

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 512 138 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91107357.5**

(51) Int. Cl.⁵: **F04B 21/08, F04B 21/00**

(22) Anmeldetag: **07.05.91**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.11.92 Patentblatt 92/46

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **HAUHINCO MASCHINENFABRIK G.
HAUSHERR, JOCHUMS GMBH & CO. KG
Beisenbruchstrasse 10
W-4322 Sprockhövel 1(DE)**

(72) Erfinder: **Wittkop, Wolfram
Hölterstrasse 91
W-4322 Sprockhövel(DE)
Erfinder: Samland, Ulrich
Otto-Rue-Strasse 5c
W-4320 Hattingen(DE)**

(74) Vertreter: **Andrejewski, Walter, Dr. et al
Patentanwälte Andrejewski, Honke & Partner
Postfach 10 02 54 Theaterplatz 3
W-4300 Essen 1(DE)**

(54) **Hochdruckwasserpumpe für Reinwasser.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Hochdruckwasserpumpe, die zumindest einen Zylinder (1), eine Zylinderbuchse (2), einen Zylinderkopf (3), einen in der Zylinderbuchse (2) geführten metallischen Kolben (4) und einen Kolbenführungsschuh (5) aufweist, sowie eine angetriebene und gelagerte Exzenterwelle (6), ein Exzenterwellengehäuse (8) und druckgesteuerte Ansaug-(9) und Förder-(10) ventile mit Ventilverschlußstücken besitzt. Von dem Kolben (4), der Zylinderbuchse (2) und dem Zylinderkopf (3) wird ein Zylinderraum (13) gebildet und von dem Exzenterwellengehäuse (8) wird ein Exzenterwellenraum (14) umschlossen. Mit dem Kolben (4) wird Wasser in einem Ansaughub aus dem Exzenterwellenraum (14) unter Niederdruck in den Zylinderraum (13) angesaugt und in einem Förderhub aus dem Zylinderraum (13) unter Hochdruck gefördert. Zwischen dem Kolben (4) und der Zylinderbuchse (2) ist ein Spaltraum (15) mit einer Spaltlänge (l) und einer Spaltdicke (d) eingerichtet. Zum Zwecke des Einsatzes der Hochdruckwasserpumpe zum Fördern von praktisch schmiermittelfreiem Wasser für die Zylinderbuchse (2) ist ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon (PEEK-) Basis verwendet, und zwar nach der Maßgabe, daß der Spaltraum (15) zwischen Kolben (4) und Zylinderbuchse (2) als Kühlspaltraum (15) ausgebildet ist, durch den beim Förderhub ein Teilmengenstrom des zu fördernden Wassers als Kühlmedium strömt, und der weiteren Maßgabe, daß der Kühlspaltraum umlaufend eine Spaltdicke (d) aufweist, die unter Berücksichtigung der Druckdifferenz zwischen Zylinderraum (13) und Exzenterwellenraum (14) beim Förderhub sowie der Spaltlänge (l) einen Mindestteilmengenstrom des Kühlmediums gewährleistet, welcher sicherstellt, daß im Dauerbetrieb der Hochdruckwasserpumpe eine Temperatur der Zylinderbuchse von 100° C nicht überschritten wird.

zes der Hochdruckwasserpumpe zum Fördern von praktisch schmiermittelfreiem Wasser für die Zylinderbuchse (2) ist ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon (PEEK-) Basis verwendet, und zwar nach der Maßgabe, daß der Spaltraum (15) zwischen Kolben (4) und Zylinderbuchse (2) als Kühlspaltraum (15) ausgebildet ist, durch den beim Förderhub ein Teilmengenstrom des zu fördernden Wassers als Kühlmedium strömt, und der weiteren Maßgabe, daß der Kühlspaltraum umlaufend eine Spaltdicke (d) aufweist, die unter Berücksichtigung der Druckdifferenz zwischen Zylinderraum (13) und Exzenterwellenraum (14) beim Förderhub sowie der Spaltlänge (l) einen Mindestteilmengenstrom des Kühlmediums gewährleistet, welcher sicherstellt, daß im Dauerbetrieb der Hochdruckwasserpumpe eine Temperatur der Zylinderbuchse von 100° C nicht überschritten wird.

