



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 09 304 T2** 2005.02.17

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 200 731 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 09 304.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP00/07396**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 958 337.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/011234**

(86) PCT-Anmeldetag: **31.07.2000**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **15.02.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.05.2002**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **24.03.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.02.2005**

(51) Int Cl.7: **F03B 11/00**  
**F03B 13/08**

(30) Unionspriorität:  
**2279682 06.08.1999 CA**

(73) Patentinhaber:  
**Va Tech Hydro GmbH & Co., Wien, AT; General Electric Canada Inc., Mississauga, Ontario, CA**

(74) Vertreter:  
**Prietsch, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 80687 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT, DE, ES, FR, IT**

(72) Erfinder:  
**NICHTAWITZ, Alois, A-4050 Traun, AT; ANGERER, Karl, Christian, A-4082 Aschach, AT; COULSON, Stuart Thomas, Pointe Claire, CA**

(54) Bezeichnung: **TEILLEITSCHAUFEL FÜR HYDRAULISCHE REAKTIONSTURBINE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## Technisches Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die gegenständliche Erfindung bezieht sich auf ein Saugrohr einer hydraulischen Reaktionsturbine. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf gekrümmte Saugrohre mit einer Teilleitschaufel.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** In einer hydraulischen Reaktionsturbine ist das Saugrohr der Teil des Strömungskanals zwischen dem Austritt des Turbinenläufers und dem Austritt der Turbine. Der Zweck des Saugrohrs ist die Rückgewinnung eines Teils der am Austritt der Turbine in der Strömung noch übrigen Energie. Die Querschnittsfläche des Saugrohrausgangs ist größer als die am Eingang. Das führt zu typischerweise niedrigeren Austrittsgeschwindigkeiten als Eintrittsgeschwindigkeiten. Es ist erwünscht, die in der Strömung am Austritt des Saugrohrs übrige kinetische Energie zu minimieren, da die meiste Energie verloren ist, wenn die Strömung am Saugrohr austritt.

**[0003]** Viele Saugrohre müssen die Strömung um 90 Grad umlenken, da der Saugrohereintritt typischerweise vertikal und der Saugrohraustritt typischerweise horizontal ist. In kleinen Turbinen kann die Strömung auch umgekehrt sein. Solche Saugrohre sind allgemein als gekrümmte Saugrohre bekannt.

**[0004]** Eines der vielen früheren Saugrohrdesigns eigenen Probleme ist, dass sich die Strömung beim Umlenken vom Profil des Saugrohrs ablösen kann. Diese Strömungsablösung kann zu einem erheblichen Wirkungsgradverlust führen. Teilleitschaufeln, manchmal Strömungsteiler genannt, sind in der Vergangenheit benutzt worden, um die Leistung von schlechten Saugrohrdesigns zu verbessern. Schlechte Leistung ist besonders bei Betriebspunkten merkbar, bei denen der Durchfluss größer ist als der Durchfluss beim Punkt mit höchstem Wirkungsgrad für ein bestimmtes Gefälle.

**[0005]** Die herkömmliche Teilleitschaufel erstreckt sich über die gesamte Breite des Saugrohrs und ist in den Saugrohrwänden befestigt. Die Teilleitschaufel ist in der Nähe der Krümmung des Saugrohrs angeordnet, um das durch das Saugrohr fließende Fluid zur Richtungsänderung zu zwingen. Eine solche Teilleitschaufel für ein gekrümmtes Saugrohr ist im U.S. Patent 1,467,168, am 4. September 1923 erteilt an Victor Kaplan bekannt. Als Alternative offenbart U.S. Patent 2,060,101, am 10. November 1936 erteilt an Lewis Moody, die Teilleitschaufel quer zum Saugrohr anzuordnen und den Strömungsteiler an den Seitenwänden des Saugrohrs und an einem sich in Längsrichtung entlang des Saugrohrs erstreckenden zentralen Pfeilers zu befestigen.

