



| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) Internationale Patentklassifikation⁶ : F16L 15/06</p> | A1 | <p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/11963</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. März 1999 (11.03.99)</p> |
| <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/02318</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 6. August 1998 (06.08.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 39 458.2 3. September 1997 (03.09.97) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MAN- NESMANN AG [DE/DE]; Mannesmannufer 2, D-40213 Düsseldorf (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): QUADFLIEG, Erich [DE/DE]; Grotenburgstrasse 209, D-47800 Krefeld (DE). KRUG, Gerhard [DE/DE]; Beim Gansacker 2, D-47259 Duisburg (DE). LENZE, Friedrich [DE/DE]; Tiefenbroicher Strasse 76, D-40885 Ratingen (DE). SCHLÜTER, Martin [DE/DE]; Volksgartenstrasse 22, D-40227 Düsseldorf (DE).</p> <p>(74) Anwälte: MEISSNER, P., E. usw.; Hohenzollerndamm 89, D-14199 Berlin (DE).</p> | <p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen</i> <i>Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen</i> <i>eintreffen.</i></p> | |

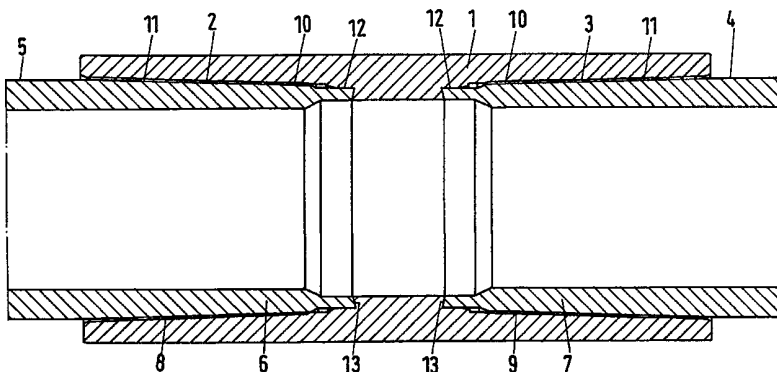
(54) Title: PIPE CONNECTOR

(54) Bezeichnung: ROHRVERBINDER

(57) Abstract

The invention relates to a pipe connector, comprising a socket element with an inner thread, and a spigot element with an outer thread which can be screwed together with said inner thread. One of the elements has a continuous, constant pitch, whilst the other has two sections extending from the ends of the threaded length, both of said sections being provided with a constant pitch. The other element (1) has more than two sections (27-30) with a pitch which is constant within the section (27-30) but is different to the pitch of the first-mentioned element (6, 7), the pitch difference of at least one section (27) being in the opposite direction to the other sections

(28-30) in relation to the sign. The pitch difference of one section (29) is at least double in comparison with the adjacent sections (28, 30). The thread play and thread tolerances in the section with the greater pitch difference are compensated in the screwing position and the load flank of one corner tooth of this section (29) provides the base twisting force with the guiding flank of the other corner tooth, the two adjacent sections (28, 30) building up the thread twisting force with their load or guiding flanks until the required thread torque is reached.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Rohrverbinder mit einem Muffenelement, das ein Innengewinde und mit einem Zapfenelement, das ein damit verschraubbares Außengewinde aufweist, wobei ein Element eine durchgehend konstante Steigung aufweist und das andere Element mit zwei jeweils von den Enden der Gewindelänge sich erstreckenden Abschnitten ebenfalls mit einer konstanten Steigung versehen sind. Das andere Element (1) weist mehr als zwei Abschnitte (27-30) mit einer innerhalb des Abschnittes (27-30) konstanten, aber zum erstgenannten Element (6,7) unterschiedlichen Steigung auf, wobei der Steigungsunterschied mindestens eines Abschnittes (27) im Hinblick auf das Vorzeichen entgegengesetzt gerichtet ist zu den übrigen Abschnitten (28-30) und ein Abschnitt (29) einen mindestens doppelten Steigungsunterschied aufweist im Vergleich zu den angrenzenden Abschnitten (28, 30) und in Verschraubposition im Abschnitt mit dem hohen Steigungsunterschied das Gewindenspiel und die Gewindetoleranzen kompensiert werden und die Lastflanke eines Eckzahnes (29) mit der Führungsflanke des anderen Eckzahnes die Basisverspannung erzeugt und die beiden benachbarten Abschnitte (28, 30) mit ihren Last- bzw. Führungsflanken die Gewindeverspannung bis zum Erreichen des gewünschten Gewinde-Drehmomentes aufbauen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|-------------------------------------------------|----|--------------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbaidshjan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | ML | Mali | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | MN | Mongolei | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MR | Mauretanien | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MW | Malawi | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MX | Mexiko | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada | IT | Italien | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | PL | Polen | | |
| CM | Kamerun | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CN | China | KZ | Kasachstan | RO | Rumänien | | |
| CU | Kuba | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| CZ | Tschechische Republik | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DE | Deutschland | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| DK | Dänemark | LR | Liberia | SG | Singapur | | |
| EE | Estland | | | | | | |

5

Rohrverbinder

Beschreibung

10

Die Erfindung betrifft einen Rohrverbinder gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

15

Rohrverbinder dienen zum Verbinden rohrförmiger Elemente, beispielsweise zu Rohrleitungen, die insbesondere unter Druck stehende Fluide, wie beispielsweise Gas oder Öl befördern. Bei der Suche nach Öl oder Gas werden diese Rohrverbinder auch in Futter- oder Förderrohrsträngen eingesetzt.

20

25

30

35

Die hier betrachteten Rohrverbindungen erfolgen üblicherweise mit Gewinden, einem Außengewinde auf einem Zapfenelement und einem Innengewinde in einem Muffenelement, die miteinander verschraubt werden. Bezüglich der nach dem Verschrauben eindeutigen Positionierung unterscheidet man Rohrverbinder mit einer aufgebrauchten Markierung und solche, die ein zusätzliches Stoßelement als Innen- oder Außenschulter aufweisen. Dieses Schulterelement kann zusätzlich die Funktion einer Dichtung übernehmen. Die Schulter besteht im wesentlichen aus ringförmigen Flächen, die beispielsweise am freien Ende des Zapfenelementes und an der Innenseite des Muffenelementes angeordnet sind und durch das Zusammenschrauben fest aufeinandergedrückt werden. Bei einer Innenschulter wird das Zapfenelement zwischen der Schulter und dem Gewinde zusammengedrückt und das Muffenelement zwischen der Schulter und dem Gewinde gedehnt, bei einer Außenschulter wird das Zapfenelement zwischen der Schulter und dem Gewinde gedehnt und das Muffenelement zwischen der Schulter und dem Gewinde zusammengedrückt. Die durch die Flächenpressung in der Schulter bewirkten Spannungen in Muffe und Zapfen werden überwiegend nur durch die wenigen letzten Gewindegänge des Gewindes, die benachbart zu den Schulterflächen liegen, aufgenommen. Die übrigen Gewindegänge sind nur

