

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Juni 2001 (07.06.2001)

PCT

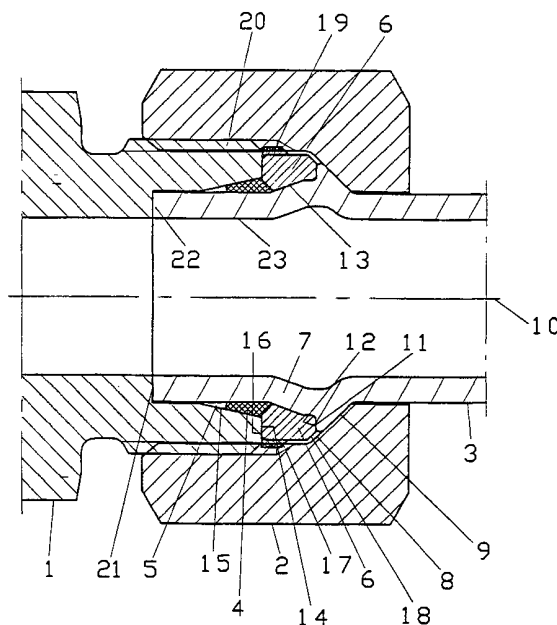
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/40693 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F16L** (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **EHRKE, Dieter**  
(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE00/04304** [DE/DE]; Waldquellenweg 5, 33649 Bielefeld (DE).  
(22) Internationales Anmeldedatum: **29. November 2000 (29.11.2000)** (74) Anwalt: **LINSER, Heinz**; Fichtestrasse 8, 16548  
Glienicke/Nordbahn (DE).  
(25) Einreichungssprache: **Deutsch** (81) Bestimmungsstaaten (national): **AU, BR, CA, CN, CZ,**  
**DE, JP, KR, NO, NZ, US.**  
(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch** (84) Bestimmungsstaaten (regional): **europäisches Patent (AT,**  
**BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,**  
**NL, PT, SE, TR).**  
(30) Angaben zur Priorität:  
**199 58 475.3 30. November 1999 (30.11.1999) DE**  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von **US**): **PARKER HANNIFIN GMBH** [DE/DE]; Am Met-  
allwerk 9, 33659 Bielefeld (DE). **Veröffentlicht:**  
— *Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.*

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PIPE CONNECTOR AND METHOD FOR PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: ROHRVERBINDUNG UND VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG



(57) Abstract: The invention relates to a pipe connector for a pressure-resistant, positive-fit, high pressure screwed joint, comprising a formed tube, a screw body or connector branch with a cone, which connects to a parallel axis drilling, with a radial end surface, a union nut, a sealing ring and a retaining ring, whereby the formed tube has a parallel axis end-piece with the same tube diameter and which corresponds to the depth of the tube seat base. The formed tube (3), with a pronounced bead (7), forms a mating face (9), with the cone surface (8) of the union nut (2), which leads to an abutment face (11), for a front face (12) of the retaining ring (6), essentially aligned with the tube axis (10). The retaining ring (6) has a radial ring surface (14), which, in the assembled state, contacts with the front face (16) of the cone of the connector branch (1) or screw body and thus permits a block assembly.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/40693 A2



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Rohrverbindung für eine druck-, ausreißfeste und formschlüssige Hochdruckverschraubung mit einem umgeformten Rohr, einen Verschraubungskörper oder Verbindungsstutzen, mit einem Konus, dem sich eine achsparallele Bohrung mit einer radialen Endfläche anschließt, einer Überwurfmutter, einem Dichtring und einem Haltering, wobei das umgeformte Rohr ein etwa entsprechend der Tiefe des Rohrsitzbodens achsparalleles Endstück mit gleichem Rohrdurchmesser aufweist. Das mit einer ausgeprägten Wulst (7) umgeformte Rohr (3) bildet mit der Konusfläche (8) der Überwurfmutter (2) eine Anlagefläche (9), die in eine im Wesentlichen zur Rohrachse (10) gerichtete Anschlagfläche (11) für eine Stirnfläche (12) des Halteringes (6) übergeht. Der Haltering (6) weist eine radial verlaufende Ringfläche (14) auf, welche im montierten Zustand die Stirnfläche (16) des Konus des Verbindungsstutzens (1) oder des Verschraubungskörpers kontaktiert und somit eine Blockmontage ermöglicht.

## Rohrverbindung und Verfahren zu ihrer Herstellung

### BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Rohrverbindung für eine druck-,  
5 ausreißfeste und formschlüssige Hochdruckverschraubung mit  
einem umgeformten Rohr, einem Verschraubungskörper oder Ver-  
bindungsstutzen, mit einem Konus, dem sich eine achsparallele  
Bohrung mit einer radialen Endfläche anschließt, einer Über-  
wurfmutter, einem Dichtring und einem Haltering, wobei das  
10 umgeformte Rohr ein etwa entsprechend der Tiefe des Rohrsitz-  
bodens achsparalleles Endstück mit gleichem Rohrdurchmesser  
aufweist.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung  
15 einer komplexen Rohrverformung mit Hilfe eines abgewandelten  
Stauchverfahrens, sowie Werkzeuge zur Durchführung des Ver-  
fahrens.

