden kann. Die Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes Laufrad
15 entsprechend dem Anspruch 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Erfindung geht aus von einem Laufrad für eine Kreiselpumpe, mit zumindest einem Flügel, der eine in zumindest einem Teilbereich konkav gekrümmte Unterseite und in zumindest einem Teilbereich zumindest eine
20 Knicklinie aufweist, die zumindest im Wesentlichen entlang einer Haupterstreckungsrichtung der Unterseite verläuft.

Es wird vorgeschlagen, dass der Flügel entlang der Knicklinie in zumindest einem Teilbereich in Richtung einer Flächennormale der Unterseite zumindest V-förmig geöffnet ist. Indem der Flügel des Laufrads eine V-Form aufweist, die
25 im Vergleich mit dem Stand der Technik genau umgekehrt geöffnet ist, kann ein Strömungsverhalten insbesondere innerhalb des Pumprads verbessert werden, wodurch insbesondere eine Charakteristik einer Kreiselpumpe verbessert werden kann. Unter einem „Flügel“ soll dabei insbesondere eine Bauteil des Laufrads verstanden werden, das eine Wandung eines

Pumpraums ausbildet und die radial nach außen gewandte Oberseite aufweist, welche dazu vorgesehen ist, in einem Betrieb eine Pumpwirkung zu erzeugen. Unter einer „Pumpkammer“ soll dabei insbesondere ein durch das Laufrad begrenztes Volumen verstanden werden, welches einen radial innen

5 liegenden Ansaugbereich mit einem radial außenliegenden Druckbereich verbindet. Die Pumpkammer kann dabei grundsätzlich in mehrere axial hintereinander liegende Teilkammern unterteilt sein, die alle den gleichen Ansaugbereich mit dem gleichen Druckbereich verbinden. Grundsätzlich ist es aber auch denkbar, dass das Laufrad mehrere axial hintereinander

10 liegende unterschiedliche Pumpkammern aufweist, die jeweils unterschiedliche Ansaugbereiche mit einem einzigen Druckbereich verbinden. Unter einer „Unterseite“ soll dabei insbesondere eine durch den Flügel ausgebildete Fläche verstanden werden, deren Oberflächennormale eine Komponente aufweist, welche in Bezug auf eine Rotationsachse des Laufrads

15 radial nach innen gerichtet ist. Unter einer „Knicklinie“ soll dabei eine durch eine räumlich eng begrenzte Krümmung des Flügels definierte Linie verstanden werden. Vorzugsweise ist im Bereich der Knicklinie ein Krümmungsradius in axialer Richtung wesentlich größer ist als ein Krümmungsradius in benachbarten Bereichen. Vorzugsweise beträgt der

20 Krümmungsradius im Bereich der Knicklinie höchstens einige Millimeter. Je nach Abrundungen im Bereich der Knicklinie kann der Krümmungsradius aber auch im Bereich von Zehntel-Millimeter oder im Bereich von Hundertstel-Millimeter liegen. Die Bezugsangaben „axial“, „radial“ und „in Umfangsrichtung“ soll dabei hier und im Folgenden, sofern nicht explizit

25 anders ausgeführt, auf die Rotationsachse des Laufrads bezogen werden. Unter „V-förmig“ geöffnet soll dabei insbesondere verstanden werden, dass die Unterseite ein geöffnetes V ausbildet, d.h. dass die Oberfläche zwei beidseits der Knicklinie angeordnete Teilflächen aufweist, die einander zugewandt sind, wobei sich das V ausgehend von der Knicklinie

30 vorzugsweise radial nach innen öffnet.

Vorzugsweise weist der zumindest eine Flügel an der Unterseite einen durch die Knicklinie aufgespannten Öffnungswinkel auf, der in zumindest einem

Teilbereich kleiner als 180 Grad ist. Dadurch kann die V-förmige Öffnung besonders vorteilhaft realisiert werden. Unter einem Öffnungswinkel soll dabei insbesondere ein Freiwinkel verstanden werden, den die beiden einander zugewandten Teilflächen miteinander einschließen.