äußerst gering belastet. Dementsprechend sind die belasteten Gewindezähne hoch beansprucht. Diese hohen Spannungen im Gewinde werden durch äußere Belastungen der Verbindungen, insbesondere durch axialen Zug bzw. Druck, aber auch durch Innen- und Außendruck sowie durch Biegung erhöht, so dass die Gesamtspannung
5 einen Wert erreichen kann, der größer ist als die zulässige Streckgrenze. Axialer Zug kann die Vorspannung im Stoß und damit seine Wirkung die Positionierung und Dichtung aufheben, axialer Druck kann zur plastischen Verformung im Schulterbereich führen und bei nachfolgenden Zugbelastungen die Funktion der Positionierung und Dichtung unwirksam machen.

10

Um die auf die Abdichtflächen (Stoß) einwirkenden Kräfte als Reaktionskräfte auf eine möglichst große Anzahl von Gewindezähnen aufzuteilen, ist in der DE 34 31 808 A1 ein speziell ausgebildeter Rohrverbinder offenbart. Bei diesem Vorschlag weist der Rohrverbinder einen Zwischenabschnitt des Gewindes zwischen den Enden des
15 Zapfen- und Muffengewindes auf, in dem beide Elemente die gleiche Steigung haben. In den Endenabschnitten sind die Steigungen zwischen Zapfen- und Muffengewinde verschieden, und zwar in Abhängigkeit von der Lage des Stoßes. Wenn die ringförmigen Abdichtflächen (Stoß) an der Rohrinneenseite liegen, dann weist das Gewinde des Zapfenelementes gegenüber dem Gewinde des Muffenelementes eine größere Steigung auf; wenn die Abdichtfläche an der Rohraußenseite liegt, ist es umgekehrt.
20 Durch die vorgeschlagene Anordnung soll die vom Stoß herrührende Reaktionskraft gleichmäßig auf die Gewindezähne übertragen werden. Dabei werden jedoch Belastungen, wie axiale Kompression und Biegung, weiterhin zum großen Teil in den bereits durch die Verschraubung erheblich vorgespannten Stoß eingeleitet. Am Ende
25 der Beschreibung wird in der genannten Schrift darauf hingewiesen, dass die zuvor erläuterte Konstruktion auch bei einem Rohrverbinder mit einem mehrgängigen Gewinde anwendbar ist.

In der WO 96/07044 ist ein Rohrverbinder offenbart, bei dem die Belastungen wie
30 axiale Kompression und Biegung nicht mehr allein vom Stoß, sondern zum überwiegenden Teil vom Gewinde aufgenommen werden. Dazu weist ein Element, d. h. Zapfen oder Muffe, eine durchgehend konstante Steigung auf und das damit verschraubte Element ist mit zwei jeweils von den Enden der Gewindelänge sich erstreckenden Abschnitten versehen, die ebenfalls innerhalb des Abschnittes eine konstante Steigung aufweisen, die aber unterschiedlich ist zum erstgenannten Element.
35

Die genannten Abschnitte weisen in der Mitte einen Versatz zueinander auf, so dass im Übergangsbereich zwischen den Abschnitten ein sich in Kontakt befindlicher schmaler Zahn oder eine überbreite Lücke entsteht und die Zahnücke außerhalb des Versatzes in einem Element um soviel breiter ist als der Zahn des anderen Elementes und dass an der einen Seite des Versatzes die Führungsflanke verspannt ist gegen die Lastflanke an der anderen Seite des Versatzes, wobei die maximale Verspannung in der Mitte des Gewindes erfolgt und zu den Rändern des Gewindes hin abnimmt. Diese Konstruktion hat zur Grundlage, dass durch eine Abweichung in der Steigung eine Verspannung der Lastflanke in einem Gewindebereich gegen die Führungsflanke im selben oder in einem anderen Bereich bewirkt.

Umfangreiche Versuche mit diesem Rohrverbinder haben gezeigt, dass der gewünschte Effekt der Verspannung der Last- gegen die Führungsflanke in ungünstigen Fällen unzureichend werden kann bei ungünstiger Paarung der bei der Fertigung der Gewinde sich ergebenden Abweichungen.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Rohrverbinder anzugeben, der einfach herstellbar ist und mit dem eine Lastaufnahme für alle äußeren Belastungen der Verbindung insbesondere Arbeitsdrehmomente, axiale Kompression und Biegung überwiegend über das Gewinde erreicht wird, auch unter Berücksichtigung der bei der Gewindeherstellung unvermeidbar sich ergebenden Abweichungen von der Idealgestalt, wobei die axiale Zug- und Innendruckbelastung nicht beeinträchtigt werden.

Diese Aufgabe wird ausgehend vom Oberbegriff in Verbindung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Bestandteil von Unteransprüchen.

Beim erfindungsgemäß ausgebildeten Rohrverbinder, unabhängig davon, ob ein ein- oder mehrgängiges Gewinde vorliegt, weist in bekannter Weise ein Element, vorzugsweise das Zapfenelement, eine über die gesamte Gewindelänge konstante Steigung auf, bei mehrgängigem Gewinde gleiche konstante Steigung. Dies hat den großen Vorteil, dass mit relativ einfachen Mitteln ein beschädigtes Zapfenelement nachgeschnitten werden kann. Das besonders gestaltete und mit großem technischen Aufwand hergestellte Muffenelement wird bei Beschädigung ausgetauscht. Vom Erfindungsgedanken her ist aber eine besondere Ausgestaltung

des Zapfenelementes ebenso möglich. Der Erfindungsgedanke läßt sich auch ohne weiteres auf Integralverbinder übertragen.