EP 0 512 138 A1

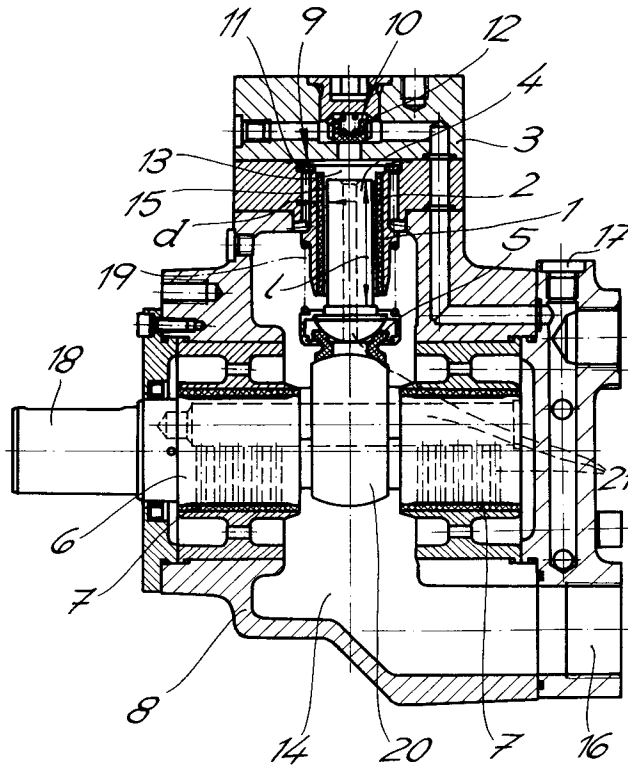


Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Hochdruckwasserpumpe, die zumindest einen Zylinder, eine Zylinderbuchse, einen Zylinderkopf, einen in der Zylinderbuchse geführten metallischen Kolben und einen Kolbenführungsschuh aufweist, sowie ein Exzenterwellengehäuse, eine angetriebene und im Exzenterwellengehäuse gelagerte Exzenterwelle, sowie druckgesteuerte Ansaug- und Förderventile mit Ventilverschlußstücken besitzt, wobei zwischen der Exzenterwelle und dem Kolbenführungsschuh sowie zwischen dem Kolbenführungsschuh und dem Kolben Funktionskontakte bestehen, wobei von dem Kolben, der Zylinderbuchse und dem Zylinderkopf ein Zylinderraum gebildet wird, wobei von dem Exzenterwellengehäuse ein Exzenterwellenraum umschlossen wird, wobei mit dem Kolben Wasser in einem Ansaughub aus dem Exzenterwellenraum unter Niederdruck in den Zylinderraum angesaugt und in einem Förderhub aus dem Zylinderraum unter Hochdruck gefördert wird, und wobei zwischen dem Kolben und der Zylinderbuchse ein Spaltraum eingerichtet ist.

Das zu fördernde Wasser wird einem Niederdruck-Wasserreservoir entnommen und dem Exzenterwellenraum über einen geeigneten Flansch zugeführt. Niederdruck meint einen Wasserdruck von ca. 10 Bar oder weniger. Das Wasser wird aus dem Exzenterwellengehäuse über zumindest ein Ansaugventil beim Ansaughub in den Zylinderraum angesaugt. Das Ansaugventil öffnet, wenn der Wasserdruck im Zylinderraum um einen bestimmten Niederdruckschwellenwert niedriger als der Wasserdruck im Exzenterwellenraum ist. Ist die Druckdifferenz kleiner als der Niederdruckschwellenwert oder von umgekehrtem Vorzeichen, so ist das Ansaugventil geschlossen. Während des Förderhubs wird das Wasser im Zylinderraum auf Hochdruck komprimiert. Hochdruck meint einen Wasserdruck von mindestens 200 Bar bis zu 400 Bar. Das Auslaßventil öffnet bei einem in der Regel wählbaren Hochdruckschwellenwert des Wasserdrucks, welcher dem gewünschten Mindesthochdruckniveau entspricht. Unterhalb dieses Hochdruckschwellenwertes ist das Auslaßventil geschlossen. Beim Überschreiten des Hochdruckschwellenwertes während des Förderhubs läßt das Auslaßventil das zu fördernde Wasser unter Hochdruck entströmen. Die Kinematik der Kolbenbewegung weist einen sogenannten oberen Totpunkt und einen sogenannten unteren Totpunkt auf. Die Wegstrecke zwischen diesen Punkten ist der Hub. Durch Federdruck wird der Kolben in Richtung des unteren Totpunktes gedrückt. Die Hubbewegungen werden durch die angetriebene Exzenterwelle über die Funktionskontakte bewirkt, wobei der Kolben über den Kolbenführungsschuh in Richtung des oberen Totpunktes gedrückt wird bzw. eine Bewegung des Kolbens in Richtung des unteren Tot-

punktes aufgrund des Federdrucks zugelassen wird. Der Kolben kann im unteren Totpunkt über seine ganze Länge in der Zylinderbuchse geführt sein. Es kann aber auch ein der Exzenterwelle zugewandter Teil des Kolbens im unteren Totpunkt aus der Zylinderbuchse herausragen. Sind Kolben und Zylinderbuchse gleich lang, so wird der Kolben im unteren Totpunkt in der Zylinderbuchse auf einer Länge geführt, welche sich in etwa aus der Differenz der Länge der Zylinderbuchse und des Hubs ergibt. Kolben und Zylinderbuchse sind hinsichtlich ihrer Längen und unter Berücksichtigung des Hubs so dimensioniert, daß störende Kippbewegungen des Kolbens im Betrieb vermieden werden.