- 5 Weiter wird vorgeschlagen, dass der Öffnungswinkel in zumindest einem Teilbereich eine Winkelhalbierende aufweist, die zumindest im Wesentlichen in einer Ebene liegt, die senkrecht zu einer Rotationsachse orientiert ist. Dadurch kann eine symmetrische Ausgestaltung des Flügels erreicht werden, wodurch insbesondere in dem Druckbereich ein verbessertes
- 10 Strömungsverhalten erreicht werden kann. Unter einer „Winkelhalbierenden des Öffnungswinkels“ soll dabei insbesondere eine Linie verstanden werden, die die Knicklinie schneidet und die den Öffnungswinkel in zwei gleich große Teilwinkel aufteilt. Unter „zumindest im Wesentlichen“ soll dabei insbesondere
- 15 Rotationsachse und die Winkelhalbierende einschließen, kleiner als 5 Grad ist. Vorzugsweise ist der Winkel zwischen der Ebene senkrecht zu der Rotationsachse und der Winkelhalbierenden kleiner als 3 Grad und besonders bevorzugt kleiner als 1 Grad.

- 20 Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Winkelhalbierende und die Knicklinie eine Ebene aufspannen, die senkrecht zu einer Rotationsachse orientiert ist. Dadurch kann der Flügel symmetrisch in Bezug auf eine Ebene senkrecht zur Rotationsachse ausgebildet werden, wodurch insbesondere im Druckbereich ein besonders vorteilhaftes Strömungsverhalten erreicht werden kann.

- 25 Vorzugsweise weist die Unterseite des Flügels zumindest zwei, jeweils auf einer Seite der Knicklinie angeordnete Teilflächen auf, die an der Knicklinie mit einer Ebene senkrecht zu einer Rotationsachse einen spitzen Winkel einschließen. Dadurch kann die V-förmige Ausbildung der Unterseite besonders gut erreicht werden. Unter einem spitzen Winkel soll dabei ein Winkel kleiner als 90 Grad verstanden werden, wobei der Winkel
- 30 vorzugsweise in einer Richtung parallel zu der Rotationsachse bestimmt wird.

Zudem wird vorgeschlagen, dass die Winkel zwischen der Ebene senkrecht zu der Rotationsachse und den Teilflächen jeweils kleiner als 80 Grad sind.

Dadurch kann ein vorteilhafter Öffnungswinkel der Unterseite erreicht werden. Vorzugsweise sind die Winkel kleiner als 75 Grad. Besonders vorteilhaft sind die Winkel kleiner als 70 Grad.

- In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung weisen die Teilflächen in
- 5 axialer Richtung eine zumindest im Wesentlichen ebene Ausgestaltung auf. Unter einer „in axialer Richtung ebene Ausgestaltung“ soll dabei insbesondere verstanden werden, dass die Unterseite des Flügels entlang zumindest einer Längsschnittebene im Bereich der Teilflächen durch eine Gerade beschreibbar ist. Vorzugsweise ist der Öffnungswinkel durch eine relative
- 10 Ausrichtung der beiden Teilflächen zueinander definiert und in der Längsschnittebene bestimmbar. Unter einer „Längsschnittebene“ soll dabei ein Schnitt entlang einer Ebene, welche die Rotationsachse aufweist, verstanden werden.

- Weiter wird vorgeschlagen, dass das Laufrad zwei seitlich an den zumindest
- 15 einen Flügel angrenzende Laufradscheiben aufweist, mit denen die Teilflächen der Unterseite des Flügels in zumindest einem Teilbereich einen stumpfen Winkel einschließen. Dadurch können die durch die Flügel in radialer Richtung begrenzten Druckkammern einfach auch in axialer Richtung begrenzt werden, wobei sich bei einer solchen Ausgestaltung die V-förmige
- 20 Ausbildung der Unterseite in dem zumindest einen Teilbereich über eine gesamte axiale Breite des Flügels erstreckt. Unter einem „stumpfen Winkel“ soll ein Winkel größer als 90 Grad verstanden werden, wobei der Winkel vorzugsweise in einer Richtung parallel zu der Rotationsachse bestimmt wird. Die Winkel zwischen den Laufradscheiben und den Teilflächen kann damit
- 25 insbesondere in einer Längsschnittebene bestimmt werden. Unter einer „Laufradscheibe“ soll dabei insbesondere eine senkrecht zu der Rotationsachse angeordnete Scheibe verstanden werden, die die Druckkammern des Laufrads in axialer Richtung begrenzt. Grundsätzlich können die Flügel und die Kammern zumindest teilweise einstückig oder
- 30 mehrteilig ausgeführt sein.