Rohrverbindungen mittels Rohrumformung sind in den verschie-  
20 densten Ausführungsformen bekannt, wobei die Herstellung  
solcher Umformungen vorwiegend mittels Stauchungen erfolgt,  
und die Formgebung aus formungstechnischen und Material-  
Gründen begrenzt ist. Insbesondere komplexere Rohrverformun-  
gen lassen sich mit dem bekannten Stauchverfahren nicht  
25 erzeugen.

Aus der europäischen Patentanmeldung 0 380 970 A2, ist eine  
Rohrverbindung bekannt, bei der das zu formende Rohr durch  
Einschieben eines Metallringes als Gegenlagerstück aufge-  
30 baucht wird. Auf der Rohraußenseite ist eine Klemmeinrichtung  
vorgesehen, welche Druckflächen aufweist, die mit den Gegen-  
lagerflächen des Gegenlagerstückes zusammenwirken. Eine  
solche Rohrverbindung ist insbesondere für Kunststoffrohre  
und flexible Schläuche geeignet. Hoch- und Höchstdrucke  
35 lassen sich damit jedoch nicht beherrschen.

Aus der DD 240 059 ist eine Schraubverbindung für Flachkegel-  
druckleitungen bekannt, bei der das Anschlußende aus dem

Rohrmaterial geformt ist. Im Bereiche der Schraubverbindung eines Druckleitungsrohres ist eine nach den Konturen eines genormten Schneidringes angedrückte Anschlußschulter und ein nach vorn auslaufendes Kegelstück angeformt. Sein Kegelwinkel ist kleiner als der Kegelwinkel der Kegelöffnung eines genormten Einschraubstutzens. In einem großen Bereich der Schraubverbindung liegen unterschiedliche Rohrrinnendurchmesser vor, welche auch unterschiedliche Rohrrinnenwiderstände für das Strömungsmittel bewirken. Dieses bekannte System bietet keine Aufnahmemöglichkeit für eine Dichtung.

Aus der DE 19511063 A1 geht eine Rohrverbindung hervor, welche einen Verschraubungskörper mit Konus und eine Überwurfmutter aufweist. Die Rohrverformung paßt sich dabei der Form des Konus sowie der Überwurfmutter weitgehend jedoch nicht exakt an. Der sich bildende Freiraum zwischen der Schrägfläche der Überwurfmutter und der Stirnfläche des Verschraubungskörpers ist in einer Ausführungsform mit einem Dichtmittel ausgefüllt. In einer weiteren Ausführungsform ist zwischen Konusfläche des Verschraubungskörpers und dem umgeformten Rohr auch ein Dichtungskörper angeordnet. Bei der Verwendung einer genormten Verschraubungsmutter bleibt ein größerer Bereich der Konusfläche ungenutzt. Desgleichen wird auch die radiale Fläche des Verbindungsstutzens nicht oder in Sonderfällen nur unzureichend genutzt, so die die Übertragung der Montagekräfte auf das zu verbindende Rohr im wesentlichen über Schrägflächen erfolgt, wodurch nur Komponenten der aufgebrachten Kräfte genutzt werden. Darüberhinaus wird das Montageende dem Monteur nur undeutlich vermittelt, so daß eine Übermontage nicht ausgeschlossen erscheint.

Aus der DE 19520099 geht eine Rohrverbindung für eine druckfeste und formschlüssige Verbindung mit umgeformtem Rohr, einem Verschraubungskörper mit einem Konus, dem sich eine achsparallele Bohrung mit einer radialen Endfläche anschließt und einer Überwurfmutter hervor, wobei das umgeformte Rohr ein entsprechend der Tiefe des Rohrsitzbodens achsparalleles Endstück mit gleichem Rohrdurchmesser aufweist. Im montierten

Zustand der Verbindung kommt an der Stirnfläche des Rohrverbindungsstutzens eine radial verlaufende Anlageringfläche des umgeformten Rohres zur Anlage.

- 5 Eine weitere Schraubverbindung mit Stützring ist der DE 19742917 C1 zu entnehmen, welche sich auf leicht verformbare und dünnwandige Rohre bezieht. Die vom Konus der Verschraubungsmutter erfaßte Fläche des umgeformten Rohres ist äußerst klein, während der größere Teil vom Stützring erfaßt wird.
- 10 Hierdurch ist zwar eine Montage auf Block möglich, jedoch ist keine Sicherheit für die Ausreißfestigkeit des Rohres bei Hochdruckanwendung gegeben.