Aus der Praxis bekannte Hochdruckwasserpumpen der eingangs beschriebenen Art weisen Kolben und Zylinderbuchsen aus metallischen Werkstoffen auf. Zwischen Kolben und Zylinderbuchse ist ein Spaltraum mit einer solchen Spaltdicke eingerichtet, daß sich im zulässigen Betriebstemperaturbereich der Pumpe ein Gleitsitz des Kolbens in der Zylinderbuchse ergibt. Durch die Länge, auf der der Kolben in der Zylinderbuchse geführt ist, ist eine Spalllänge definiert. Bei den insoweit bekannten Hochdruckwasserpumpen hat das zu fördernde Wasser auch funktionelle Bedeutung für den Betrieb der Pumpe. Einerseits wird die Hochdruckwasserpumpe kontinuierlich gekühlt durch den Wasserdurchfluß. Andererseits trägt das zu fördernde Wasser auch eine Schmierfunktion, da es mit einem Schmiermittel beladen ist. Freiliegende Gleitflächen werden im Betrieb mit diesem Schmiermittel kontinuierlich benetzt. Der Schmiermittelgehalt des zu fördernden Wassers beträgt 5 % oder weniger. Die Praxis hat gezeigt, daß bei Kolben und Zylinderbuchsen aus metallischen Werkstoffen ein Mindestschmiermittelgehalt erforderlich ist. Mit reduziertem Schmiermittelgehalt steigt die Temperatur der Zylinderbuchse und des Kolbens aufgrund erhöhter Reibung und trotz des oben genannten Kühleffektes. Mit erhöhter Reibung findet ein verstärkter Abtrag von Material an Kolben und/oder Buchse statt, der die Funktion der Hochdruckwasserpumpe zunehmend beeinträchtigt. Die Praxis hat gezeigt, daß bekannte Hochdruckwasserpumpen ohne Zusatz von Schmiermittel zum Wasser nach relativ kurzer Zeit aus genannten Gründen funktionsunfähig werden. Die verwendeten Schmiermittelzusätze sind jedoch schädlich für die Umwelt, wenn das zu fördernde Wasser nicht in einem geschlossenen Kreislauf geführt wird. Bei den meisten Anwendungen von Hochdruckwasserpumpen ist die Führung des Wassers in einem geschlossenen Kreislauf unmöglich, zumindest aber sehr aufwendig und teuer. Schmiermittelzusätze sind daher aus Umweltschutzgründen nicht erwünscht, obwohl technologisch bislang erforderlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hochdruckwasserpumpe der eingangs beschriebenen Art so weiter auszubilden, daß ein zuverlässiger und lang dauernder Betrieb auch ohne Schmiermittelzusätze zum zu fördernden Wasser gewährleistet wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung, daß zum Zwecke des Einsatzes der Hochdruckwasserpumpe zum Fördern von praktisch schmiermittelfreiem Wasser für die Zylinderbuchse ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis verwendet ist, und zwar mit der Maßgabe, daß der Spaltraum zwischen Kolben und Zylinderbuchse aus Kühlspalraum ausgebildet ist, durch den beim Förderhub ein Teilmengenstrom des zu fördernden Wassers als Kühlmedium strömt, und mit der weiteren Maßgabe, daß der Kühlspalraum umlaufend eine Spaltdicke aufweist, die unter Berücksichtigung der Druckdifferenz zwischen Zylinderraum und Exzenterwellenraum beim Förderhub einen Mindestteilmengenstrom des Kühlmediums gewährleistet, welcher sicherstellt, daß im Dauerbetrieb der Hochdruckwasserpumpe eine Temperatur der Zylinderbuchse von 100° C nicht überschritten wird. Vorzugsweise wird so gearbeitet, daß eine Temperatur von 50° C nicht überschritten wird. - Praktisch schmiermittelfreies Wasser bedeutet, daß dem zu fördernden Wasser keine Schmiermittel zum Zwecke der Schmierung der Hochdruckwasserpumpe zugefügt werden. Geringfügige Verschmutzungen des Wassers, beispielsweise durch der Hochdruckwasserpumpe vorgeschaltete Anlagen, sind jedoch oft nicht zu vermeiden. Je nach Anwendung lassen sich aber sehr hohe Reinheitsgrade des geförderten Wassers erreichen, wenn das zu fördernde Wasser beispielsweise einer Reinheitsüberwachung unterworfen ist.

Die Erfindung nutzt verschiedene Erkenntnisse. Aus der Tribologie ist bekannt, daß zwei metallische Werkstücke, die gegeneinander gleiten, in der Regel zum Kaltverschweißen neigen, wenn ihre Oberflächen frei von Schmiermittel sind. Ein Kaltverschweißen wird vermieden, wenn eines der beiden Werkstücke aus einem nichtmetallischen Werkstoff besteht. Meist erfüllen nichtmetallische Werkstoffe aber aufgrund ihrer Materialeigenschaften, wie z. B. Härte, Elastizität und insbesondere Wärmeleitfähigkeit, nicht die im Maschinenbau gestellten Anforderungen. Überraschenderweise wird mit der Kombination des Materialpaars Metall/hochfester thermoplastischer Kunststoff auf Polyetheretherketon-Basis für Kolben und Zylinderbuchse ein zuverlässiger schmiermittelfreier Dauerbetrieb einer Hochdruckwasserpumpe ermöglicht, und zwar wenn ein Kühlspalraum zwischen Kolben und Zylinderbuchse ausgebildet ist, durch den ein Teilmengenstrom des zu fördernden Wassers als

Kühlmedium strömt. Hierbei werden einerseits die Vorteile des Materialpaars in tribologischer Hinsicht genutzt, andererseits wird die vergleichsweise geringe Wärmeleitfähigkeit des nichtmetallischen Werkstoffes, welche die notwendige Ableitung der Reibungswärme erschwert, durch den den Kühlspalraum durchströmenden Teilmengenstrom Wasser ausgeglichen. Ferner erfüllen Werkstoffe aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis die Anforderungen hinsichtlich mechanischer Materialeigenschaften. Die Kühlleistung, welche durch die Größe des den Kühlspalraum durchströmenden Teilmengenstroms Wasser gegeben ist, richtet sich im wesentlichen nach der Druckdifferenz des Wasserdrucks im Zylinderraum und Exzenterwellenraum beim Förderhub, sowie nach der Spaltdicke und der Spalllänge des Kühlspaltraums. Die Spalllänge ist konstruktiv vorgegeben. Es versteht sich, daß der Kühlspalraum so eingerichtet ist, daß die Kühlleistung den für Dauerbetrieb des Materialpaars erforderlichen Mindestwert überschreitet. Dieser wird bestimmt durch die maximal zulässige Temperatur von 100° C der Zylinderbuchse und über die Spaltdicke eingestellt. Bei der erfindungsgemäßen Hochdruckwasserpumpe ist der hierfür erforderliche Teilmengenstrom Wasser jedoch so gering, daß die Funktion der Pumpe als Hochdruckpumpe nicht beeinträchtigt wird.