Vorzugsweise weist der zumindest eine Flügel in zumindest einer Längsschnittebene einen symmetrischen Querschnitt auf. Dadurch kann eine besonders vorteilhafte Ausbildung, insbesondere im Hinblick auf die Charakteristik der Kreispumpe und/oder eine konstruktive Ausgestaltung, erreicht werden. Unter einem „symmetrischen Querschnitt“ soll dabei insbesondere eine spiegelsymmetrische Ausgestaltung in Bezug auf eine Ebene senkrecht zu der Rotationsachse verstanden werden.

Zudem wird vorgeschlagen, dass der zumindest eine Flügel in zumindest einer Schnittebene eine zumindest im Wesentlichen gleichbleibende Stärke aufweist. Dadurch kann das Laufrad weiter verbessert werden. Unter einer „gleichbleibenden Stärke“ soll dabei insbesondere verstanden werden, dass die Stärke des Flügels, d.h. dass seine Abmessung senkrecht zu der Unterseite, entlang einer Schnittlinie in der Schnittebene zumindest im Wesentlichen konstant ist.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn der Öffnungswinkel zumindest 60 Grad und/oder höchstens 160 Grad beträgt. Dadurch kann die Unterseite vorteilhaft ausgebildet werden. Vorzugsweise beträgt der Öffnungswinkel zumindest 80 Grad und/oder höchstens 130 Grad. Besonders vorteilhaft beträgt der Öffnungswinkel zumindest 100 Grad und/oder höchstens 120 Grad.

Zudem wird als eine Weiterbildung vorgeschlagen, dass das Laufrad eine Mittelwandung, die insbesondere im Bereich der Knicklinie angeordnet ist, aufweist. Dadurch können die Pumpkammern des Laufrads strömungstechnisch in axial hintereinanderliegende Teilvolumen unterteilt werden, wodurch ein besonders vorteilhaftes Strömungsverhalten erreicht werden kann. Unter einer „Mittelwandung“ soll dabei insbesondere eine Wandung zur Unterteilung von Pumpkammern in zwei strömungstechnisch parallel geschaltete Teilvolumen verstanden werden. Unter einer Mittelwandung soll insbesondere keine radial durchgängige Laufradscheibe verstanden werden, die dazu vorgesehen ist, ein mehrstufiges oder doppelflutiges Laufrad auszubilden. Unter einem „mehrstufigen Laufrad“ soll dabei insbesondere ein Laufrad verstanden werden, dass mehrere strömungstechnisch hintereinander geschaltete Ansaugbereiche aufweist. Unter einem „doppelflutigen Laufrad“ soll insbesondere ein Laufrad

verstanden werden, dass zwei strömungstechnisch parallel geschaltete Ansaugbereiche und an jeden der Ansaugbereiche anschließende Pumpkammern aufweist, wobei die Ansaugbereiche über die Pumpenkammer mit einem einzigen, gemeinsamen Druckbereich strömungstechnisch verbunden sind.

Grundsätzlich kann das Laufrad eine einflutige Ausgestaltung mit einem einzigen Ansaugbereich und mit einem einzigen, strömungstechnisch mit dem einen Ansaugbereich verbundenen Druckbereich aufweist. Alternativ ist es aber auch denkbar, dass das Laufrad eine doppelflutige Ausgestaltung mit zwei axial gegenüberliegenden Ansaugbereichen, mit einer die zwei Ansaugbereiche trennenden Laufradscheibe und mit einem gemeinsamen, strömungstechnisch mit den zwei Ansaugbereichen verbundenen Druckbereich aufweist. Ein Laufrad mit doppelflutiger Ausgestaltung wird dabei von beiden Seiten mit Fluid gespeist, wohingegen ein Laufrad mit einflutiger Ausgestaltung lediglich von einer Seite mit Fluid gespeist wird.