Die konstruktive Ausbildung des Muffenelementes ist so gestaltet, dass in Verschraubposition eine axiale Verspannung innerhalb des Gewindes erreicht wird. Dazu weist vorzugsweise das Muffenelement mehr als zwei Abschnitte mit einer innerhalb des Abschnittes konstanten, aber zum Zapfenelement unterschiedlichen Steigung auf, wobei die Steigung mindestens eines Abschnittes entgegengesetzt gerichtet ist zu den übrigen Abschnitten und ein Abschnitt einen mindestens doppelten Steigungsunterschied aufweist im Vergleich zu den angrenzenden Abschnitten. Dadurch wird erreicht, dass in Verschraubposition im Abschnitt mit dem hohen Steigungsunterschied das Gewindenspiel und die Gewindetoleranzen kompensiert werden und die Lastflanke eines Eckzahnes dieses Abschnittes mit der Führungsflanke des anderen Eckzahnes die Basisverspannung erzeugt. Die beiden benachbarten Abschnitte bauen mit ihren Last- bzw. Führungsflanken die Gewindeverspannung bis zum Erreichen des gewünschten Gewinde-Drehmomentes auf.

Als besonders günstig hat sich herausgestellt, wenn das Muffenelement vier Abschnitte aufweist, wovon ein Abschnitt eine gegenüber dem damit verschraubten Zapfenelement geringere und die drei aufeinanderfolgenden Abschnitte eine größere Steigung aufweisen, wobei die Steigung des Zapfenelementes als Bezugssteigung gilt. Diese zuvor beschriebene Anordnung gilt generell sowohl für die Anordnung eines Innen- und / oder Außenstoßes. Durch den Abschnitt mit geringerer Steigung wird das Lastflankenspiel zum Gewindeende hin aufgehoben bzw. stark reduziert.

Erfindungsgemäß ist auch der Grad der Erstreckung der einzelnen Abschnitte von Bedeutung. Optimale Werte werden dann erreicht, wenn der Abschnitt mit mindestens einem doppelten Steigungsunterschied sich mindestens über drei, vorzugsweise über vier Gänge und die beiden daran angrenzenden Abschnitte über zwei oder mehr Gänge erstrecken. Der im Auslaufbereich liegende Abschnitt erstreckt sich mindestens über drei Gänge.

Das Gewinde kann kegelig oder beliebig geneigt ausgeführt werden. Die Zahnform selbst ist von untergeordneter Bedeutung. Durch die erfindungsgemäße Konstruktion der Gewindeverbindung wird der gewünschte Effekt der Verspannung und der damit

einhergehenden Verteilung der Belastung auf mehrere Gewindegänge auch unter Berücksichtigung der Toleranzen bei der Gewindeherstellung erreicht.

In der Zeichnung wird anhand eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäß ausgebildete Rohrverbinder näher erläutert. Es zeigen:

- 5
- Figur 1 einen Längsschnitt durch einen Rohrverbinder mit Muffe
Figur 2 einen Längsschnitt durch einen Rohrverbinder als Integralverbindung
Figur 3 ein Diagramm mit Steigungsabschnitten und dazugehörigem Flanken-
10 spiel bzw. axialer Durchdringung, die sich aus der Überlagerung der Geometrie von Zapfen- und Muffengewinde ergibt.
- Figur 4 ein Diagramm der errechneten Verteilung der Zahnlasten über die Gewindelänge bei maximaler Steigungsänderung und kleinstem Lückenspiel und einem Stoßmoment gleich Null
15
- Figur 5 wie Figur 4 mit einem Stoßmoment gleich 50 % des maximalen Stoßmomentes
- Figur 6 wie Figur 5 mit einer zusätzlichen axialen Zuglast von 100 % der Rohrstreckgrenze
20
- Figur 7 wie Figur 5 mit einer zusätzlichen axialen Kompression von 90 % der Rohrstreckgrenze
25

In den Figuren 1 und 2 sind in einem Längsschnitt Rohrverbinder dargestellt, und zwar in Figur 1 mit einer Muffe und in Figur 2 als Integralverbindung. Der erstgenannte Rohrverbinder besteht aus einer Muffe 1, die mit zwei konisch ausgebildeten Gewindeabschnitten 2, 3 versehen und im mittleren Bereich beidseitig je einen Dichtsitz 12 und einen Stoß 13 aufweist. Auf die Darstellung der Einzelheiten von Dichtsitz und
30 Stoß wird hier verzichtet, da diese nicht erfindungswesentlich sind. Die beiden zu verbindenden Rohre 4, 5 sind im Endbereich als Zapfenelement 6, 7 ausgebildet und weisen komplementär zum Gewinde der Muffe 1 ebenfalls konisch ausgebildete Gewindeabschnitte 8, 9 auf. Die Ziffer 10 markiert das zapfenstirnseitige Gewindeende, die Ziffer 11 das muffenstirnseitige Ende. Im Unterschied zu Figur 1 entfällt bei der in
35

Figur 2 dargestellten Integralverbindung die Muffe. Die beiden zu verbindenden Rohre 20, 21 sind in ihren Endbereichen zum einen als Zapfenelement 22 und zum anderen als Muffenelement 23 ausgebildet. Die beiden Elemente 22, 23 weisen je einen komplementär zueinander konisch ausgebildeten Gewindeabschnitt 24, 25 auf. Auf die Darstellung von Stoß und Dichtsitz ist verzichtet worden.

In Figur 3 sind beispielhaft für eine Ausführungsform in einem Diagramm die erfindungsgemäß ausgebildeten Abschnitte mit unterschiedlicher Steigung, der Steigungsverlauf in der Muffe sowie das dazugehörige Flankenspiel (+) bzw. die axiale Durchdringung (-), die sich aus der Überlagerung von Zapfen- und Muffengewinde ergibt, dargestellt. Für dieses gewählte Beispiel mit einer Gesamtgewindelänge von siebzehn Gewindegängen ist das Lastflanken- und das Führungsflankenspiel bzw. die axiale Durchdringung für die einzelnen Gewindegänge aufgetragen. Dabei kennzeichnen die dunkel schraffierten Flächen die Lastflanke und die heller schraffierten Flächen die Führungsflanke, wobei im positiven Bereich der Ordinate das Flankenspiel und im negativen Bereich die axiale Durchdringung abgetragen ist. Im Kopfbereich des Diagramms sind die erfindungsgemäß ausgebildeten Abschnitte einzeln aufgeführt. Es beginnt auf der linken Seite, d. h. auf der dem Stoß 26 abgewandten Seite mit einem ersten Abschnitt 27, der sich insgesamt über sechs Gewindegänge erstreckt. Daran schließt sich ein zweiter Abschnitt 28 mit einer Erstreckung von drei Gewindegängen an. Es folgt ein dritter Abschnitt 29 mit einer Erstreckung von fünf Gewindegängen und ein vierter und letzter Abschnitt 30 mit einer Erstreckung von drei Gewindegängen. Danach folgt im Regelfall ein kurzer gewindefreier Abschnitt (siehe hierzu auch Figur 1), an den sich der metallische Dichtsitz (Stoß 26) anschließt. Die dick ausgezogene Linie kennzeichnet für die Muffe den Steigungsunterschied in den einzelnen Abschnitten 27 - 30 in bezug auf das Zapfengewinde, das eine über die gesamte Gewindelänge konstante Steigung aufweist, hier repräsentiert durch die Null-Linie 31. Im ersten Abschnitt 27 ist die Steigung geringer als die im Zapfengewinde, hier kenntlich gemacht durch eine Linie 32, die unterhalb der Null-Linie 31 liegt. Im folgenden zweiten Abschnitt 28 ist die Steigung größer als im Zapfengewinde. Die entsprechende Linie 33 liegt oberhalb der Null-Linie 31. Im Unterschied zum bekannten Stand der Technik folgt im dritten Abschnitt 29 kein Wechsel in den Negativbereich, sondern ein Sprung zu einem noch höheren Steigungsunterschied in bezug auf das Zapfengewinde. Durch das Niveau der Linie 34 wird dies deutlich gemacht. Im vierten Abschnitt 30 folgt ein Abfall wieder auf den Ausgangswert des zweiten Ab-