Für die Zylinderbuchse kann ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis ohne Füllstoffe verwendet sein. In einer vorteilhaften Ausführungsform kann für die Zylinderbuchse ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis mit Kohlenstoffasern als Füllstoff verwendet sein. Kohlenstoffasern verstärken den Werkstoff in struktureller Hinsicht und verbessern die mechanischen Eigenschaften. Auch die Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes wird durch Kohlenstoffasern erhöht, so daß der Teilmengenstrom Wasser durch den Kühlspalraum reduziert sein kann. Kohlenstoffasern weisen im Mikrobereich eine graphitische Struktur auf. Graphit hat, obwohl es ein Feststoff ist, gleichsam schmierende Eigenschaften, worin ein besonderer Vorteil dieser Ausführungsform zu sehen ist. In einer weiteren Ausführungsform ist für die Zylinderbuchse ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis verwendet, welcher PTFE als Füllstoff enthält. PTFE ist bekanntlich ebenfalls ein Feststoff mit gleichsam schmierenden Eigenschaften. Eine weitere Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß für die Zylinderbuchse ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis mit Kohlenstoffasern und PTFE als Füllstoff

verwendet ist. In zwei anderen Ausführungsformen ist für die Zylinderbuchse ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis verwendet, der Glasfasern oder Mineralien als Füllstoff aufweist. Es ist zu betonen, daß bei allen Ausführungsformen die Werkstoffe aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis hinsichtlich ihrer makroskopischen Eigenschaften ein isotropisches Erscheinungsbild haben.

Eine vorteilhafte Ausführung der Erfindung ist dadurch charakterisiert, daß der Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis eine Härte von mindestens 110 auf der Rockwell Skala "M" aufweist. Eine hohe Härte bedingt in der Regel eine niedrige Abtragsrate und gewährleistet eine gute Maßhaltigkeit der Zylinderbuchse auch bei langandauerndem Betrieb. Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn der Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis eine Wärmeleitfähigkeit von mindestens 0,80 W/mK aufweist. Eine hohe Wärmeleitfähigkeit der Zylinderbuchse erlaubt einen geringeren Teilmenstrom des Kühlmediums durch den Kühlspaltraum ohne daß die Maximaltemperatur von 100° C im Dauerbetrieb überschritten wird. Es ist von Vorteil, wenn die Zylinderbuchse eine Rauhtiefe von $R_z < 2,5 \mu\text{m}$ und $R_z > 1,5 \mu\text{m}$ aufweist. Die Rauhtiefe R_z ist definiert als der Mittelwert der Einzelrauhtiefe fünf aufeinanderfolgender Einzelmeßstrecken. Eine geringe Rauhtiefe hat eine geringe Reibung und demzufolge eine geringe Entwicklung von Reibungswärme zur Folge. Ein Mindestwert für die Rauhtiefe sollte jedoch nicht unterschritten werden. Die diesbezüglich zugrundeliegende Erkenntnis ist, daß selbst reines Wasser, wenn auch schlechte, Schmiereigenschaften besitzt. Wird eine Mindestrauhtiefe gewährleistet, sind gleichsam Taschen an der Oberfläche gebildet, in welchen sich Wasser mehr oder weniger stationär gleichsam Kissen befindet, wodurch ein gewisser Schmiereffekt durch das Wasser gefördert wird.

Eine besonders einfache und kostengünstig herzustellende Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Hochdruckwasserpumpe ist dadurch charakterisiert, daß die Zylinderbuchse in dem Zylinder eingeklebt ist.

Optimale Betriebsverhältnisse und eine besonders lange Lebensdauer der erfindungsgemäßen Hochdruckwasserpumpe werden gewährleistet, wenn der Kühlspaltraum bei Raumtemperatur ein Verhältnis von Spaltdicke zu Spatllänge im Bereich von 0,0005 bis 0,0007 aufweist. Weiterhin vorteilhaft ist es, wenn der den Kühlspaltraum beim Förderhub als Kühlmedium durchströmende Teilmen-

genstrom des zu fördernden Wassers im Bereich von 0,0002 Vol.% bis 0,0003 Vol.% des angesaugten Gesamtmenstromes liegt. Eine erfindungsgemäße Hochdruckwasserpumpe kann einen Kolbenführungsschuh aus dem Werkstoff der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis aufweisen. Auch für die Ventilverschlußstücke kann ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis verwendet sein. Aufgrund der hohen Druckbelastungen und der hohen Umdrehungszahlen der Exzenterwelle ist die Exzenterwelle vorteilhaft in Gleitlagern mit Gleitlagerschalen gelagert. Die Gleitlagerschalen können einteilig als Buchsen ausgeführt sein, jedoch liegt es ebenso im Rahmen der Erfindung wenn mehrteilige Gleitlagerschalen eingesetzt sind. Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Hochdruckwasserpumpe zeichnet sich dadurch aus, daß für die Gleitlagerschalen ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis verwendet ist. Es versteht sich, daß der Werkstoff, der gemäß vorstehender Ausführungsformen für den Kolbenführungsschuh und/oder die Ventilverschlußstücke und/oder die Gleitlagerschalen verwendet ist, Füllstoffe der genannten Art aufweisen kann.