Außerdem wird eine Kreiselpumpe mit einem erfindungsgemäßen Laufrad vorgeschlagen.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Figurenbeschreibung. In den Figuren sind zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Figuren, die Figurenbeschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Darstellung zum Stand der Technik,

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Laufrads einer Kreiselpumpe,

- Fig. 3 einen Längsschnitt durch das Laufrad entlang einer Längsschnittebene,
- Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung eines Teilbereichs aus Fig. 3 und
- Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel eines Laufrads mit einer Mittelwandung.
- 5 Figur 1 zeigt ein Laufrad 110 für eine Kreiselpumpe, wie es als Stand der Technik bekannt ist. Das Laufrad 110 ist zur Erzeugung einer Pumpwirkung vorgesehen ist. Zur Erzeug der Pumpwirkung umfasst das Laufrad 110 eine Mehrzahl von Flügeln 111, die eine konkav gekrümmte Unterseite 112 und eine konvex gekrümmte Oberseite 126 aufweist. Die Flügel 111 weisen
- 10 jeweils eine Knicklinie 113 auf, die entlang einer Haupterstreckungsrichtung der Flügel 111 verläuft. Entlang der Knicklinie 113 sind die Flügel 111 in Richtung einer Flächennormale der Oberseite 126 V-förmig geöffnet, d.h. eine Öffnung der Flügel 111 weist in eine Drehrichtung, in die das Laufrad 110 in einem Betrieb zur Erzeugung der Pumpwirkung gedreht wird.
- 15 Die Figur 2 zeigt eine doppelflutige Krieriselpumpe und die Figuren 3 und 4 zeigen teilweise schematisiert eine einflutige Kreiselpumpe mit einem erfindungsgemäßen Laufrad 10a, das zur Erzeugung einer Pumpwirkung vorgesehen ist. Die Kreiselpumpe umfasst ein nicht näher dargestelltes Pumpgehäuse, in dem das Laufrad 10a drehbar gelagert ist, und einen
- 20 Antriebsflansch 27a, der drehfest mit dem Laufrad 10a verbunden ist und der dazu vorgesehen ist, das Laufrad 10a mit einer nicht näher dargestellten Antriebsmaschine zu verbinden. Das Laufrad 10a, das um eine Rotationsachse 17a drehbar gelagert ist, weist einen radial innen liegenden Ansaugbereich 28a und einen radial außen liegenden Druckbereich 29a auf.
- 25 Zur Erzeugung der Pumpwirkung umfasst das Laufrad 10a eine Mehrzahl von Flügeln 11a. Die Flügel 11a weisen jeweils eine Oberseite 26a, die der Rotationsachse 17a abgewandt ist, und eine Unterseite 12a, die der Rotationsachse 17a zugewandt ist, auf. Die Flügel 11a, die jeweils analog ausgebildet sind, sind gleichmäßig über einen Umfang des Laufrads 10a
- 30 verteilt. Die Flügel 11a sind in Bezug auf die Rotationsachse 17a spiralförmig angeordnet. Die Oberseiten 26a der Flügel 11a sind im Wesentlichen konkav

gekrümmt. Die Unterseiten 12a der Flügel 11a sind im Wesentlichen konvex gekrümmt.

Zudem umfasst das Laufrad 10a zwei Laufradscheiben 22a, 23a, die beidseitig an die Flügel 11a angrenzen. Die Laufradscheiben 22a, 23a sind im Wesentlichen senkrecht zu der Rotationsachse 17a angeordnet. Gemeinsam mit den Flügeln 11a bilden die Laufradscheiben 22a, 23a eine Mehrzahl von Pumpkammern 30a aus, die in einem Betrieb eine Druckdifferenz zwischen dem Ansaugbereich 28a und dem Druckbereich 29a bewirken. Die Pumpkammern 30a werden in axialer Richtung durch die Laufradscheiben 22a, 23a begrenzt. Radial innen werden die Pumpkammern 30a durch die Oberseite 26a von jeweils einem der Flügel 11a begrenzt. Radial außen werden die Pumpkammern 30a durch die Unterseite 12a des jeweils nachfolgenden Flügels 11a begrenzt. Die Flügel 11a und die Laufradscheiben 22a, 23a sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel einstückig ausgebildet. Grundsätzlich ist aber auch eine mehrteilige Ausgestaltung denkbar.