schnittes 28. Diese Linie 35 liegt ebenfalls oberhalb der Null-Linie 31, was bedeutet, dass die Steigung größer ist als im Zapfengewinde. Die Übergänge zwischen den einzelnen Abschnitten 27 - 30 sind theoretisch rechteckig, die Fertigung lässt aber einen solchen sprunghaften Wechsel von einer Steigung zu einem anderen Wert nicht zu, so dass sich ein fließender Übergang ergibt. Aus diesem Grunde sind die Übergänge 35 - 37 in Form von Schrägen dargestellt. Betrachtet man den Verlauf des Lastflanken- und Führungsflankenspiels bzw. der axialen Durchdringung, dann erkennt man, dass im Übergang zwischen dem ersten 27 und zweiten Abschnitt 28 die Werte einem Maximalwert zustreben, um in der Mitte des dritten Abschnittes 29 ein Minimum zu erreichen. Es erfolgt dann ein Wechsel von Lastflanken- und Führungsflankenspiel bzw. axialer Durchdringung, was das Vorzeichen betrifft und die Werte steigen in Richtung Stoß 26 wieder an.

Berücksichtigt man die Verformungen, die beim Verschrauben im wesentlichen aus dem Ausgleich der axialen Durchdringung herrühren, dann ergeben sich entsprechende Zahnbelastungen an den Zahnflanken. Dazu sind in den folgenden Figuren 4 - 7 für ein gewähltes Beispiel die jeweilige Verteilung der Zahnlasten über die Gewindelänge bei maximalem Steigungsunterschied und kleinstem Lückenspiel sowie die Stoßbelastung in Abhängigkeit von Stoßmoment, zusätzlicher axialer Zuglast und zusätzlicher axialer Kompression dargestellt.

Dabei stellen die blanken Säulen die maximale Belastbarkeit für den jeweiligen Zahn im vollständigen und auslaufenden Gewinde bzw. für den Stoß, die dunkel schraffierten Flächen die Belastung der Lastflanke und die hell schraffierten Flächen die Belastung der Führungsflanke dar. Die jeweilige Stoßbelastung ist voll ausgemalt. Im Kopfbereich des Diagramms sind für die einzelnen Abschnitte 27 - 30 die Steigungsunterschiede angegeben. Dabei ist zu beachten, dass der Steigungsunterschied zwischen dem ersten 27 und zweiten Abschnitt 28 etwa gleich groß ist, aber entgegengesetzt gerichtet ist. Der dritte Abschnitt 29 weist ein gegenüber den beiden benachbarten Abschnitten 28, 30 einen um das Mehrfache größeren Steigungsunterschied auf. Für das erste Teilbild gemäß Figur 4 ist angenommen, dass das Stoßmoment Null sein soll und keine zusätzlichen Zuglasten oder Kompression das Gewinde belasten. Im Ergebnis sind die Zähne der letzten Gewindegänge (14 - 17) bezüglich der Lastflanken etwa gleich hoch belastet. Die Zähne der ersten Gewindegänge (1 - 6)

am Gewindeauslauf sind nicht bzw. wenig belastet, ebenso die drei Gewindegänge (11 - 13) im dritten Abschnitt 29.

5 In Figur 5 ändert sich das Bild nur unwesentlich, wenn am Stoß 26 in diesem Beispiel ein Stoßmoment von 50 % des Maximalwertes anliegt. Die Zähne der letzten Gewindegänge (14 - 17) werden etwas höher belastet im Vergleich zur Belastungssituation in Figur 4. An der Gesamtverteilung ändert sich nur wenig.

10 Ganz anders werden die Verhältnisse, wenn, wie in Figur 6 dargestellt, dem Stoßmoment von 50 % des Maximalwertes eine axiale Zuglast in Höhe der Rohrstreckgrenzen-Last (100 % PBYS = Pipe Body Yield Strengh) überlagert wird. Dabei wird, wie in diesem Beispiel zu erkennen ist, die Stoßkraft aufgehoben, obwohl ein Stoßmoment von 50% des Maximalwertes anliegt. In diesem Falle sind die Zähne der letzten Gewindegänge (14 - 17) hoch belastet und auch der im dritten Abschnitt 29 liegende

15 Gang (13) trägt mit zur Verteilung der Gesamtbelastung bei. Auch die Zähne der ersten Gewindegänge (1 - 6) sind teilweise bis an die Grenze belastet. Die errechnete Zuglast soll dabei 100 % PBYS entsprechen (Pipe Body Yield Strengh). Dies bedeutet, dass bei überlagerter axialer Zuglast, entsprechend der Streckgrenze des Rohrkörpers, die Zahnbelastungen innerhalb der zulässigen Belastungsbereiche liegen.

20

Bild 7 zeigt die Verteilung bei Aufgabe einer zusätzlichen axialen Kompression (Druckbelastung). Dabei ist angenommen, dass die in diesem Bereich vorgegebene Kompression 90 % der Streckgrenze des Rohrkörpers entspricht. Während gemäß

25 Figur 6 bei Axialzugbelastung der Stoß 26 entlastet wird, wird bei Kompression der Stoß 26 fast bis an die zulässige Grenze beaufschlagt. Die Zähne der letzten Gewindegänge (14 - 17) werden ebenfalls entlastet, während die Zähne der ersten Gewindegänge (1 - 6) sowie des zweiten Abschnittes 28 und der Anfangsbereich des dritten Abschnittes 29 stärker belastet werden. Insgesamt bleiben auch in diesem Belastungsfall die Zahnbelastungen innerhalb des zulässigen Bereiches.