Eine erfindungsgemäße Hochdruckwasserpumpe kann mehrere Zylinder in Reihe angeordnet aufweisen. Die Zylinder können aber auch in einer Ebene radial oder axial angeordnet sein. Andere Anordnungen sowie die Ausführung mit einem einzelnen Zylinder liegen selbstverständlich ebenso im Rahmen der Erfindung.

Die erfindungsgemäße Hochdruckwasserpumpe kann für verschiedene Verwendungszwecke vorteilhaft eingesetzt werden. Bei Verwendung im Untertagekohlebergbau kann praktisch reines Wasser zum Einsatz kommen, ohne daß die Hochdruckwasserpumpe im Dauerbetrieb geschädigt wird. Die Gefahr, daß umweltfeindliche Substanzen, wie z. B. bislang erforderliche Schmiermittelzusätze zum Wasser, untertage versickern und mehr oder weniger direkt in das Grundwasser gelangen wird erheblich verringert. Bei der Verwendung als Druckpumpe in Hochdruckwasserstrahlreinigern ist es von Vorteil, daß die zumeist vorgeschriebenen Schmutzabscheider für das Abwasser geringer belastet werden. An den Schmutzabscheidern fällt nur der von dem zu reinigenden Gegenstand abgetragene Schmutz an und nicht, wie bisher, eine erhebliche Menge des Schmiermittelzusatzes im Wasser. Die erfindungsgemäße Hochdruckwasserpumpe kann auch im wissenschaftlichen Bereich, beispielsweise als Druck- und Förderpumpe einer High-Pressure-Liquid-Chromatography (HPLC)-Anlage verwendet werden. Bei solchen Anwendungen sind selbst geringste unerwünschte Fremdstoffe im

Wasser außerordentlich schädlich. Eine Hochdruckwasserpumpe, welche schmiermittelfreies Wasser fördern kann, ist hier unabdingbar. Selbstverständlich gibt es eine Vielzahl weiterer Verwendungsmöglichkeiten, die ebenfalls im Rahmen der Erfindung liegen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Hochdruckwasserpumpe,

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus dem Gegenstand der Fig. 1.

Bei der dargestellten Hochdruckwasserpumpe handelt es sich um eine Radialkolbenhochdruckwasserpumpe, wobei weitere Kolben radial um die Exzenterwelle angeordnet sind und zwar in derselben Ebene wie der abgebildete Zylinder. Die weiteren Kolben ragen aus der Querschnittsebene heraus und sind der Übersichtlichkeit halber nicht angedeutet.

In der Fig. 1 erkennt man den Zylinder 1, in den die Zylinderbuchse 2 aus einem Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis eingeklebt ist. Auf den Zylinder 1 ist der Zylinderkopf 3 aufgesetzt. In der Zylinderbuchse 2 ist der Kolben 4 aus einem metallischen Werkstoff geführt. Der Kolben 4 wird durch die Druckfeder 19 in Richtung des unteren Totpunktes gedrückt. Der Kolben 4 steht in Funktionskontakt mit dem Kolbenführungsschuh 5, welcher aus einem Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis besteht. Der Kolbenführungsschuh 5 wiederum steht in Funktionskontakt mit dem Exzenter 20 der Exzenterwelle 6. Die Exzenterwelle 6 ist auf beiden Seiten des Exzenters 20 in einteiligen Gleitlagerschalen 7, welche aus einem Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis bestehen, gelagert. Die Exzenterwelle 6 befindet sich in dem Exzenterwellengehäuse 8, welches den Exzenterwellenraum 14 umschließt. Der Zylinderraum 13 wird von dem Kolben 4, der Zylinderbuchse 2 und dem Zylinderkopf 3 umschlossen. Zwischen dem Kolben 4 und der Zylinderbuchse 2 ist ein Kühlspaltraum 15 eingerichtet, welcher die Spaltdicke d und die Spaltlänge 1 aufweist. Im Bereich des Zylinderkopfes 3 sind ein Ansaugventil 9 und ein Förderventil 10, welche druckgesteuert arbeiten, angeordnet. Das Ansaugventil 9 weist ein ringförmiges Verschlußstück 11 aus einem Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis auf. Das Förderventil 10 weist ein Verschlußstück 12 auf, welches gleichfalls

aus einem Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis besteht. Der Antrieb der Hochdruckwasserpumpe erfolgt durch drehenden Antrieb der Exzenterwelle 6 an dem Anschluß 18. Beim Ansaughub des Kolbens 4 bewegt sich der Kolben 4 in Richtung des unteren Totpunktes, wobei das zu fördernde Wasser durch die Einströmöffnung 16, den Exzenterwellenraum 14 und das Ansaugventil 9 in den Zylinderraum 13 einströmt. Das Förderventil 10 ist dabei geschlossen. Beim Förderhub des Kolbens 4 bewegt sich der Kolben 4 in Richtung seines oberen Totpunktes, wobei das Wasser in dem Zylinderraum 13 komprimiert wird. Hierbei sind zunächst das Ansaugventil 9 und das Förderventil 10 geschlossen. Sobald der Wasserdruk in dem Zylinderraum 13 einen Hochdruckschwellenwert überschreitet, öffnet das Förderventil 10 und das zu fördernde Wasser kann unter Hochdruck aus dem Hochdruckauslaß 17 der Hochdruckwasserpumpe entströmen. Der Kolben 4 sowie die Exzenterwelle 6 weisen Kühlbohrungen 21 auf, wodurch Wasser zu den Gleitflächen des Kolbenführungsschuhs 5 und der Gleitlagerschalen 7 gelangen kann und eine Kühlung bewirkt.