In einem Betrieb wirken die Oberseiten 26a der Flügel 11a als Druckflächen. Die Pumpwirkung wird im Wesentlichen durch einen Verlauf der Oberseiten 26a der Flügel 11a bedingt. Rotiert das Laufrad 10a um die Rotationsachse 17a, bilden die Oberseiten 26a Druckflächen aus, die in Verbindung mit einer durch eine Drehbewegung des Laufrads 10a bedingten Fliehkraft ein zu pumpendes Medium, insbesondere Flüssigkeiten, radial nach außen befördern.

Die Flügel 11a weisen jeweils eine Knicklinie 13a auf, die im Wesentlichen entlang einer Umfangsrichtung verläuft. Die Knicklinie 13a verläuft entlang einer Haupterstreckungsrichtung der Flügel 11a und damit entlang von Haupterstreckungsrichtungen der Unterseite 12a und der Oberseite 26a. Entlang der Knicklinie 13a bilden die Flügel 11a an der Oberseite 26a und der Unterseite 12a jeweils einen Knick aus, der zumindest in einem äußeren Teilbereich des entsprechenden Flügels 11a axial mittig auf der Oberseite

26a und der Unterseite 12a verläuft. Die Knicklinie 13a liegt an der Oberseite 26a und an der Unterseite 12a in einer Ebene 16a, die senkrecht zu der Rotationsachse 17a orientiert ist.

Die Knicklinie 13a, entlang der die Oberseite 26a und die Unterseite 12
5 jeweils geknickt sind, verläuft in dem dargestellten Ausführungsbeispiel lediglich in den äußeren Teilbereichen der Flügel 11a in Umfangsrichtung. In inneren Teilbereichen, insbesondere im Ansaugbereich 28a, ist die Knicklinie 13a in Richtung eines Rands der Flügel 11a geführt, wodurch die Knicklinie 13a schräg zur Umfangsrichtung verläuft. Die Knicklinie 13a ist dabei
10 insbesondere im Ansaugbereich 28a bis an den Rand des Flügels 11a geführt, wodurch die Flügel 11a in dem dargestellten Ausführungsbeispiel innen knickfrei sind und lediglich außen den Knick aufweisen.

Durch Veränderung eines Verlaufs der Knicklinie 13a kann das Laufrad 10a an unterschiedliche Anforderungen, welche an die Kreislumppe gestellt sind,
15 angepasst werden. Insbesondere eine axial Position, die die Knicklinie 13a an unterschiedlichen Radien aufweisen, kann von dem dargestellten Ausführungsbeispiel abweichen. Beispielsweise kann die Knicklinie 13a auch radial außen an einen Rand der Flügel 11a herangeführt werden, beispielsweise um die Flügel 11a mit einem Knick zu versehen, der entlang der
20 Haupterstreckungsrichtung der Flügel 11a von dem einen Rand diagonal über den entsprechenden Flügel 11a zu dem anderen Rand verläuft. Grundsätzlich können dabei auch mittlere Teilbereiche, die zwischen dem äußeren Teilbereich der Flügel 11a und einem inneren Teilbereich liegen, knickfrei ausgebildet werden, während die inneren und äußeren Teilbereiche
25 einen Knick aufweisen.

Die Flügel 11a sind jeweils entlang ihrer Knicklinie 13a in Richtung einer Flächennormale der Unterseite 12a V-förmig geöffnet. Die Flügel 11a weisen an der Unterseite 12a entlang der jeweiligen Knicklinie 13a einen
30 Öffnungswinkel 14a auf, der zumindest in den Teilbereichen, in denen der entsprechende Flügel 11a geknickt ist, kleiner als 180 Grad ist. Der Öffnungswinkel 14a, der eine Öffnung des Flügels 11a definiert, ist radial nach innen gerichtet. In einer Längsschnittebene, d.h. einer Schnittebene, in der die Rotationsachse 17a liegt, weist die Unterseite 12a eine V-förmige

Struktur auf (vgl. Figur 4). Ein Punkt an der Unterseite 12a des entsprechenden Flügels 11a, der auf der Knicklinie 13a liegt, weist zu der Rotationsachse 17a einen größeren Abstand auf als alle weiteren Punkte an der Unterseite 12a des entsprechenden Flügels 11a, die in derselben

5 Längsschnittebene liegen. Zumindest in außen liegenden Teilbereichen bildet damit die Knicklinie 13a in sämtlichen Längsschnittebenen einen radial äußeren Punkt der Unterseite 12a in der entsprechenden Längsschnittebene aus.