Patentansprüche

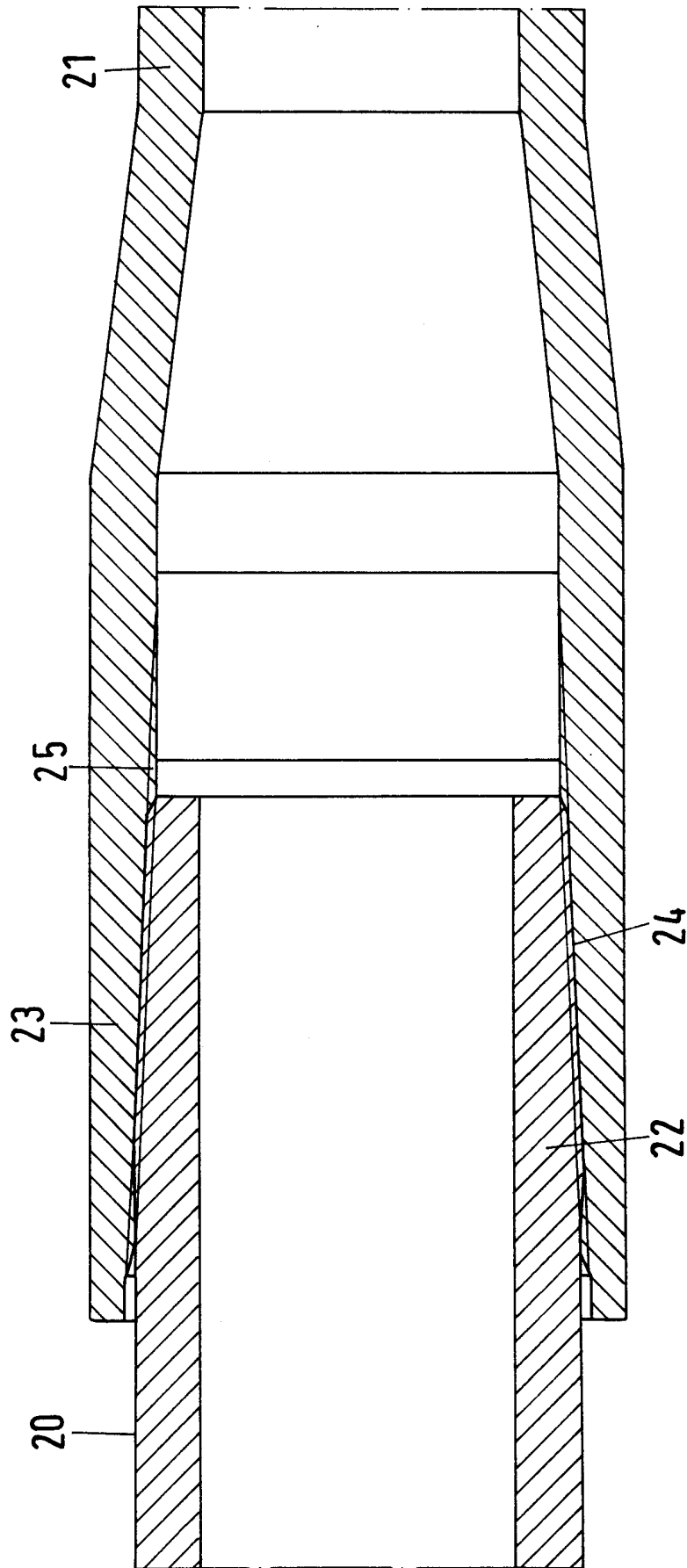
1. Rohrverbinder mit einem Muffenelement, das ein Innengewinde und mit einem Zapfenelement, das ein damit verschraubbares Außengewinde aufweist, wobei ein Element eine durchgehend konstante Steigung aufweist und das andere Element mit zwei jeweils von den Enden der Gewindelänge sich erstreckenden Abschnitten ebenfalls mit einer konstanten Steigung versehen sind, die aber unterschiedlich zur Steigung des erstgenannten Elementes ist und sich außen an die Gewindeabschnitte ein gewindefreier Abschnitt anschließen kann, der ggf. als metallischer Dichtsitz ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das andere Element (1) mehr als zwei Abschnitte (27-30) mit einer innerhalb des Abschnittes (27-30) konstanten, aber zum erstgenannten Element (6,7) unterschiedlichen Steigung aufweist, wobei der Steigungsunterschied mindestens eines Abschnittes (27) im Hinblick auf das Vorzeichen entgegengesetzt gerichtet ist zu den übrigen Abschnitten (28-30) und ein Abschnitt (29) einen mindestens doppelten Steigungsunterschied aufweist im Vergleich zu den angrenzenden Abschnitten (28,30) und in Verschraubposition im Abschnitt mit dem hohen Steigungsunterschied das Gewindenspiel und die Gewindetoleranzen kompensiert werden und die Lastflanke eines Eckzahnes dieses Abschnittes (29) mit der Führungsflanke des anderen Eckzahnes die Basisverspannung erzeugt und die beiden benachbarten Abschnitte (28,30) mit ihren Last- bzw. Führungsflanken die Gewindeverspannung bis zum Erreichen des gewünschten Gewinde-Drehmomentes aufbauen.
2. Rohrverbinder nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zapfen- (6,7) oder Muffenelement (1) eine durchgehend konstante Steigung und das jeweils andere Element vier Abschnitte (27-30) mit einer davon unterschiedlichen Steigung aufweist, wovon die Steigung eines Abschnittes (27) im Hinblick auf das Vorzeichen entgegengesetzt gerichtet ist zu den übrigen drei aufeinanderfolgenden Abschnitten (28-30) und der mittlere (29) der drei aufeinanderfolgenden Abschnitte einen mindestens zweifachen Steigungsunterschied aufweist im Vergleich zu den benachbarten Abschnitten (28,30).