Fig. 2 ist aus den obigen Darlegungen und den eingetragenen Bezugszeichen ohne weiteres verständlich und verdeutlicht die Verhältnisse im Bereich von Zylinder 1, Zylinderbuchse 2 und Zylinderkopf 3.

Patentansprüche

1. Hochdruckwasserpumpe, die zumindest einen Zylinder, eine Zylinderbuchse, einen Zylinderkopf, einen in der Zylinderbuchse geführten metallischen Kolben und einen Kolbenführungsschuh aufweist, sowie ein Exzenterwellengehäuse, eine angetriebene und im Exzenterwellengehäuse gelagerte Exzenterwelle sowie druckgesteuerte Ansaug- und Förderventile mit Ventilverschlußstücken besitzt,

wobei zwischen der Exzenterwelle und dem Kolbenführungsschuh sowie zwischen dem Kolbenführungsschuh und dem Kolben Funktionskontakte bestehen,

wobei von dem Kolben, der Zylinderbuchse und dem Zylinderkopf ein Zylinderraum gebildet wird,

wobei von dem Exzenterwellengehäuse ein Exzenterwellenraum umschlossen wird,

wobei mit dem Kolben Wasser in einem Ansaughub aus dem Exzenterwellenraum unter Niederdruck in den Zylinderraum angesaugt

und in einem Förderhub aus dem Zylinder-
raum unter Hochdruck gefördert wird, und

wobei zwischen dem Kolben und der Zylinder-
buchse ein Spaltraum eingerichtet ist,

dadurch gekennzeichnet,

daß zum Zwecke des Einsatzes der Hoch-
druckwasserpumpe zum Fördern von praktisch
schmiermittelfreiem Wasser für die Zylinder-
buchse (2) ein Werkstoff aus der Gruppe der
hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf
Polyetheretherketon-Basis verwendet ist, und
zwar mit der Maßgabe,

daß der Spaltraum zwischen Kolben (4)
und Zylinderbuchse (2) als Kühlspaltraum (15)
ausgebildet ist, durch den beim Förderhub ein
Teilmengestrom des zu fördernden Wassers
als Kühlmedium strömt,

und mit der weiteren Maßgabe, daß der Kühl-
spaltraum (15) umlaufend eine Spaltdicke (d)
aufweist, die unter Berücksichtigung der
Druckdifferenz zwischen Zylinderraum (13) und
Exzenterwellenraum (14) beim Förderhub ei-
nen Mindestteilmengestrom des Kühlme-
diums gewährleistet, welcher sicherstellt, daß
im Dauerbetrieb der Hochdruckwasserpumpe
eine Temperatur der Zylinderbuchse (2) von
100° C nicht überschritten wird.

2. Hochdruckwasserpumpe nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß für die Zylinder-
buchse ein Werkstoff aus der Gruppe der
hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf
Polyetheretherketon-Basis ohne Füllstoffe ver-
wendet ist.
3. Hochdruckwasserpumpe nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß für die Zylinder-
buchse ein Werkstoff aus der Gruppe der
hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf
Polyetheretherketon-Basis mit Kohlenstoffasern
als Füllstoff verwendet ist.
4. Hochdruckwasserpumpe nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß für die Zylinder-
buchse ein Werkstoff aus der Gruppe der
hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf
Polyetheretherketon-Basis mit PTFE als Füll-
stoff verwendet ist.
5. Hochdruckwasserpumpe nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß für die Zylinder-
buchse ein Werkstoff aus der Gruppe der
hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf

Polyetheretherketon-Basis mit Kohlenstoffasern
und PTFE als Füllstoffe verwendet ist.

6. Hochdruckwasserpumpe nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß für die Zylinder-
buchse ein Werkstoff aus der Gruppe der
hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf
Polyetheretherketon-Basis mit Glasfasern als
Füllstoff verwendet ist.
7. Hochdruckwasserpumpe nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß für die Zylinder-
buchse ein Werkstoff aus der Gruppe der
hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf
Polyetheretherketon-Basis mit Mineralien als
Füllstoff verwendet ist.
8. Hochdruckwasserpumpe nach einem der An-
sprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß
der Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten
thermoplastischen Kunststoffe auf
Polyetheretherketon-Basis eine Härte von min-
destens 110 auf der Rockwell Skala "M" auf-
weist.
9. Hochdruckwasserpumpe nach einem der An-
sprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß
der Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten
thermoplastischen Kunststoffe auf
Polyetheretherketon-Basis eine Wärmeleitfä-
higkeit von mindestens 0,80 W/mK aufweist.
10. Hochdruckwasserpumpe nach einem der An-
sprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß
die Zylinderbuchse eine Rauhtiefe von $R_z < 2,5 \mu\text{m}$ und $R_z > 1,5 \mu\text{m}$ aufweist.
11. Hochdruckwasserpumpe nach einem der An-
sprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet,
daß die Zylinderbuchse in den Zylinder einge-
klebt ist.
12. Hochdruckwasserpumpe nach einem der An-
sprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet,
daß der Kühlspaltraum bei Raumtemperatur
ein Verhältnis von Spaltdicke zu Spaltlänge im
Bereich von 0,0005 bis 0,0007 aufweist.
13. Hochdruckwasserpumpe nach einem der An-
sprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet,
daß der den Kühlspaltraum beim Förderhub
als Kühlmedium durchströmende Teilmenge-
strom im Bereich von 0,0002 Vol.% bis 0,0003
Vol.% des angesaugten Gesamtmengestromes
liegt.
14. Hochdruckwasserpumpe nach einem der An-
sprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet,

daß für den Kolbenführungsschuh ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis verwendet ist.