Der Öffnungswinkel 14a weist eine Winkelhalbierende 15a auf, die parallel zur

10 Umfangsrichtung gerichtet ist. Die Winkelhalbierende 15a verläuft damit in einer Ebene 16a, die senkrecht zu der Rotationsachse 17a orientiert ist. Die Knicklinie 13a verläuft in der gleichen Ebene 16a. Die Winkelhalbierende 15a und die Knicklinie 13a spannen damit die senkrecht zu der Rotationsachse 17a verlaufene Ebene 16a auf. Die Winkelhalbierende 15a liegt entlang der

15 gesamten Knicklinie 13a in der Ebene 16a, die parallel zu der Rotationsachse 17a orientiert ist.

Die Unterseite 12a des Flügels 11a weist beidseits der Knicklinie 13a Teilflächen 18a, 19a auf, die mit der Ebene 16a senkrecht zu der Rotationsachse 17a, die durch die Winkelhalbierende 15a und die Knicklinie

20 13a aufgespannt wird, einen spitzen Winkel 20a, 21a einschließen. Die beiden Teilflächen 18a, 19a sind einander zugeneigt. Die Teilflächen 18a, 19a schließen mit der Ebene 16a, die senkrecht zu der Rotationsachse 17a verläuft, jeweils einen Winkel 20a, 21a von ca. 60-65 Grad ein. Der Öffnungswinkel 14a beträgt damit ca. 120-130 Grad. Grundsätzlich können

25 die Winkel 20a, 21a zwischen den Teilflächen 18a, 19a und der Ebene 16a senkrecht zu der Rotationsachse 17a zwischen 5 Grad und 70 Grad liegen. Insbesondere ist es dabei auch denkbar, dass der Öffnungswinkel 14a sich entlang der Knicklinie 13a verändert, insbesondere wenn die Unterseite 12a in einem Teilbereich knickfrei ist. Der Öffnungswinkel 14a kann in einer

30 solchen Ausgestaltung von einem bestimmten Wert, beispielsweise 120 Grad,

entlang der Haupterstreckungsrichtung der Flügel 11a sukzessive in einen knickfreien Zustand übergehen.

Die Teilflächen 18a, 19a weisen in axialer Richtung eine ebene Ausgestaltung auf. Die Teilflächen 18a, 19a sind lediglich in Umfangsrichtung gekrümmt. In
5 einem Schnitt entlang der Längsschnittebenen weisen die Teilflächen 18a, 19a einen ebenen Verlauf auf (vgl. Figur 3). In einem Schnitt in der Ebene 16a senkrecht zu der Rotationsachse 17a sind die Teilflächen 18a, 19a gekrümmt. Mit den Laufradscheiben 22a, 23a, die seitlich an den Flügel 11a angrenzen, schließen die Teilflächen 18a, 19a an der Unterseite 12a des
10 Flügels 11a jeweils einen stumpfen Winkel 20a, 21a ein. Die Winkel 24a, 25a, die die Teilflächen 18a, 19a an der Unterseite 12a jeweils mit den Laufradscheiben 22a, 23a einschließen, betragen jeweils ca. 120-130 Grad. Mit der Oberseite 26a des Flügels 11a schließen die Laufradscheiben 22a, 23a jeweils einen Winkel 31a, 32a von ca. 60 Grad ein. Die Winkel 24a, 25a
15 an der Unterseite 12a und die Winkel 31a, 32a an der Oberseite 26a sind jeweils komplementär zueinander ausgebildet.

Die Flügel 11a weisen zumindest in den äußeren Teilbereichen eine im Wesentlichen gleichbleibende Stärke auf, d.h. in einer entsprechenden Längsschnittebene ist die radiale Stärke der Flügel 11a im Wesentlichen
20 konstant. Die Oberseite 26a weist dadurch eine Form auf, die mit der V-förmigen Ausgestaltung der Unterseite 12a korrespondiert. An der Unterseite 12a weist die nach außen gewandte Oberfläche des Flügels 11a die V-förmige Ausgestaltung auf, die radial nach innen geöffnet ist. An der Oberseite 26a bildet ein Material des Flügels 11 die gleiche Form aus, wobei
25 das Material die V-förmige, nach innen geöffnete Ausgestaltung aufweist.