- 15 Die DE 195 41 622 A1 zeigt ein Hochdruckverbindungssystem mit einer Schneidringverbindung und einer Verbindung mit einem umgeformten Rohr. Die Teile der Rohrumformung bilden mit den Elementen der Rohrverschraubung einen maximalen Winkel von 45° und weniger, so daß auch hier nur entsprechende Komponenten der aufgeprägten Montagekräfte auf das Rohr übertragen werden können. Eine Montage auf Block ist nicht möglich, so
- 20 daß das Montageende dem Monteur nicht deutlich übermittelt werden kann, und sehr leicht eine Übermontage erfolgen kann. Zudem bewirken die bei der Montage aufgebrachten radialen Kraftkomponenten eine Einschnürung des umgeformten Rohrbe-
- 25 reichs und seiner unmittelbaren Umgebung. Eine Einschnürung beeinträchtigt die Vorspannung der vorgelagerten Dichtung und damit das Dichtverhalten des Verbindungssystems. Zudem reduzieren sich durch eine Einschnürung die überdeckenden Flächen zwischen Rohrumformung und Überwurfmutter, wodurch
- 30 die Ausreißfestigkeit herabgesetzt wird.

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hochdruckverschraubung, deren Herstellung und die Werkzeuge für ihre Herstellung darzustellen, welche als formschlüssiges System mit
- 35 hoher Sicherheit ausgebildet ist und eine Rohrverbindung für metallene Rohre für Hoch- und Höchstdrucke und damit auch für Rohre mit größeren Wandstärken anzugeben, welche aus möglichst wenigen Teilen besteht, deren Montage einfach und

sicher ohne Gefahr einer Übermontage oder Beeinträchtigung der Dichtfunktion durchgeführt werden kann, wobei ein Setzen der Verschraubung im Betrieb verhindert werden soll.

5 Die Lösung dieser Aufgabe besteht gemäß der Erfindung darin, das mit einer ausgeprägten Wulst umgeformte Rohr mit der Konusfläche der Überwurfmutter eine Anlagefläche bildet, die in eine radial zur Rohrachse gerichtete Anschlagfläche für eine Stirnfläche des Halteringes übergeht.

10

Damit stehen die wirkenden Montagekräfte senkrecht aufeinander und erhöhen somit die Dichtkräfte.

15

In Weiterbildung der Erfindung ist die dem Rohrmantel zugekehrte Innenkontur des Halteringes von der Anschlagfläche der Rohrwulst ausgehend direkt an das Rohr angeformt und damit formschlüssig mit dem Rohrmantel verbunden, so daß eine große Anlagefläche vorhanden ist.

20

In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Überwurfmutter genormt und bildet mit der Wulst des umgeformten Rohres eine Anlagefläche mit einer Neigung von 45° zur Achse des Rohres.

25

Die Konusbohrung der Überwurfmutter erstreckt sich bis zu ihrer Gewindebohrung und der Haltering bildet im montierten Zustand mit seiner zum Konus der Überwurfmutter parallel laufenden Ringfläche zum Konus der Überwurfmutter einen Ringspalt.

30

Der Ringspalt zwischen Überwurfmutter und Haltering setzt sich vorteilhaft bis über einen Teilbereich seiner zylindrischen Außenfläche fort.

35

In vorteilhafter Weiterbildung weist der Haltering über einen Teil seiner zylindrischen Außenfläche eine Kunststoff- oder Elastomerbeschichtung auf, welche als Trägersubstanz für Noppen ausgebildet ist, die im montierten Zustand im Bereich des Innengewindes der Mutter liegen. Die Noppen greifen in

den Endbereich des Gewindes der Verschraubungsmutter ein, wodurch sichergestellt ist, daß der Haltering die Verschraubungsmutter auf dem Ende des Rohres während des Transports dieser Teile zur Montagestelle unverlierbar zusammenhält, bis  
5 die Endmontage durch Einführung des Verbindungsstutzens beginnen kann.

Nach der Erfindung ist im montierten Zustand der Rohrverbindung zwischen dem Konus des Verbindungsstutzens oder Verschraubungskörpers, dem achsparallelen Endstück und einer  
10 Ringfläche des Halteringes eine Dichtkammer gebildet, in der ein als Elastomerdichtung mit druckunterstützender Dichtwirkung ausgebildeter Dichtring angeordnet ist.

15 Der Elastomerdichtring ist in vorteilhafter Weise mit dem Haltering fest verbunden, vorzugsweise anvulkanisiert oder verklebt.