3. Rohrverbinder nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Abschnitt (27) eine geringere und die drei aufeinanderfolgenden Ab-
5 schnitte (28-30) eine größere Steigung aufweisen als das damit verschraubte
Element (6,7).
4. Rohrverbinder nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass ein Abschnitt eine größere und die drei aufeinanderfolgenden Abschnitte
eine kleinere Steigung aufweisen als das damit verschraubte Element.
5. Rohrverbinder nach einem der Ansprüche 1 - 4,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass das Maß des Steigungsunterschiedes der zwei aufeinanderfolgenden
Abschnitte (27,28) mit jeweils einer im Hinblick auf das Vorzeichen entgegen-
gesetzt gerichteten Steigung nahezu gleich groß ist.
6. Rohrverbinder nach einem der Ansprüche 1 - 5,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass der Abschnitt (29) mit einem mindestens doppelten Steigungsunterschied
im Vergleich zu den angrenzenden Abschnitten (28,30) sich mindestens über
drei, vorzugsweise über vier Gänge erstreckt und die beiden daran angrenzen-
den Abschnitte (28,30) sich über zwei oder mehr Gänge erstrecken.
25
7. Rohrverbinder nach einem der Ansprüche 1 - 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei Anordnung eines metallischen Dichtsitzes auf der Innen- und / oder
Außenseite der Gewindeverbindung der auf der Auslaufseite sich befindende
30 Abschnitt eine geringere Steigung und die drei aufeinanderfolgenden Abschnit-
te eine größere Steigung aufweisen als das damit verschraubte Element und
der erstgenannte Abschnitt sich über mindestens drei Gänge erstreckt.
8. Rohrverbinder nach einem der Ansprüche 1 - 7,
35 dadurch gekennzeichnet,

dass Zapfen- und Muffengewinde mehrgängig, vorzugsweise zweigängig ausgeführt sind.

9. Rohrverbinder nach einem der Ansprüche 1 - 8,
s dadurch gekennzeichnet,
dass der Steigungsunterschied zwischen den beiden verschraubten Elementen
mindestens 0,005 mm / Zoll und maximal 0,4 mm / Zoll beträgt.