**[0006]** Während die Verwendung von Strömungsteilerschaufeln die Leistung verbessert, erleichtern solche Strömungsteilerschaufeln nicht die natürliche Wirbelströmung des Wassers durch das Saugrohr. Die sich in Längsrichtung erstreckenden Pfeilers verkomplizieren dieses Problem noch weiter. Die Strömung am Austritt des Turbinenläufers ist von seiner Natur aus eine typische Wirbelströmung, besonders bei Durchflüssen unterhalb des dem Spitzenwirkungsgrades entsprechenden Durchflusses bei einem bestimmten Gefälle. Die Verwendung von herkömmlichen Teilleitschaufeln resultiert in einer Verschlechterung des Saugrohrwirkungsgrades für diese Teillastbereiche aufgrund der sich ergebenden Behinderung der Wirbelkomponente der Strömung. Die herkömmliche Teilleitschaufel ist nicht praktikabel für große Turbinen, da diese aufgrund der sehr hohen statischen und dynamischen Lasten zufolge der großen Oberfläche der sich über die gesamte Breite des Saugrohrs erstreckenden Teilleitschaufel zu einer sehr großen Struktur führt und die natürliche Wirbel- oder Strudelströmung durch das Saugrohr bei Durchflüssen unterhalb des Spitzenwirkungsgrads behindern.

**[0007]** Es gibt einen Bedarf für ein Saugrohr mit einer Teilleitschaufel das nicht zu einer Verschlechterung des Wirkungsgrades für Durchflüsse unterhalb der Durchflüsse für Spitzenwirkungsgrad führt und das noch immer die vollen Vorteile bei Durchflüssen oberhalb des Durchflusses des Spitzenwirkungsgrades bei einem bestimmten Gefälle bietet.

## Zusammenfassung der Erfindung

**[0008]** Die gegenständliche Erfindung bezieht sich auf eine Teilleitschaufel, befestigt in einem gekrümmten Saugrohr einer hydraulischen Reaktionsturbine, die sich teilweise über die Breite des Saugrohrs erstreckt, um die Strömung in der Krümmung des Saugrohrs umzulenken. Die Teilleitschaufel hat gegenüberliegende seitliche Randflächen, die von den Seitenwänden des Saugrohrs beabstandet sind, um eine Wirbelströmung im Saugrohr um die Teilleitschaufel zu ermöglichen. Eine solche Teilleitschaufel wird in der gesamten Offenbarung als „partielle Teilleitschaufel“ bezeichnet.

**[0009]** Die partielle Teilleitschaufel der gegenständlichen Erfindung erstreckt sich nicht über die gesamte Breite des Saugrohrs, was es der Randströmung ermöglicht, um den Teiler zu Wirbeln, während sie durch das Saugrohr fließt.

**[0010]** Die partielle Teilleitschaufel führt zu keinem Wirkungsgradverlust für die Betriebsbedingungen unterhalb der Durchflüsse für Spitzenwirkungsgrad und ermöglicht noch immer die vollen Vorteile bei Durchflüssen oberhalb des Durchflusses für Spitzenwirkungsgrad für ein bestimmtes Gefälle.

**[0011]** Die partielle Teilleitschaufel ist erheblich kleiner als eine konventionelle Teilleitschaufel, die sich über die gesamte Breite des Saugrohres erstreckt, was zu wesentlich kleineren statischen und dynamischen Belastungen aufgrund der kleineren Oberflächen und zu einer minimalen Behinderung der Wirbelkomponente der Strömung durch die partielle Teilleitschaufel führt. Das ermöglicht es, eine partielle Teilleitschaufel sowohl bei großen, als auch bei kleinen Turbinen zu verwenden.

**[0012]** Gemäß der gegenständlichen Erfindung kann sich die partielle Teilleitschaufel über weniger als 80% der Breite des Saugrohres erstrecken. Vorzugsweise erstreckt sich die Teilleitschaufel zwischen 50 und 80% der Breite des Saugrohres und hat ihre gegenüberliegenden seitlichen Ränder im Wesentlichen im gleichen Abstand zu den anliegenden Seitenwänden des Saugrohres. Die gegenüberliegenden seitlichen Randflächen der Teilleitschaufeln können in Strömungsrichtung zum Austritt des Saugrohres hin auseinandergelassen werden.

**[0013]** Vorzugsweise beinhaltet das Saugrohr eine Mehrzahl von Stützpfeilern, mit einem Ende eingebettet im Saugrohr und mit dem anderen Ende verbunden, um die Teilleitschaufel in nicht berührender Beziehung zu den Seitenwänden des Saugrohres zu positionieren. Vorzugsweise sind die Stützpfeiler an einer niedrigeren Oberfläche der Teilleitschaufel befestigt. Die Stützpfeiler sind von Rohren umgeben, die geformt sind, um die Effekte der Pfeiler auf die Strömung im Saugrohr zu minimieren. Das Saugrohr beinhaltet vorzugsweise zumindest einen an den Austritt anschließend Pfeiler, der sich in das Saugrohr erstreckt. Vorzugsweise umfasst die Teilleitschaufel zumindest eine den Pfeiler aufnehmende Ausnehmung, adaptiert zur Aufnahme des Pfeilers und zur Stützung der Teilleitschaufel am Pfeiler. In der bevorzugten Ausgestaltung ist die Teilleitschaufel quer zur Breite des Saugrohres und zu einer Seite des Saugrohres hin versetzt.