Die Stirnfläche des achsparallelen Endstückes des umgeformten Rohres bildet in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung mit dem Rohrsitzboden des Verbindungsstutzens im montierten Zustand der Verbindung eine Kontaktfläche.  
20

Diese Stirnfläche des Rohrendstückes ist gemäß einem Ausführungsbeispiel vorteilhaft rolliert, so daß eine gute metallische Dichtfläche gebildet ist.  
25

In einer weiteren Ausführungsform wird diese Aufgabe durch andere Maßnahmen erreicht. Hierbei weist die Stirnfläche des achsparallelen Endstückes des umgeformten Rohres eine geschlossene Ringwulst auf, welche einen Bruchteil der Stirnfläche einnimmt, vorzugsweise an die Rohrrinnenwandung anschließt und mit dem Rohrsitzboden des Verbindungsstutzens im montierten Zustand der Verbindung eine metallische Dichtung  
30 bildet.  
35

Für die hervorragende Wirkung der Rohrverbindung ist von Bedeutung, daß der Stützring eine höhere Festigkeit als das

Rohrstück, als der Verbindungsstutzen und als die Mutter aufweist, welche vorzugsweise durch eine Wärmebehandlung hergestellt werden kann.

5 Der Haltering weist vorteilhaft eine radial verlaufende Ringfläche auf, welche im montierten Zustand die Stirnfläche des Konus des Verbindungsstutzens oder des Verschraubungskörpers kontaktiert und somit in vorteilhafter Weise eine Blockmontage bewirkt, so daß eine Übermontage ausgeschlossen ist.

10

Die Rohrverbindung nach der Erfindung ermöglicht die Verwendung genormter Bauteile, wie die Überwurfmutter, wobei mit der Wulst des umgeformten Rohres eine Anlagefläche mit einer Neigung von 45° zur Achse des Rohres gebildet wird.

15

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung schließt sich zur Absicherung gegen mechanische Schwingungen, welche über das Rohrsystem und damit auch über die Rohrverbindung laufen können, eine Stützhülse der Rohrverformung unmittelbar an, welche im montierten Zustand durch die Verschraubungsmutter mit dem Rohr verklemmt ist.

20

Die Erfindung erstreckt sich auch auf das Verfahren zur Herstellung eines umgeformten Rohres für eine Rohrverbindung der bisher beschriebenen Art, sowie auf die hierzu verwendeten Werkzeuge, wobei mit Hilfe eines Rohrumformgerätes an dem Ende des Rohres eine definierte Verformung hergestellt wird, in dem das Rohr in Klemmbacken eingeklemmt ist und ein wesentlicher Teil des zu bearbeitenden Rohrendes verklemmungsfrei bleibt und mit Hilfe eines hydraulischen und/oder elektro-mechanisch betätigbaren Geräteteiles des Rohrumformgerätes das Rohrende bearbeitet wird. Auf das zu verformende Rohrende wird nach der Erfindung zu der axialen Stauch-Kraft gleichzeitig eine Verformungskraft auf den äußeren und/oder inneren Rohrumfang periodisch ausgeübt und das die Kraft übertragende Werkzeug beschreibt in Abhängigkeit von der zu bildenden Verformung während seiner Bewegung virtuelle Rotations-Kegelflächen.

25

30

35



Die Klemmbacken im Verformungsbereich des Rohres weisen innere negative Verformungskonturen auf, in die das Rohr durch die auf das Rohrende wirkenden Axialkräfte und/oder radialen Komponenten der Verformungskräfte eingepreßt werden.

5 Im Rohrhaltebereich sind zur Erhöhung des Reibwiderstandes des Rohrmantels Mittel vorgesehen, so daß die Spannfestigkeit des Rohres in der Spannvorrichtung erhöht wird.

10 In einer abgewandelten Ausführungsform der Werkzeuge nach der Erfindung können die Klemmbacken zur Aufnahme von lösbaren Formbacken ausgebildet sein, welche im Rohrformbereich innere negative Verformungskonturen aufweisen, in die Teile der Rohrwandung durch die auf das Rohrende wirkenden Axialkräfte und/oder radialen Komponenten der Verformungskräfte ein-  
15 gepreßt werden. Auch bei dieser Ausführungsform sind im Rohrhaltebereich zur Erhöhung des Reibwiderstandes des Rohrmantels Mittel vorgesehen, so daß die Spannfestigkeit des Rohres in der Spannvorrichtung erhöht wird. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß bei einer Änderung der zu be-  
20 arbeitenden Rohre, wie beispielsweise deren Durchmesser oder die Art ihrer Verformungen lediglich die Formbacken ausgetauscht werden müssen, während die Klemmbacken universell eingesetzt werden können. Dies erspart erhebliche Werkzeugkosten.

25

Der Werkzeugkopf des Rohrumformwerkzeugs ist gemäß der Erfindung topfförmig ausgebildet, mit einem inneren Durchmesser, welcher größer als der Durchmesser des zu bearbeiten-  
den Rohres ist, wobei der Bereich des inneren Topfrandes um  
30 den inneren Umfang verlaufende Formungswulste zur Verformung des Rohrendes aufweist.