Fig. 2



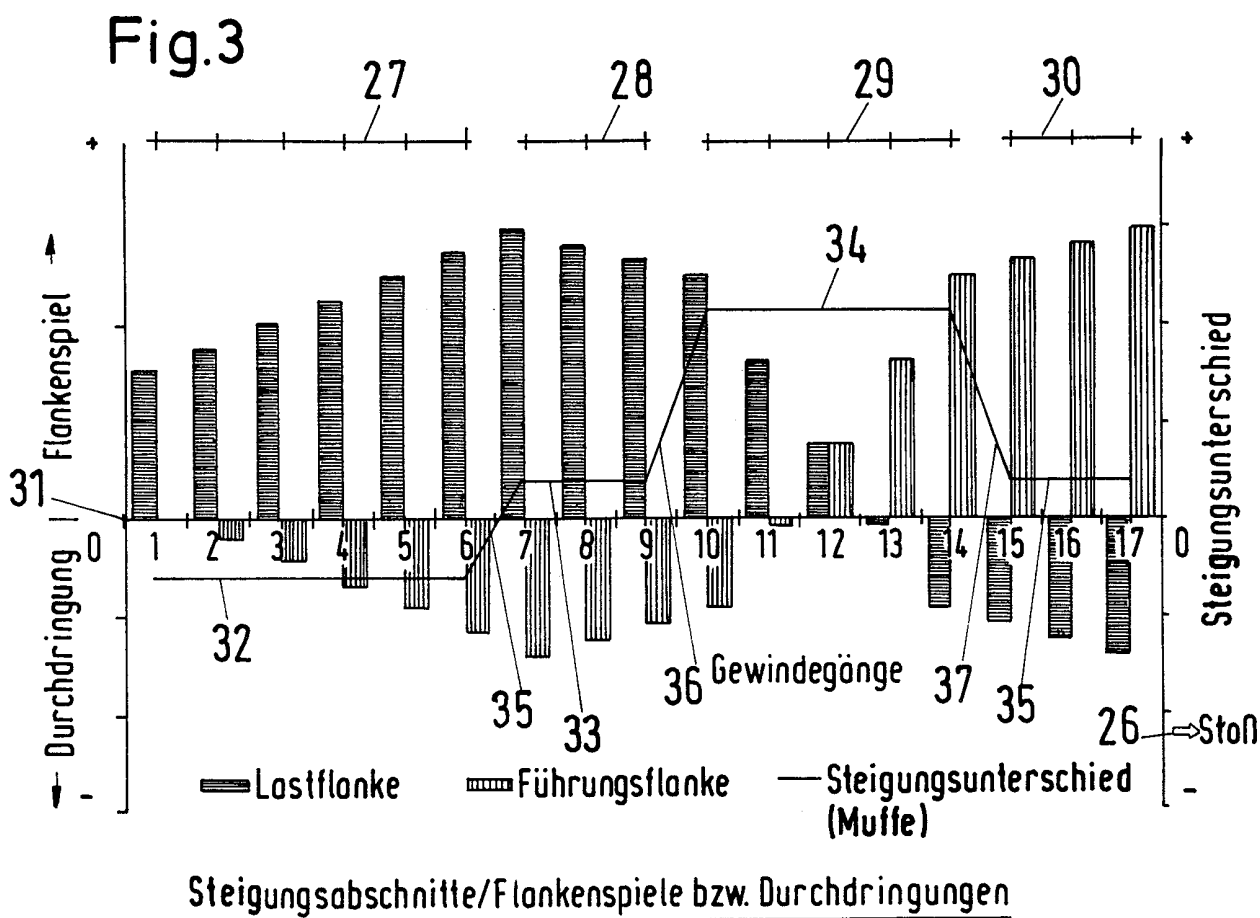


Fig.4

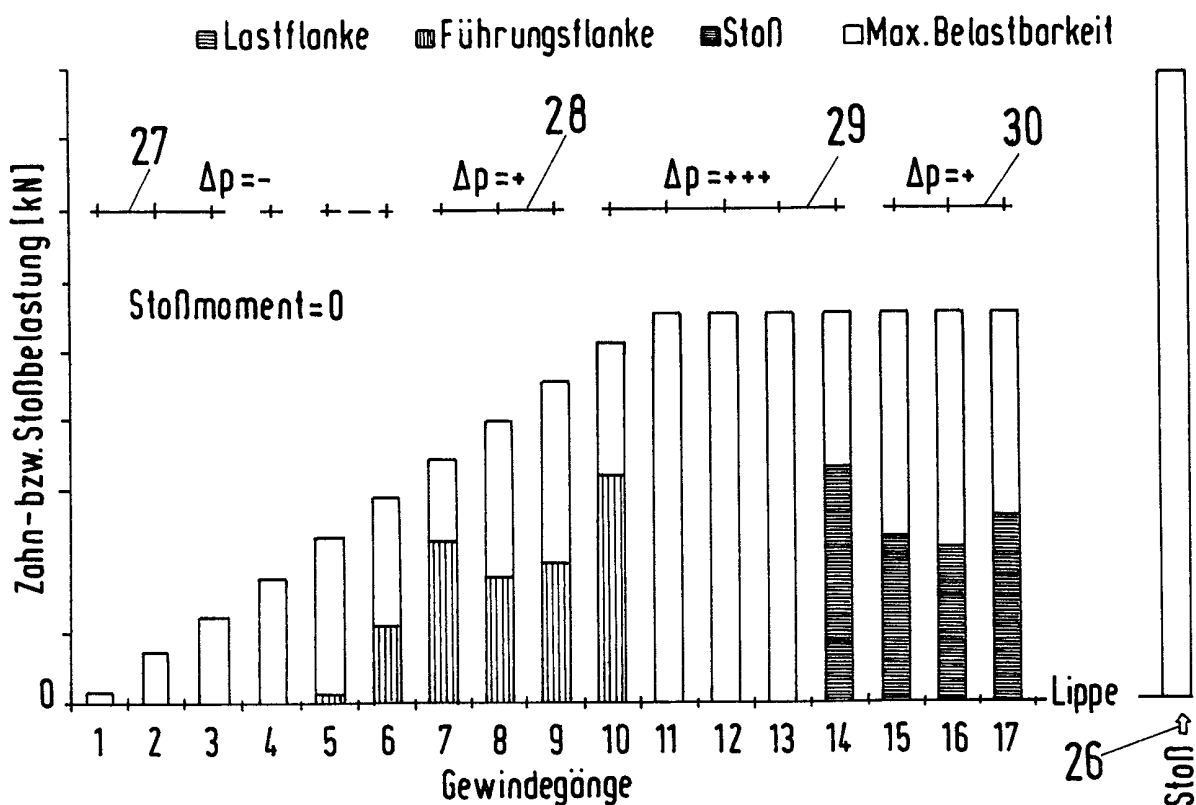


Fig.5

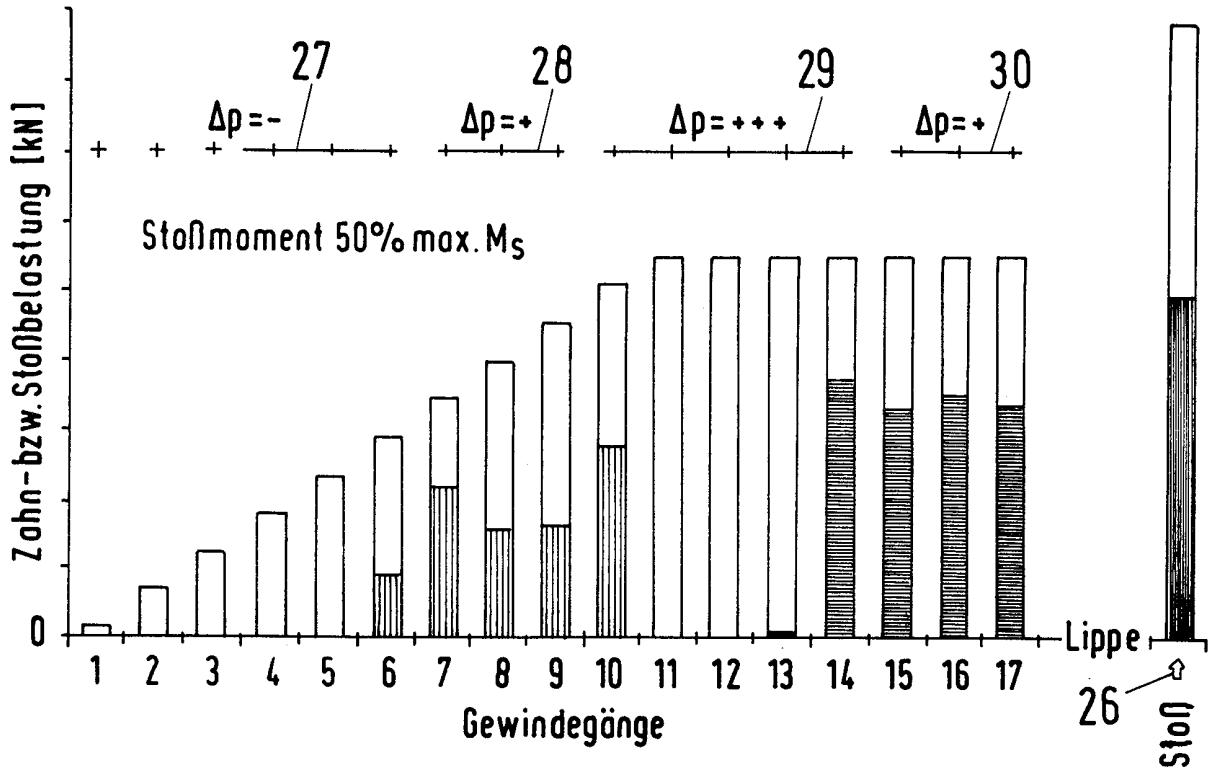


Fig.6

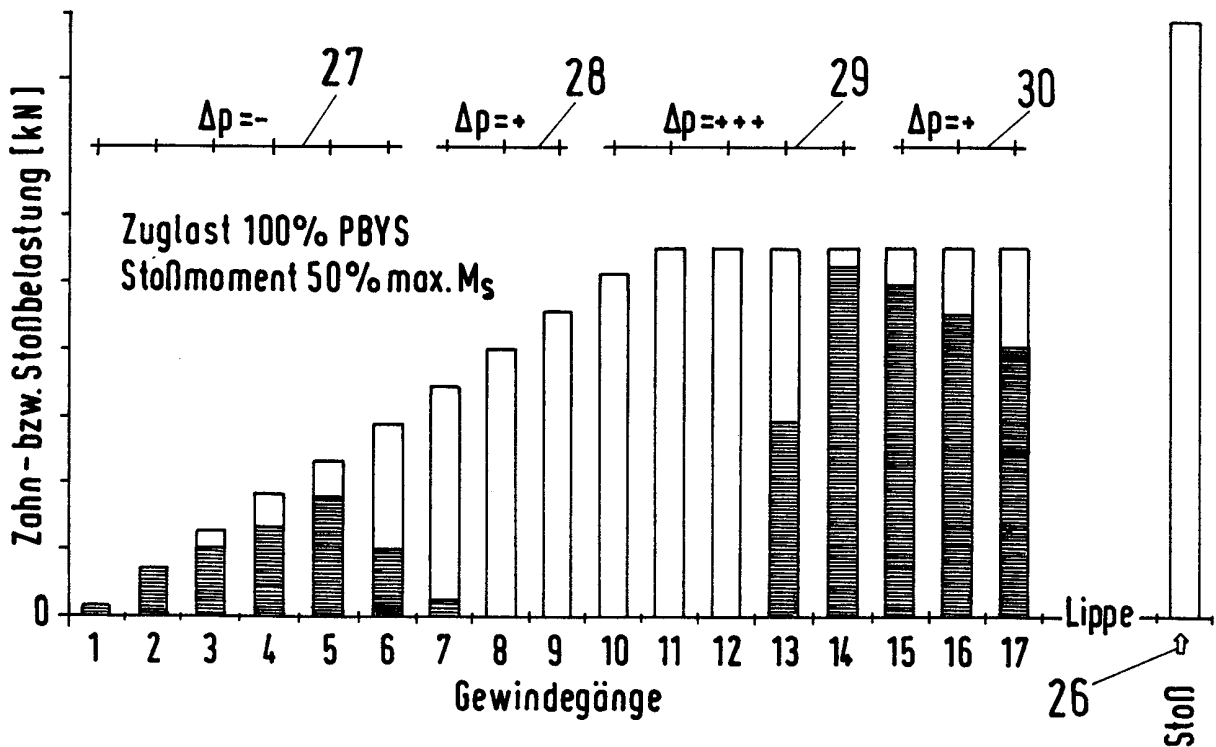
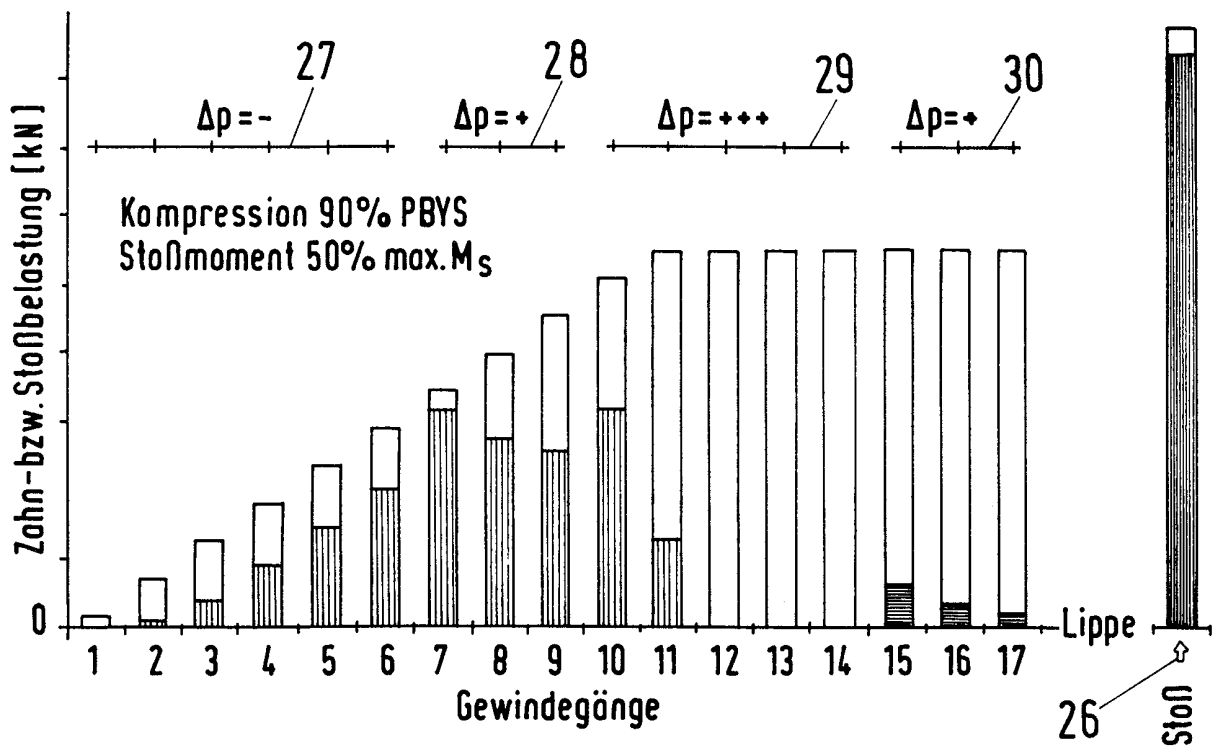


Fig.7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/02318

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F16L15/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F16L E21B F16B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ^o | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A | WO 96 07044 A (MANNESMANN AG ;QUADFLIEG ERICH (DE); BUNSEN CHRISTOPH (DE); GIGOWS) 7 March 1996 cited in the application see claims 4,8,13,17,22 ----- | 1-9 |
| A | GB 2 146 084 A (HUNTING OILFIELD SERVICES;KAWASAKI STEEL CO) 11 April 1985 see abstract; claim 1 ----- | 1,7 |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

^o Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 January 1999

Date of mailing of the international search report

28/01/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Budtz-Olsen, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/02318

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| WO 9607044 A | 07-03-1996 | DE 4431377 C BR 9508684 A CA 2198744 A EP 0778928 A JP 10504880 T NO 970869 A | 09-05-1996 30-12-1997 07-03-1996 18-06-1997 12-05-1998 11-04-1997 |