**[0014]** Gemäß eines Aspekts der gegenständlichen Erfindung gibt es ein Saugrohr für die Verwendung in einer Turbine mit einem Turbinenläufer. Das Saugrohr umfasst Seitenwände mit einem Eintritt zum Positionieren anschließend an den Turbinenläufer und einen einen Strömungsausgang für die Turbine festlegenden Austritt. Die Seitenwände des Saugrohres divergieren in der Breite zwischen Eintritt und Austritt. Das Saugrohr hat einen gekrümmten Ellbogen, um den Austritt im Wesentlichen senkrecht zum Eintritt zu positionieren. Das Saugrohr hat eine darin befestigte Teilleitschaufel, die sich in der Nähe des Ellbogens und teilweise über die Breite des Saugrohres erstreckt, um Strömung um diesen Ellbogen im Saugrohr umzuleiten. Die Teilleitschaufel hat gegenüberliegende, von den Seitenwänden beabstandete seitliche Randflächen, um eine Wirbelströmung um die Teilleit-

schaufel im Saugrohr zuzulassen.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0015]** Für ein besseres Verständnis der Natur und der Ziele der gegenständlichen Erfindung kann beispielhaft auf die folgende detaillierte Beschreibung Bezug genommen werden, wenn in Verbindung mit den begleitenden schematischen Zeichnungen genommen, wobei:

**[0016]** Fig. 1 eine seitliche Schnittansicht einer hydraulischen Reaktionsturbine umfassend ein Saugrohr und die partielle Teilleitschaufel der gegenständlichen Erfindung ist;

**[0017]** Fig. 2 eine Draufsicht der im Saugrohr befestigten partiellen Teilleitschaufel ist;

**[0018]** Fig. 3 eine vergrößerte seitliche Schnittansicht zur Veranschaulichung der der im Saugrohr befestigten partiellen Teilleitschaufel ist;

**[0019]** Fig. 4 eine Draufsicht der partiellen Teilleitschaufel ist; und

**[0020]** Fig. 5 ein Diagramm der Kurve des typischen Wirkungsgrads versus Durchfluss für eine hydraulische Reaktionsturbine bei einem bestimmten Gefälle ist.

#### Detaillierte Beschreibung der Ausgestaltungen

**[0021]** In Fig. 1 ist eine hydraulische Reaktionsturbine **10** gezeigt. Turbine **10** umfasst ein Gehäuse **12** durch das Wasser in die Turbine **10** eintritt. Das Wasser fließt durch die Stützschaufeln **14** und Leitschaufeln **16** und durch den Turbinenläufer **18**, befestigt an einer drehbaren Nabe **20**.

**[0022]** Das Wasser fließt vom Turbinenläufer **18** zum Eintritt **22** eines gekrümmten Saugrohres **24**. Die Wasserströmung ist graduell zum horizontalen Auslassaustritt **26** des Saugrohres **24** geleitet. Das Saugrohr **24** ist für gewöhnlich aus Stahlbeton aufgebaut und das obere Teil hat eine Metall- oder eine gussplattierte Verkleidung. Angeordnet im Saugrohr **24**, anschließend an den Ellbogen des Saugrohres ist eine partielle Teilleitschaufel **28**.

**[0023]** Bezugnehmend auf Fig. 1 bis 4 ist die partielle Teilleitschaufel **28** im Saugrohr **24** befestigt, sich teilweise über die Breite des Saugrohres **24** erstreckend, um Strömung um den Ellbogen im Saugrohr **24** umzuleiten. Die Teilleitschaufel **28** hat gegenüberliegende seitliche Randflächen **30**, die in vorbestimmten Abstand von den Seitenwänden **32** des Saugrohres entfernt sind, um eine Wirbelströmung um die Teilleitschaufel **28** im Saugrohr **24** zuzulassen. Die Teilleitschaufel **28** erstreckt sich über weniger als