Der Flügel 11a weist in der Längsschnittebene einen symmetrischen Querschnitt auf. Die Ebene 16a senkrecht zu der Rotationsachse 17a, die durch die Winkelhalbierende 15a und die Knicklinie 13a aufgespannt wird, bildet eine Symmetrieebene aus. In Bezug auf die Ebene 16a ist der Flügel
30 11a in dem äußeren Teilbereich spiegelsymmetrisch ausgebildet. In dem inneren Teilbereich, insbesondere im Ansaugbereich 28a, ist der Flügel 11a asymmetrisch ausgebildet.

In der Figur 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung einer doppelflutigen Kreispumpe gezeigt. Die nachfolgenden Beschreibungen beschränken sich im Wesentlichen auf die Unterschiede zwischen den Ausführungsbeispielen, wobei bezüglich gleich bleibender Bauteile, Merkmale und Funktionen auf die Beschreibung des Ausführungsbeispiels der Figuren 2 bis 4 verwiesen werden kann. Zur Unterscheidung der Ausführungsbeispiele ist der Buchstabe a in den Bezugszeichen des Ausführungsbeispiels in den Figuren 2 bis 4 durch den Buchstaben b in den Bezugszeichen des Ausführungsbeispiels der Figur 5 ersetzt. Bezüglich gleich bezeichneter Bauteile, insbesondere in Bezug auf Bauteile mit gleichen Bezugszeichen, kann grundsätzlich auch auf die Zeichnungen und/oder die Beschreibung des Ausführungsbeispiels der Figuren 2 bis 4 verwiesen werden.

Figur 5 zeigt einen Ausschnitt aus einem Laufrad 10b für eine doppelflutige Kreispumpe, das eine Mehrzahl von Flügeln 11b aufweist, wobei in der vorliegenden Schnittdarstellung nur ein Flügel sichtbar ist. Die Flügel 11b weisen jeweils eine konkav gekrümmte Unterseite 12b und eine konvex gekrümmte Oberseite 26b auf. Zudem weist der Flügel 11b eine Knicklinie 13b auf, die entlang einer Haupterstreckungsrichtung des Flügels 11b verläuft. Die Unterseite 12b weist eine Flächennormale auf, die in jedem Punkt der Knicklinie 13b senkrecht zu einer Oberfläche des Flügels 11b orientiert ist. Entlang der Knicklinie 13b ist der Flügel 11b in Richtung der Flächennormale der Unterseite 12b V-förmig geöffnet. Zudem umfasst das Laufrad 10b zwei Laufradscheiben 22b, 23b, die beidseitig an die Flügel 11b anschließen und gemeinsam mit dem Flügeln 11b jeweils Pumpkammern 30b zur Förderung eines zu pumpenden Fluids aufspannen.

Im Unterschied zu dem vorangegangenen Ausführungsbeispiel umfasst das Laufrad 10b eine Mittelwandung 33b, die die Pumpkammern 30b jeweils in zwei axial hintereinander angeordnete Teilvolumen 34b, 35b unterteilt. Die Mittelwandung 33b ist im Bereich der Knicklinie 13b angeordnet. Die Mittelwandung 33b erstreckt sich in einem Abschnitt im Wesentlichen parallel zu den Laufradscheiben 22b, 23b. Mittels der Mittelwandung 33b kann

vorteilhaft erreicht werden, dass die durch die Ansaugbereiche 28b jeweils angesaugte Flüssigkeit im Ansaugbereich nicht direkt aufeinander trifft für eine verbesserte Pumpwirkung. Durch die Mittelwandung 33b wird die Pumpkammer 30b strömungstechnisch in zwei axial hintereinander angeordnete Teilvolumen 34b, 35b unterteilt.

Das Laufrad 10b weist einen radial innen liegenden Ansaugbereich 28b auf, der strömungstechnisch mit den axial hintereinanderliegenden Teilvolumen 34b, 35b verbunden ist. Zudem weist das Laufrad 10b einen radial außen liegenden Druckbereich 29b auf, der ebenfalls strömungstechnisch mit den axial hintereinanderliegenden Teilvolumen 34b, 35b verbunden ist. Jedes der Teilvolumen 34b, 35b verbindet somit den innenliegenden Ansaugbereich 28b mit dem außen liegenden Druckbereich 29b.