5

15. Hochdruckwasserpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß für die Ventilverschlußstücke ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis verwendet ist. 10
16. Hochdruckwasserpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Exzenterwelle in Gleitlagern mit Gleitlagerschalen gelagert ist. 15
17. Hochdruckwasserpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß für die Gleitlagerschalen ein Werkstoff aus der Gruppe der hochfesten thermoplastischen Kunststoffe auf Polyetheretherketon-Basis verwendet ist. 20
18. Hochdruckwasserpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Zylinder in Reihe angeordnet sind. 25
19. Hochdruckwasserpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Zylinder in einer Ebene radial oder axial angeordnet sind. 30
20. Verwendung einer Hochdruckwasserpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 19 im Untertagekohlebergbau. 35
21. Verwendung einer Hochdruckwasserpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 19 als Druckpumpe in Hochdruckwasserstrahlreinigern. 40
22. Verwendung einer Hochdruckwasserpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 19 als Druck- und Förderpumpe in einer High-Pressure-Liquid-Chromatography (HPLC)-Anlage. 45

50

55

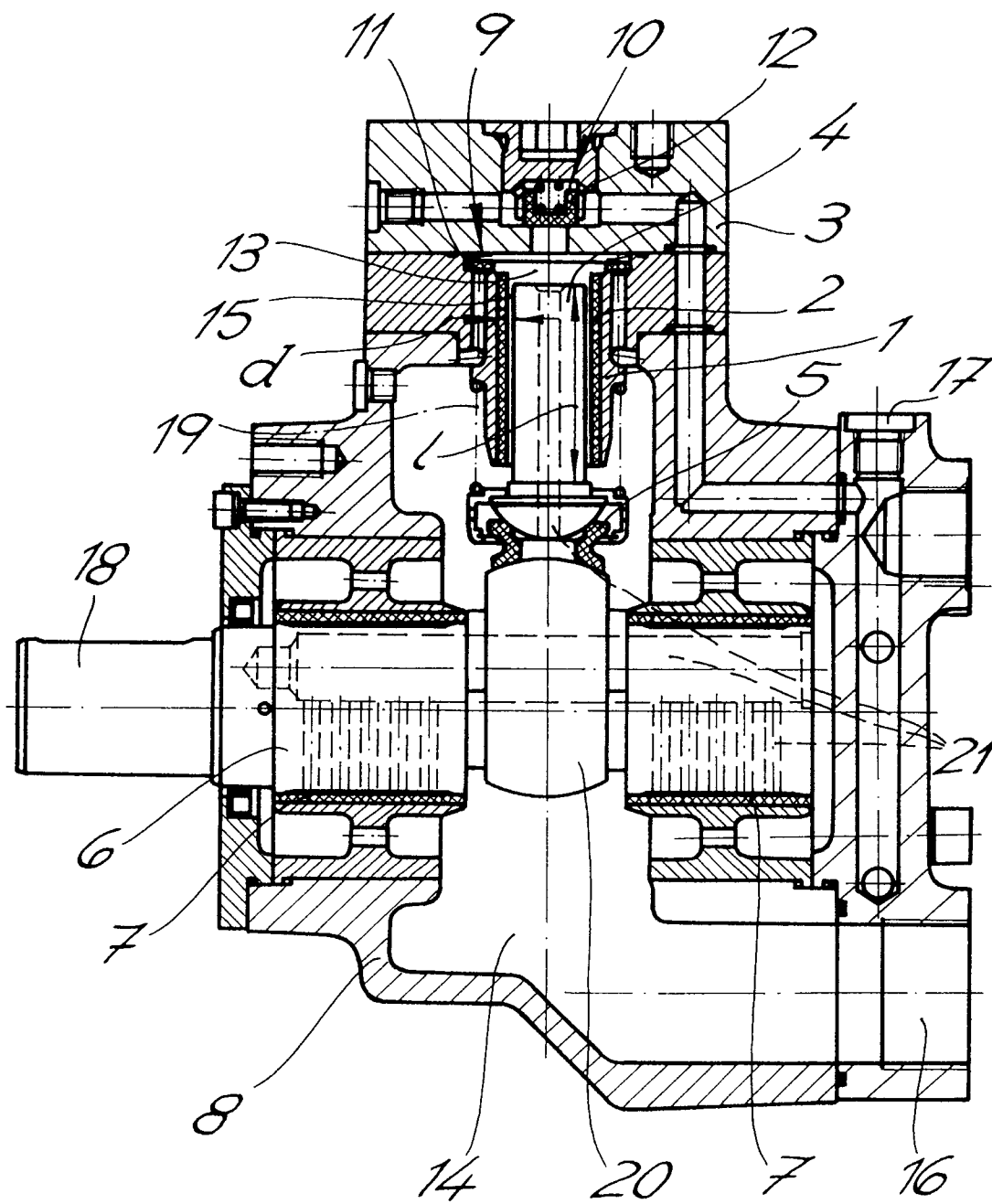


Fig. 1

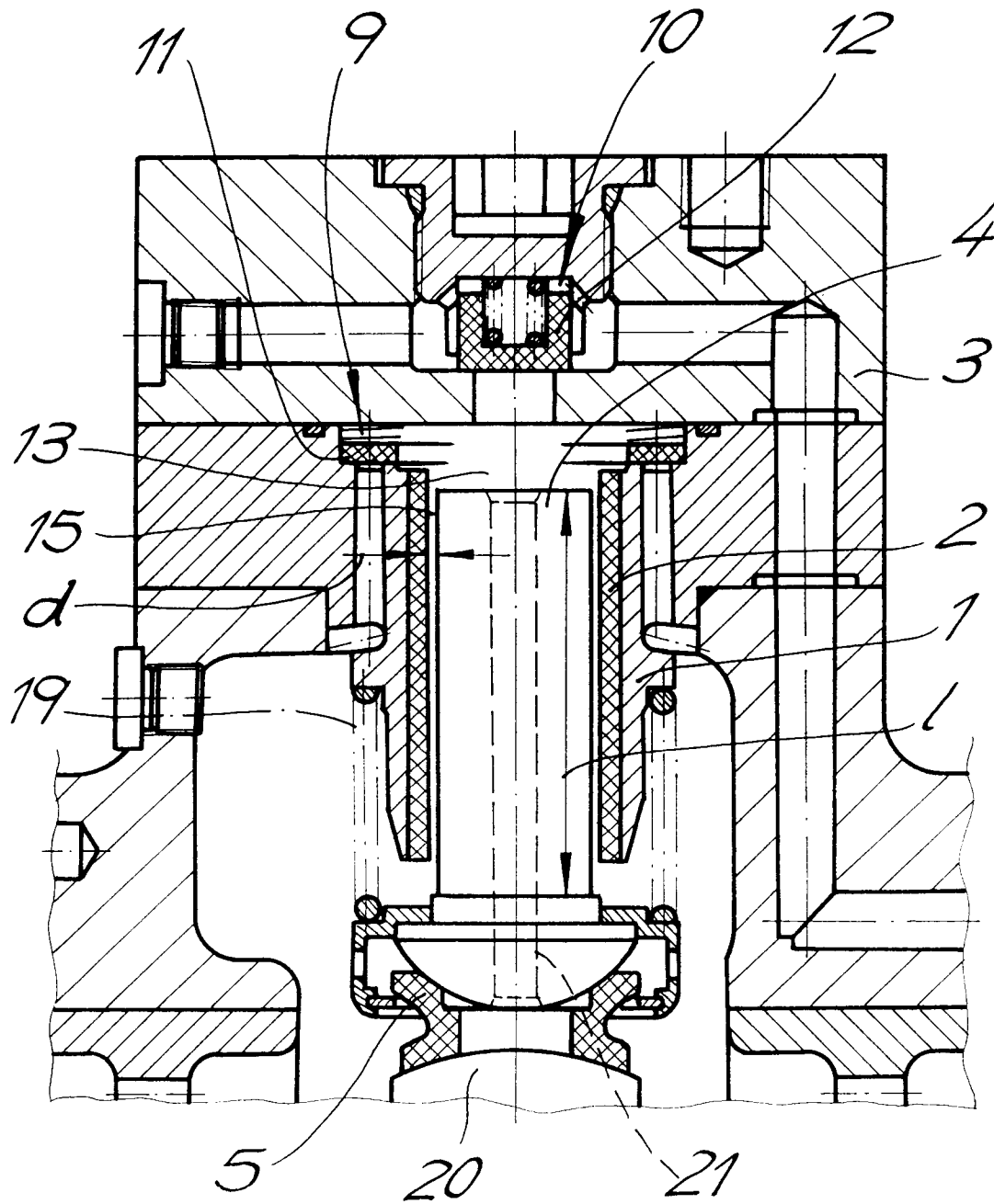


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 10 7357

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	WORLD PATENTS INDEX LATEST 18. Juni 1990 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 90-190229 & JP-A-2 125 979 (AGENCY OF IND.SCI.TECH.) 14. Mai 1990 * Zusammenfassung *	1, 14, 15	F04B21/08 F04B21/00
A	US-A-2 440 216 (ANDERSON) * Spalte 1, Zeile 43 - Spalte 3, Zeile 53; Abbildung 1 *	1, 12, 13	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 186 (M-320)(1623) 25. August 1984 & JP-A-59 077 087 (MARUNKA SIESAKUSHO K.K.) 2. Mai 1984 * Zusammenfassung *	1	
A	US-A-3 430 577 (WAGNER) * Spalte 1, Zeile 32 - Zeile 68 *	1, 11	
A	DE-A-3 135 726 (SCRABACK) * Seite 6, Zeile 6 - Seite 9, Zeile 14; Abbildungen *	1, 12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
A	DYSON 'ENGINEERING POLYMERS' 1990, BLACKIE, LONDON, GB * Seite 1 - Seite 13 *	1-10	F04B C08J
A	AU-B-4 579 885 (PAINTER) * Seite 2, Zeile 17 - Seite 6, Zeile 9; Abbildungen *	1	
A	DE-A-1 403 763 (ENDRES)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	04 FEBRUAR 1992	VON ARX H. P.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	