80% der Breite des Saugrohrs **24**. In der gezeigten bevorzugten Ausgestaltung erstreckt sich die Teilleitschaukel **28** über etwas mehr als 50% der Breite des Saugrohrs **24**. Die Teilleitschaukel **28** hat jede ihrer gegenüberliegenden seitlichen Randflächen **30** beabstandet von den Seitenflächen **32** des Saugrohrs **24**, so dass die Teilleitschaukel **28** quer zur Breite des Saugrohrs **24** versetzt ist, wie am besten in **Fig. 2** dargestellt. Die seitlichen Randflächen sind vorzugsweise abgerundete Ränder und umfasst vorzugsweise Rohrleitungen. In den **Fig. 2** und **4** hat die Teilleitschaukel **28** auseinanderlaufende Wände **30**, die der Divergenz der Saugrohrseitenwände **32** folgen.

**[0024]** Die Teilleitschaukel **28** ist auf Stützpfehlen **34** befestigt, die eines ihrer Enden **46** verbunden mit und eingebettet in die untere Betonwand des Saugrohrs **24** haben. Das andere Ende der Pfehle **36** geht durch Öffnungen **38** in der Teilleitschaukel **28**, an die die Pfehle an diesem Ende angeschweißt sind. Wetters sind die Pfehle **34** von Rohren **36** umgeben, die geformt sind, um den Widerstand auf die Strömung im Saugrohr **24** zu minimieren.

**[0025]** In der gezeigten Ausgestaltung hat der stromabwärts liegende Rand **40** der Teilleitschaukel **28** zwei Öffnungen **42**. Die ausgenommenen Öffnungen **42** sind angeordnet, um damit in verbindender Weise einen entsprechenden, sich vom Saugrohr **24** erstreckenden Betonpfeiler **44** aufzunehmen.

**[0026]** Bezugnehmend auf **Fig. 5** ist ein Diagramm des Wirkungsgrades der Turbine versus dem Durchsatz für ein bestimmtes Gefälle gezeigt. Die Kurve **50** repräsentiert die Teilleitschaukel **28** der gegenständlichen Erfindung. Die Kurve **60** repräsentiert ein Saugrohr **24** ohne die Verwendung einer Teilleitschaukel. Die Kurve **70** repräsentiert die Verwendung eines herkömmlichen Teilleitschaukel, die sich über die gesamte Breite des Saugrohrs **24** erstrecken würde. Dieses Diagramm zeigt, dass die partielle Teilleitschaukelkurve **50** die mit der herkömmlichen Teilleitschaukel verknüpften Vorteile bei Spitzendurchsätzen und einen verbesserten Wirkungsgrad gegenüber der Verwendung einer herkömmlichen Teilleitschaukel bei Durchsätzen unterhalb der Spitzendurchsätze hat. Diese letzte Leistungsverbesserung ergibt sich aufgrund der von den Seitenwänden **32** des Saugrohrs **24** beabstandeten partiellen Teilleitschaukel **28**, um der Wirbelströmung im Saugrohr **24** zu ermöglichen, sich im Saugrohr **24** mit verringerter Störung fortzupflanzen.

### Patentansprüche

1. Ein Saugrohr (**24**) für die Verwendung in einer Turbine (**10**) mit einem Turbinenläufer (**18**), das Saugrohr (**24**) umfasst:  
Seitenwände (**32**) mit einem Eintritt (**22**) zum Positionieren anschließend an den Turbinenläufer (**18**) und

einem einen Strömungsausgang für die Turbine (**10**) festlegenden Austritt (**26**), die Seitenwände (**32**) des Saugrohrs (**24**) gehen zwischen Eintritt (**22**) und Austritt (**26**) in der Breite auseinander;  
einen gekrümmten Ellbogen, um den Austritt (**26**) im Wesentlichen senkrecht zum Eintritt (**22**) zu positionieren;

**dadurch gekennzeichnet**, dass das Saugrohr (**24**) weiters eine Teilleitschaukel (**28**) umfasst, die im Saugrohr (**24**) befestigt ist und sich in der Nähe des Ellbogens und teilweise über die Breite des Saugrohrs (**24**) erstreckt, um Strömung im Saugrohr (**24**) um diesen Ellbogen umzuleiten, die Teilleitschaukel (**28**) hat gegenüberliegende von den Seitenwänden (**32**) beabstandete seitliche Randflächen (**30**), um eine Wirbelströmung um die Teilleitschaukel (**28**) im Saugrohr zuzulassen.