Der Topfboden weist in Weiterbildung der Erfindung eine Ausformung auf, gegen die die Stirnfläche des Rohrendes zu  
35 ihrer Bearbeitung anschlägt.

Das Rohrumformwerkzeugs ist mit einer Kraftübertragungswelle lösbar verbunden, welche in einem spitzen Winkel zur Rohr-

achse bei ihrer Bewegung zur Verformung des Rohrendes virtuelle Rotations-Kegelflächen beschreibt, so daß die Kraftübertragung auf das zu bearbeitende Rohrende periodisch erfolgt.

5

In Weiterbildung der Erfindung ist das Topfinnere zur Aufnahme eines Formwerkzeugs ausgebildet, welches einen schwenkbar gelagerten Bearbeitungsdorn mit einer Bearbeitungswulst an seinem vorderen Ende aufweist. Dieser  
10 Bearbeitungsdorn ist in einer konisch ausgebildeten Bohrung eines Einsatzkörpers, welcher sich im Topfinnern lösbar befindet, schwenkbar gelagert, wobei die konische Bohrung in ihrer Wandung Ausnehmungen zur Aufnahme der durch den Bearbeitungsdorn vom Rohrrinnern aus bewirkten Rohrverformungen  
15 aufweist. Damit wird der Mantel des Rohrendes gleichzeitig von innen und außen periodisch bearbeitet, wobei der Bearbeitungsprozeß durch die Rotationsbewegung des Bearbeitungswerkzeugs in für das Rohrende schonender Weise zyklisch erfolgt. Spannung und Entspannung sowie Erwärmung und  
20 Abkühlung folgen einander, so daß die innere Struktur des verformten Rohrendes keiner kritischen Spannung ausgesetzt ist und damit ihre Struktur wesentlich verbessert wird. Dadurch, daß die Fläche der Krafteinwirkung auf den Werkstoff des zu verformenden Rohres gegenüber den bisherigen Verfahren  
25 wesentlich, bis auf eine Linie, verkleinert ist, ist die spezifische kurzfristige Krafteinwirkung wesentlich größer. Damit können die von den Bearbeitungswerkzeugen ausgehenden Kräfte verringert werden, so daß ein geringerer Verschleiß der Werkzeuge auftritt und die Werkzeuge können kompakter  
30 ausgebildet sein.

Am Fußpunkt des Bearbeitungsdorns entspricht der Abstand zum Mantel der Bohrung des Einsatzkörpers einer Rohrmantelstärke des zu bearbeitenden Rohres. Von diesem Fußpunkt werden  
35 axiale Kräfte direkt auf das Rohrende periodische übertragen, während der Bearbeitungsdorn die Rohrrinnenwand gleichzeitig mit radialen Kräften periodisch beaufschlägt.

In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung weist ein über das einspannungsfreie Ende des eingespannten Rohres angeordneter Verformungstopf im Bereich seines oberen inneren Randes Ausnehmungen auf und auf seinem äußeren Topfboden wird dieser von einem Zylinder beaufschlagt, dessen Angriffsfläche als flacher Kegel ausgebildet ist, welcher auf dem Topfboden um dessen Mittelpunkt in radialer linienförmiger Berührung abrollt, wobei die Achse des flachen Kegels auf einer virtuellen Rotations-Kegelfläche umläuft und eine radiale und axiale Kraftkomponente auf den Verformungstopf und damit auf das zu verformende Rohrende periodisch überträgt.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung näher beschrieben. Hierbei zeigen:

FIG. 1 einen Längsschnitt durch eine montierte Rohrverschraubung eines Ausführungsbeispiels nach der Erfindung;

FIG. 2 einen Längsschnitt durch eine montierte Rohrverschraubung eines weiteren Ausführungsbeispiels nach der Erfindung mit einer Ringwulst auf der Stirnfläche des Rohrendes;

FIG. 3-6 Längsschnitte durch ein Verformungswerkzeug in verschiedenen Arbeitsphasen;

Fig. 7-10 Längsschnitte durch eine weitere Ausführungsform eines Verformungswerkzeugs in verschiedenen Arbeitsphasen, und

FIG. 11 eine noch andere Ausführungsform eines Verformungswerkzeugs nach der Erfindung.

Das in Figur 1 dargestellte Verbindungssystem besteht aus einem Verschraubungskörper 1 mit seinem Konus 15, der in diesem Ausführungsbeispiel als genormter 24°-Konus ausgebildet ist, einer genormten Überwurfmutter 2, einem umgeformten Rohr 3 und einem Dichtring 4. Bei dem Dichtring handelt es

sich vorzugsweise um ein Elastomer, d.h. um ein Polymer mit gummielastischen Eigenschaften, mit einem an die Dichtkammer 5 angepaßten Profil. Die Dichtkammer 5 wird begrenzt durch einen Teil des Rohres 3, einem Stützring 6 und dem Konus 15 des Verbindungsstutzens 1. Die Rohrwulst 7 weist eine spezifische Ausformung auf, deren Herstellung später beschrieben wird. Die ausgeprägte Rohrwulst 7 bildet mit der Konusfläche 8 der Überwurfmutter 2 eine Anlagefläche 9, die in eine im wesentlichen zur Rohrachse 10 gerichtete Anschlagfläche 11 für eine Stirnfläche 12 des Halteringes 6 übergeht.