| GB 2146084 A | 11-04-1985 | JP 60069386 A US 4629222 A | 20-04-1985 16-12-1986 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/02318

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 F16L15/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 F16L E21B F16B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie° | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|

| | | |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| A | WO 96 07044 A (MANNESMANN AG ;QUADFLIEG ERICH (DE); BUNSEN CHRISTOPH (DE); GIGOWS) 7. März 1996 in der Anmeldung erwähnt siehe Ansprüche 4,8,13,17,22 | 1-9 |
| A | GB 2 146 084 A (HUNTING OILFIELD SERVICES;KAWASAKI STEEL CO) 11. April 1985 siehe Zusammenfassung; Anspruch 1 | 1,7 |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Januar 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/01/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Budtz-Olsen, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/02318

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 9607044 A | 07-03-1996 | DE 4431377 C | 09-05-1996 |
| | | BR 9508684 A | 30-12-1997 |
| | | CA 2198744 A | 07-03-1996 |
| | | EP 0778928 A | 18-06-1997 |
| | | JP 10504880 T | 12-05-1998 |
| | | NO 970869 A | 11-04-1997 |
| <hr/> | | | |
| GB 2146084 A | 11-04-1985 | JP 60069386 A | 20-04-1985 |
| | | US 4629222 A | 16-12-1986 |
| <hr/> | | | |