2. Eine hydraulische Reaktionsturbine (**10**) umfassend einen Turbinenläufer (**18**) und ein Saugrohr (**24**), das Saugrohr (**24**) hat Seitenwände (**32**), die einen an den Turbinenläufer (**18**) anschließend Eintritt (**22**) festlegen und einen Austritt (**26**), der einen Strömungsausgang für die Turbine (**10**) festlegt, das Saugrohr (**24**) hat einen Ellbogen, um den Austritt (**26**) im Wesentlichen senkrecht zum Eintritt (**22**) zu positionieren, das Saugrohr (**24**) divergiert in der Breite zwischen Eintritt (**22**) und Austritt (**26**); die Verbesserung umfasst eine Teilleitschaukel (**28**), die im Saugrohr (**24**) befestigt ist und sich teilweise über die Breite des Saugrohrs (**24**) erstreckt, um Strömung im Saugrohr (**24**) um diesen Ellbogen umzuleiten, und die Teilleitschaukel (**28**) hat gegenüberliegende von den Seitenwänden (**32**) beabstandete seitliche Randflächen (**30**), um eine Wirbelströmung um die Teilleitschaukel (**28**) im Saugrohr zuzulassen.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei sich die Teilleitschaukel (**28**) über weniger als ungefähr 80% der Breite des Saugrohrs (**24**) erstreckt.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, wobei die gegenüberliegenden seitlichen Randflächen (**30**) der Teilleitschaukel (**28**) in Strömungsrichtung zum Austritt (**26**) hin auseinanderlaufen.

5. Einrichtung nach Anspruch 2, wobei sich die Breite der Teilleitschaukel (**28**) zwischen 50 und 80 Prozent der Breite des Saugrohrs (**24**) erstreckt und ihre gegenüberliegenden seitlichen Ränder im Wesentlichen im gleichen Abstand zu einem der anliegenden Seitenwänden (**32**) des Saugrohrs (**24**) hat.

6. Einrichtung nach Anspruch 1, wobei sich die Breite der Teilleitschaukel (**28**) über zwischen 50 und 80 Prozent der Breite des Saugrohrs (**24**) erstreckt.

7. Einrichtung nach Anspruch 2, wobei das Saugrohr (**24**) eine Mehrzahl von Stützpfehlen (**34**) umfasst, die mit einem Ende eingebettet im Saugrohr

(24) und mit dem anderen Ende verbunden sind, um die Teilleitschaufel (28) in nicht berührender Beziehung zu den Seitenwänden (32) des Saugrohrs (24) zu positionieren.

8. Einrichtung nach Anspruch 1, wobei das Saugrohr (24) eine Mehrzahl von Stützpfehlern (34) umfasst, die mit einem Ende eingebettet im Saugrohr (24) und mit dem anderen Ende verbunden sind, um die Teilleitschaufel (28) in nicht berührender Beziehung zu den Seitenwänden (32) des Saugrohrs (24) zu positionieren.

9. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Saugrohr (24) zumindest einen an den Austritt (26) anschließenden, sich in das Saugrohr (24) erstreckenden Pfeiler (44) umfasst, das Saugrohr (24) umfasst weiters eine Mehrzahl von Stützpfehlern (34), die mit einem Ende eingebettet im Saugrohr (24) und mit dem anderen Ende verbunden sind, um die Teilleitschaufel (28) im Saugrohr (24) zu positionieren, die Teilleitschaufel (28) umfasst weiters zumindest eine den Pfeiler (44) aufnehmende Ausnehmung (42) adaptiert, um den Pfeiler (44) aufzunehmen und die Teilleitschaufel (28) am Pfeiler (44) zu stützen.