Die Anschlagfläche 11 der Rohrwulst 7 zur Rohrachse 10 bildet vorzugsweise einen rechten Winkel, da ein solcher Winkel für die Übertragung der aufgeprägten Kräfte besonders vorteilhaft ist. Im Rahmen der Fertigungsgenauigkeit können auch geringe Abweichungen vom rechten Winkel auftreten, ohne daß der Schutzzumfang der Erfindung verlassen wird.

Die der Rohrwulst 7 zugekehrte Innenkontur 13 des Halteringes 6, welche von der Anschlagfläche 11 der Rohrwulst 7 bzw. der Stirnfläche 12 des Halteringes 6 ausgeht, schließt sich direkt der Stirnfläche 12 an und ist an die Rohrwulst angeformt.

Der Haltering 6 weist ferner gemäß der Erfindung eine radial verlaufende Ringfläche 14 auf, welche im montierten Zustand die Stirnfläche 16 des Konus 15 des Verbindungsstutzens 1 bzw. des Verschraubungskörpers kontaktiert und somit eine Blockmontage ermöglicht.

Die Überwurfmutter 2 kann einer DIN entsprechen und mit der Wulst 7 des umgeformten Rohres eine Anlagefläche 9 mit einer Neigung von 45° zur Achse 10 des Rohres 3 bilden.

Die Konusfläche 8 der Überwurfmutter 2 erstreckt sich bis zu ihrer Gewindebohrung, wobei der Haltering 6 im montierten Zustand mit seiner zur Konusfläche 8 der Überwurfmutter 2

parallel laufenden Ringfläche mit der Konusfläche 8 der Überwurfmutter einen Ringspalt 18 bildet.

5 Der Ringspalt 18 zwischen Überwurfmutter 2 und Haltering 6 erstreckt sich bis über einen Teilbereich seiner zylindrischen Außenfläche.

10 Der Haltering 6 weist in vorteilhafter Weise über einen Teil seiner zylindrischen Außenfläche eine Kunststoff- oder Elastomerbeschichtung 19 auf, welche als Trägersubstanz für Noppen ausgebildet ist, die im montierten Zustand im Bereich des Innengewindes 20 der Mutter 2 liegen. Mit dieser Noppenbeschichtung haftet der Haltering 6 während des Montagevorganges an der Mutter 2, so daß beide Bauelemente sich gegenseitig halten und sich von der Rohrwulst 7 nicht entfernen können.

20 In einem besonderen Ausführungsbeispiel ist der Elastomerdichtring 4 mit dem Haltering 6 fest verbunden, beispielsweise verklebt, so daß dadurch die Montage ebenfalls erleichtert wird.

25 In einem weiteren Ausführungsbeispiel bildet die Stirnfläche 22 des achsparallelen Endstückes 23 des umgeformten Rohres 3 mit dem Rohrsitzboden 21 des Verbindungsstutzens 1 im montierten Zustand der Verbindung eine Kontaktfläche.

30 In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Stirnfläche 22 des Rohrendstückes 23 oder ein radialer Teil derselben rolliert, so daß in Sonderfällen mit dem Rohrsitzboden 21 eine metallische Dichtung erzielt werden kann.

35 Die Rohrverbindung nach der Erfindung wird weiter dadurch verbessert, daß der Stützring 6 eine höhere Festigkeit als das Rohrstück 23 einschließlich der Rohrwulst 7, als der Verbindungsstutzen 1 und als die Mutter 2 aufweist.

Die vorgeschlagene höhere Festigkeit des Stützringes 6 wird vorzugsweise durch Wärmebehandlung des Ringes erzielt.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist eine in der Zeichnung nicht näher dargestellte Stützhülse vorgesehen, welche sich der Rohrverformung unmittelbar anschließt und die durch die Verschraubungsmutter 2 mit dem Rohr 3 verklemmt ist. Hierdurch können Schwingungen, welche in das Rohrsystem gelangen, erheblich gedämpft werden, so daß diese in der Rohrverschraubung keine schädliche Auswirkung mehr ausüben können.

Die Figur 2 zeigt die gleiche Darstellung einer Rohrverbindung wie Figur 1, jedoch in einer abgewandelten Ausführungsform. Die Stirnfläche 22 des achsparallelen Endstückes 2 des umgeformten Rohres 3 weist eine geschlossene Ringwulst 24 auf, welche einen Bruchteil der Stirnfläche 22 einnimmt und mit dem Rohrsitzboden 21 des Verbindungsstutzens 1 im montierten Zustand der Rohrverbindung eine metallische Dichtung bildet. Die Ringwulst 24 wird bei der Montage verpresst, so daß eine metallische Dichtung vorliegt.