Die Mittelwandung 33b, die die Pumpkammern 30b in die axial hintereinander angeordneten Teilvolumen 34b, 35b unterteilt, ist in Form einer Erhöhung am sogenannten Hub der Kreiselpumpe ausgebildet. Der Ansaugbereich 28b ist innerhalb der Mittelwandung 33b angeordnet. Der Druckbereich 29b ist außerhalb der Mittelwandung 33b angeordnet. Die Mittelwandung 33b ist bezogen auf die Flügel 11b radial innenliegend angeordnet.

Das Laufrad 10b ist an einer Antriebsachse 27b angeordnet zum Antreiben des Laufrads 10b.

Patentansprüche

1. Laufrad für eine Kreiselpumpe, mit zumindest einem Flügel (11a; 11b),
der eine in zumindest einem Teilbereich konkav gekrümmte Unterseite
5 (12a; 12b) und in zumindest einem Teilbereich zumindest eine
Knicklinie (13a; 13b) aufweist, die zumindest im Wesentlichen entlang
einer Haupterstreckungsrichtung des zumindest einen Flügels (11a;
11b) verläuft,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 der Flügel (11a; 11b) entlang der Knicklinie (13a; 13b) in zumindest
einem Teilbereich in Richtung einer Flächennormale der Unterseite
(12a; 12b) V-förmig geöffnet ist.
2. Laufrad nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 der zumindest eine Flügel (11a; 11b) an der Unterseite (12a; 12b)
einen durch die Knicklinie (13a; 13b) aufgespannten Öffnungswinkel
(14a) aufweist, der in zumindest einem Teilbereich kleiner als 180 Grad
ist.
3. Laufrad nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 der Öffnungswinkel (14a) in zumindest einem Teilbereich eine
Winkelhalbierende (15a) aufweist, die zumindest im Wesentlichen in
einer Ebene (16a) liegt, die senkrecht zu einer Rotationsachse (17a)
orientiert ist.
- 25 4. Laufrad nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Winkelhalbierende (15a) und die Knicklinie (13a; 13b) die Ebene
(16a) aufspannen, die senkrecht zu der Rotationsachse (17a) orientiert
ist.

5. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Unterseite (12a; 12b) des Flügels (11a; 11b) zumindest zwei, auf
gegenüberliegenden Seiten der Knicklinie (13a; 13b) angeordnete
5 Teilflächen (18a, 19a) aufweist, die an der Knicklinie (13a; 13b) mit
einer Ebene (16a) senkrecht zu einer Rotationsachse (17a) jeweils
einen spitzen Winkel (20a, 21a) einschließen.
6. Laufrad nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 die Winkel (20a, 21a) zwischen der Ebene (16a) senkrecht zu der
Rotationsachse (17a) und den Teilflächen (18a, 19a) jeweils kleiner als
80 Grad sind.
7. Laufrad nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 die Teilflächen (18a, 19a) in axialer Richtung eine zumindest im
Wesentlichen ebene Ausgestaltung aufweisen.
8. Laufrad zumindest nach Anspruch 5,
gekennzeichnet durch
20 zwei seitlich an den zumindest einen Flügel (11a; 11b) angrenzende
Laufradscheiben (22a, 23a; 22b, 23b), mit denen die Teilflächen (18a,
19a) der Unterseite (12a; 12b) des Flügels (11a; 11b) in zumindest
einem Teilbereich einen stumpfen Winkel (24a, 25a) einschließen.
9. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 der zumindest eine Flügel (11a; 11b) in zumindest einer
Längsschnittebene einen symmetrischen Querschnitt aufweist.
10. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 der zumindest eine Flügel (11a; 11b) in zumindest einer Schnittebene
eine zumindest im Wesentlichen gleichbleibende Stärke aufweist.

11. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Öffnungswinkel (14a) zumindest 60 Grad und/oder höchstens 160 Grad beträgt.
- 5 12. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Mittelwandung (33b), die insbesondere im Bereich der Knicklinie (13b) angeordnet ist.
- 10 13. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine einflutige Ausgestaltung.
14. Laufrad nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch eine doppelflutige Ausgestaltung.
- 15 15. Kreislpumpe mit einem Laufrad (10a; 10b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.