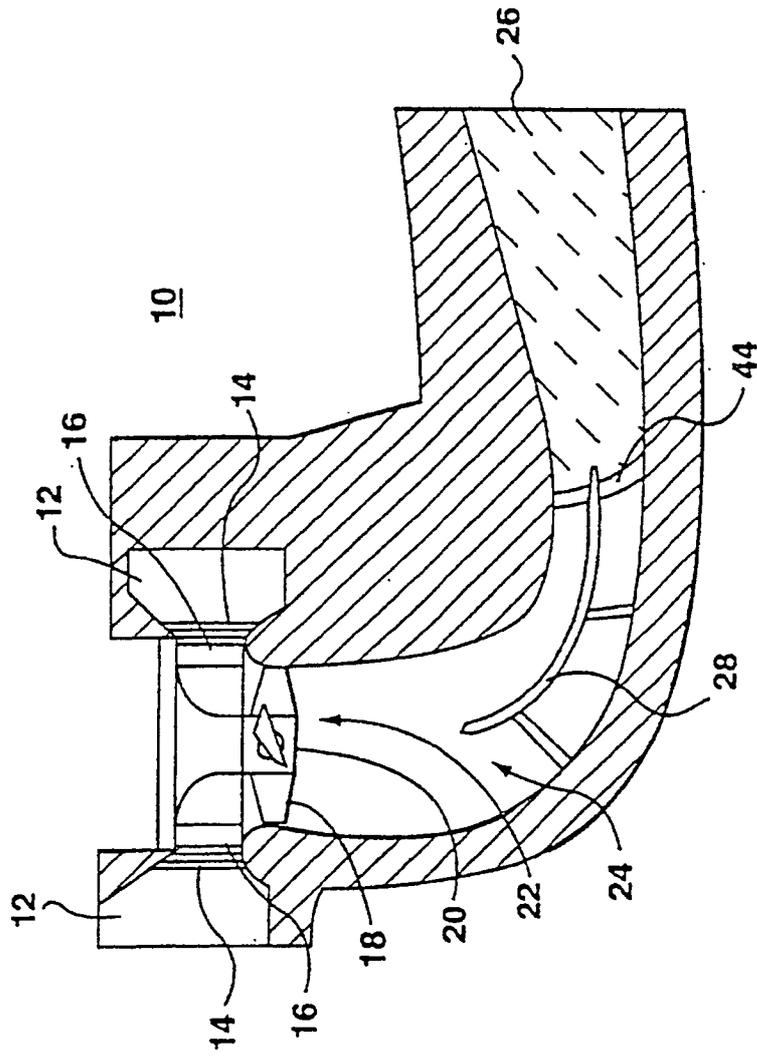
10. Einrichtung nach Anspruch 7, 8 oder 9, wobei die Stützpfehle (34) von Rohren (36) umgeben sind, die geformt sind, um die Effekte der Pfehle auf die Strömung im Saugrohr (24) zu minimieren.

11. Einrichtung nach Anspruch 7, 8 oder 10, wobei die Stützpfehle (34) an einer unteren Fläche der Teilleitschaufel (28) befestigt sind.

12. Einrichtung nach Anspruch 2, wobei die Teilleitschaufel (28) quer zur Breite des Saugrohrs (24) versetzt befestigt ist.

13. Einrichtung nach Anspruch 1, wobei die Teilleitschaufel (28) quer zur Breite des Saugrohrs (24) versetzt befestigt ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