Die Figuren 3 bis 11 zeigen verschiedene Werkzeuge zur Herstellung einer Rohrverformung beispielsweise für eine Rohrverbindung der zuvor beschriebenen Ausführungsformen. Mit den im folgenden beschriebenen Werkzeugen lassen sich komplexe Rohrverformungen auch unterschiedlicher Rohrgrößen herstellen. Nach der Erfindung wird das an sich bekannte axiale Stauchverfahren mit einem Verformungsverfahren nach einem Taumel- oder Rotationsprinzip kombiniert, wobei auf das zu verformende Rohrende zu der axialen Stauch-Kraft eine Verformungskraft auf den äußeren und/oder inneren Rohrumfang mit radialer Kraftkomponente ausgeübt wird. Das die Kraft übertragende Werkzeug beschreibt in Abhängigkeit von der zu bildenden Verformung während seiner Rotationsbewegung eine virtuelle Kegelfläche. Damit erfolgt die Krafteinwirkung auf das zu verformende Rohrteil punktuell und/oder linienförmig, wobei diese Krafteinwirkungsorte auf dem äußeren und/oder inneren Rohrumfang um den Umfang des Rohres rotieren. Diese Arbeits- und Verformungsmethode weist in überraschender Weise eine Reihe von Vorteilen auf, die sich sowohl auf den zu ver-

formenden Werkstoff als auch auf die Arbeitswerkzeuge auswirken.

5 Einer auf den Werkstoff ausgeübten örtlich eng begrenzten mechanischen Spannung folgt unmittelbar eine längere Entspannungsphase, - entsprechend der Rotationsgeschwindigkeit des Bearbeitungswerkzeugs - und in gleicher Weise folgt einer örtlichen Erwärmung, hervorgerufen durch die örtliche auf-  
10 geprägte mechanische Spannung, eine längere Abkühlungsphase entsprechend der Umlaufperiode des Werkzeugs. Eine kritische Belastung des Werkstoffs wird daher vermieden und es erfolgt somit eine schonende Verformung, welche sich auch äußerst günstig auf die Mikrostruktur des Werkstoffs auswirkt.

15 Das Verformungswerkzeug übt auf den Werkstoff bei gleichem Kraftaufwand wegen der verringerten Kraftübertragungsfläche eine höhere spezifische Belastung aus. Damit kann der Kraftaufwand verringert werden, wodurch die Belastung der Werkzeuge verringert und ihre Lebensdauer verlängert wird.

20 Anhand der Figuren 3 bis 6 wird ein Werkzeugtyp der genannten Art in seinen verschiedenen Arbeitsphasen dargestellt, während die Figuren 7 bis 10 einen weiteren Werkzeugtyp dieser Art in seinen verschiedenen Arbeitsphasen wiedergibt.  
25 Einen noch anderen Werkzeugtyp, zeigt die Figur 11 in einer Arbeitsphase.

Allen im folgenden dargestellten Werkzeugen sind bestimmte Grundprinzipien gemeinsam. So wird mit Hilfe eines Rohrumformgerätes, welches zur Befestigung eines zu verformenden  
30 Rohres 3 Klemmbacken 30 mit den Klemmbackenteilen 30a und 30b aufweist, an dem Ende des Rohres 3 eine definierte Verformung hergestellt. Hierzu wird das Rohr 3 von den Klemmbacken 30a und 30b so eingeklemmt, daß ein wesentlicher Teil des zu  
35 bearbeitenden Rohrendes 3a verklemmungsfrei bleibt und mit Hilfe eines hydraulisch und/oder elektro-mechanisch betätigbaren Geräteteiles des Rohrumformgerätes das Rohrende 3a axial gestaucht.

Die Klemmbacken 30a und 30b weisen in dem Rohrverformungsteil eine Aussparung 31 auf, in die sich das Rohr 3 mit seinem verklemmungsfreien Teil 3a erstreckt. Im Verformungsbereich 3a des Rohres 3 befinden sich innere negative Verformungskonturen 32, in die Teile der Rohrwandung durch die auf das Rohrende wirkenden Axialkräfte und/oder radialen Komponenten der Verformungskräfte eingepreßt werden, wie aus den Figuren 5 und 6 ersichtlich ist.

Im Rohrhaltebereich der Klemmbacken 30a und 30b sind zur Erhöhung des Reibwiderstandes des Rohrmantels und damit der Spannfestigkeit Mittel vorgesehen. Diese bestehen beispielsweise aus einem in die Klemmbacken eingepreßten Granulat oder eingefräßten Rillen.