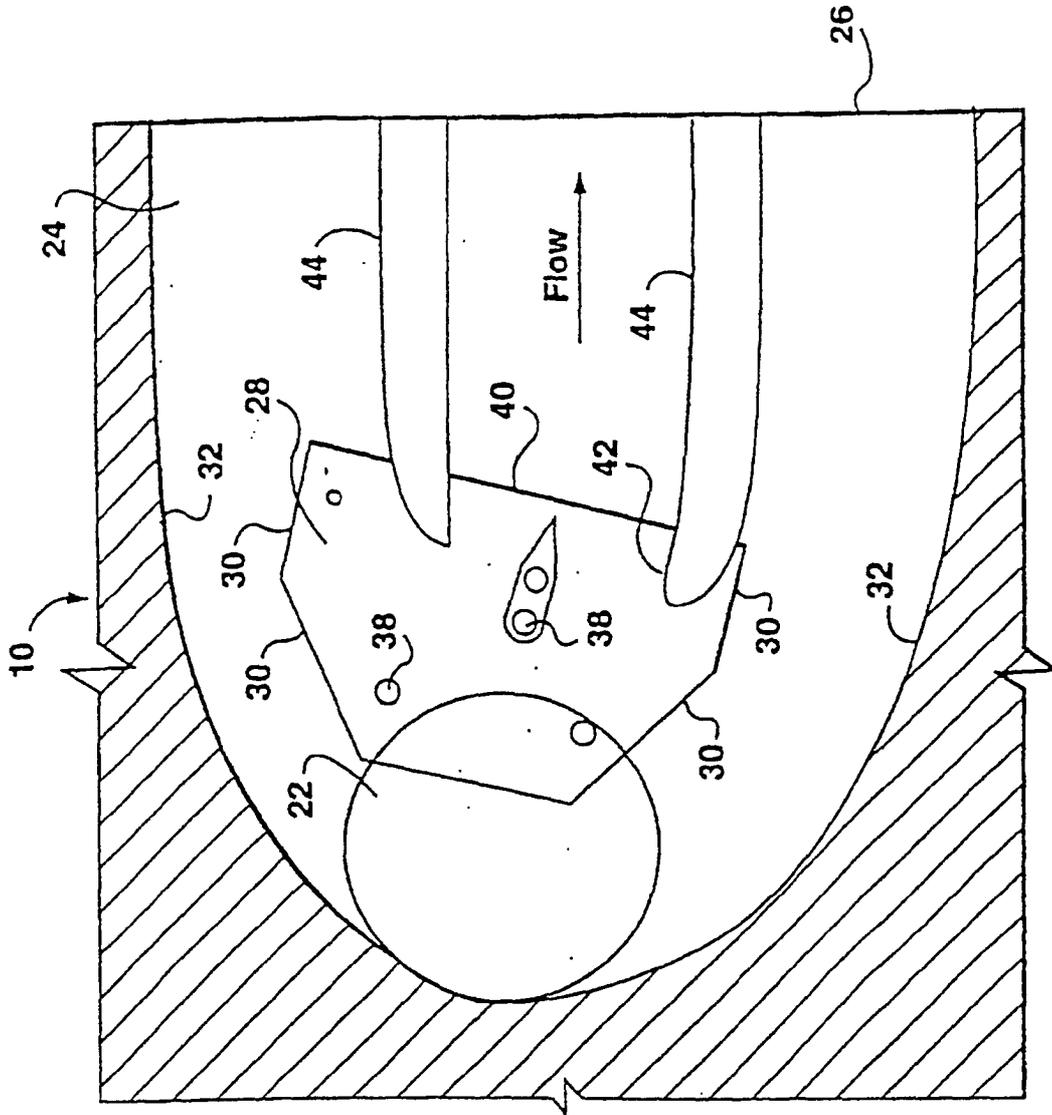
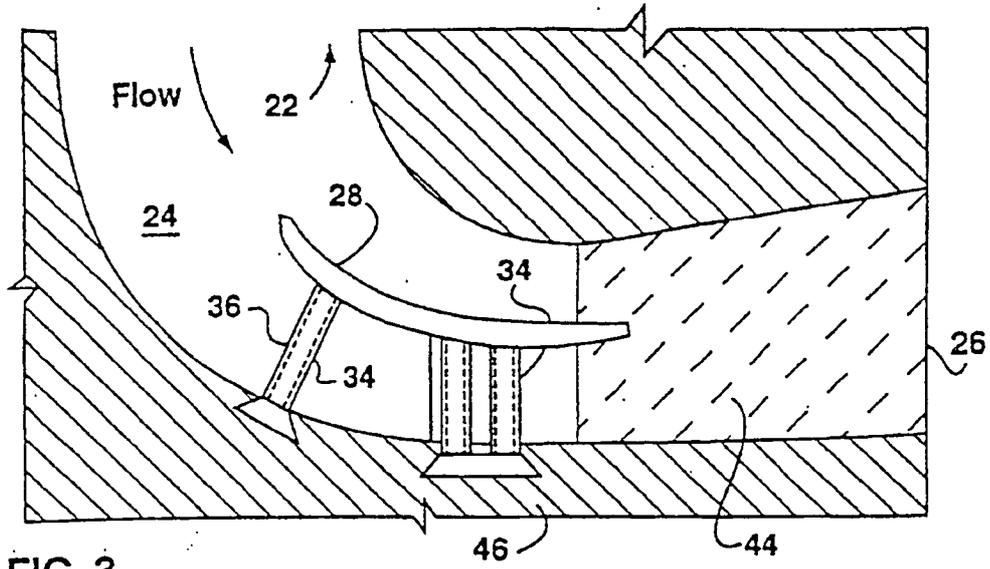
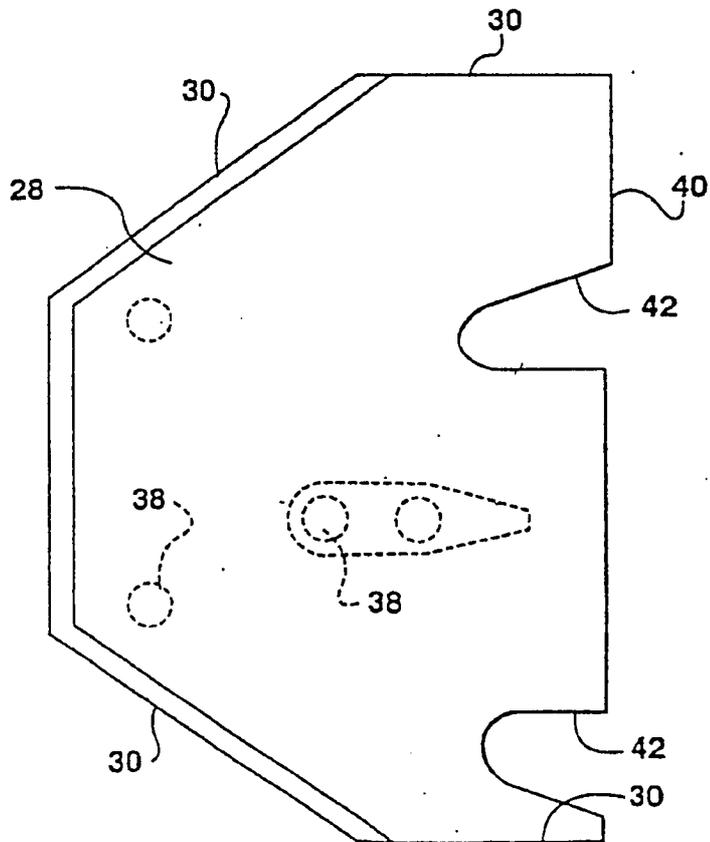


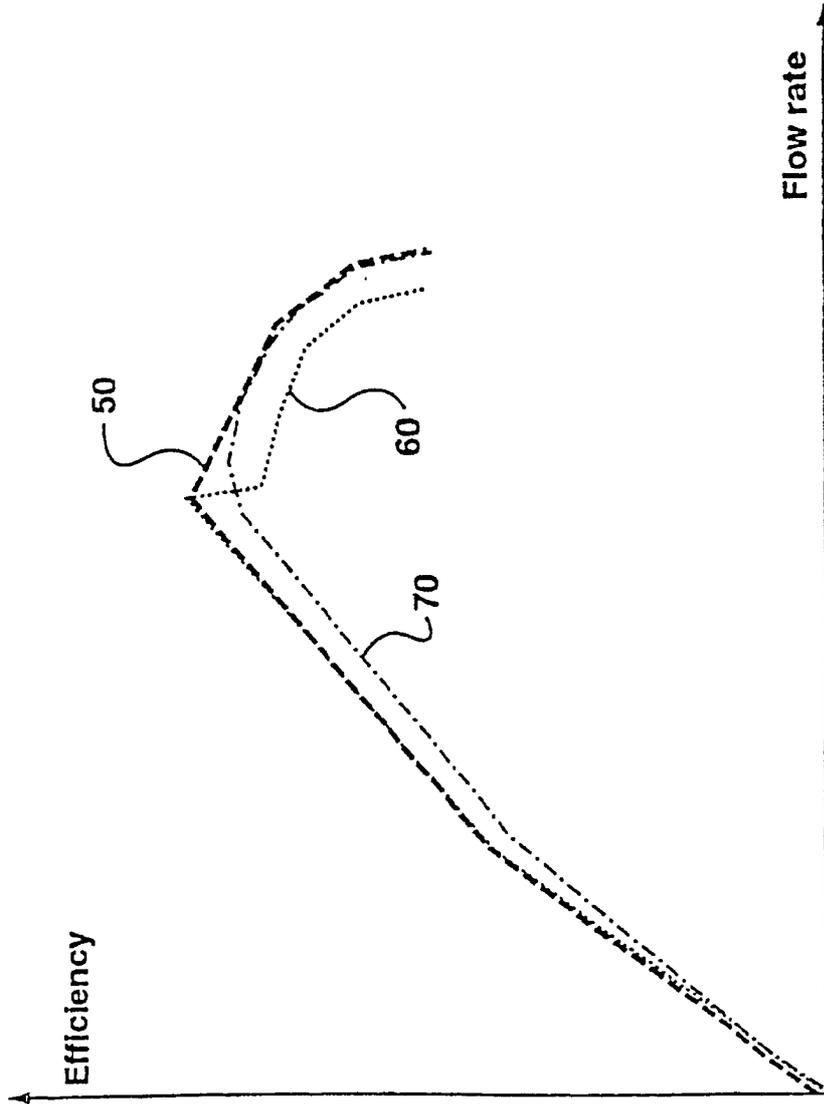
FIG. 2



**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**