Der Werkzeugkopf 33 des Rohrumformwerkzeugs 34 ist topfförmig (Topf 35) ausgebildet, der einen inneren Durchmesser aufweist, welcher größer als der Durchmesser des zu bearbeitenden Rohres 3 ist, wobei der Bereich des inneren Topfrandes um den inneren Umfang verlaufende Formungswulste 36 oder Aussparungen 37 zur Verformung des Rohrendes 3a aufweist.

Der Topfboden 38 ist mit einer Ausformung 38 versehen, gegen die die Stirnfläche 22 des Rohrendes 39 zu ihrer Bearbeitung und Übertragung axialer Kräfte periodisch anschlägt.

Das Rohrformwerkzeugs 34 ist mit einer Kraftübertragungswelle lösbar verbunden, beispielsweise verschraubt, welche in einem spitzen Winkel zur Rohrachse (Winkel zwischen der Achse der Kraftübertragungswelle 41 und der Rohrachse 10) bei ihrer Rotationsbewegung zur Verformung des Rohrendes 3a virtuelle Kegelflächen beschreibt.

In einer weiteren Abwandlung dieser Ausführungsform sind die Klemmbacken 30a und 30b zur lösbaren Aufnahme von Formbacken 30c ausgebildet, welche in die Klemmbacken lösbar eingesetzt und befestigt werden (s. hierzu die gestrichelte Linie bei 30c in Fig.3). Die inneren negativen Verformungskonturen 32



befinden sich dabei in dem Rohrformbereich der Formbacken, während die Klemmbacken demgegenüber neutral ausgebildet sind. Diese lassen sich daher universell verwenden, während die preiswerteren Formbacken von Fall zu Fall, je nach dem durchzuführenden Bearbeitungsprogramm, unterschiedlich ausgebildet sind. Der Rohrhaltebereich der Formbacken ist, wie auch bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform, mit Mitteln versehen, welche den Reibwiderstand zwischen Rohrmantel und Formbacken und damit die Spannfestigkeit erhöht.

Die Figur 3 zeigt die einleitende Phase, bei der ein Rohrformwerkzeug 34 einem zwischen den Formbacken 30a und 30b eingespannten Rohr 3 zugeführt wird.

Die Figur 4 zeigt die Einführungsphase des Rohrendes 3a in den Topf 35 unter einem spitzen Winkel.

Die Figur 5 zeigt eine Arbeitsphase, in der bereits axiale Kräfte auf das Rohrende 3a ausgeübt wurden, so daß sich der Rohrmantel zwangsweise in die ihm angebotenen Verformungskonturen legt. Andere Verformungsfreiheitsgrade sind dem Rohrmantel durch den Werkzeugkopf versperert, so daß er eine vorgegebene Verformung zwangsweise einnehmen muß. Da das Rohrformwerkzeug 34 zur Rohrachse 10 einen spitzen Winkel einnimmt und beim Bearbeitungsvorgang um diesen Winkel rotiert, erfolgt die Kraftübertragung auf das Rohrende 3a punkt- und linienförmig, wobei die Berührungs- bzw. Kraftübertragungsflächen um den Rohrmantel und um die Stirnfläche des Rohres rotieren.

Die Figur 6 zeigt den weiteren Fortgang des Verformungsverfahrens, wobei vom Topfboden 38 eine axiale Kraft auf das Rohrende 3a - und bezogen auf das Rohr - periodisch übertragen wird. Gleichzeitig übt der Formungswulst 36 des Topfes 35 - bezogen auf das Rohrende 3a - ebenfalls periodisch eine radiale Kraft auf die Außenseite des Rohrmantels aus, bis die Endphase nach Figur 6 erreicht und die gewünschte Verformung des Rohres beendet ist.

Die Figuren 7 bis 10 zeigen eine Abwandlung des Werkzeugs nach der Erfindung, wobei zur Verformung des Rohrendes 3a diesem gleichzeitig eine dritte Kraftkomponente ebenfalls periodisch zugeführt wird. Diese Kraft wird auf den Innenmantel des zu verformenden Rohres ausgeübt.

Hierzu ist das Innere des Topfes 48 zur Aufnahme eines Formwerkzeugs ausgebildet, welches einen Bearbeitungsdorn 43 mit einer Bearbeitungswulst 44 an seinem vorderen Ende aufweist.

Der Bearbeitungsdorn 43 ist in einer konisch ausgebildeten Bohrung 45 eines im Topfinneren angeordneten Einsatzkörpers 46 um die Achse 47 schwenkbar gelagert, so daß in jeder Eintauchtiefe des Bearbeitungsdorns 43 Kräfte auf die Rohrwandung des Rohres 3 übertragen werden können, wobei die konische Bohrung 45 in ihrer Wandung Ausnehmungen zur Aufnahme der durch den Bearbeitungsdorn 43 vom Rohrwand aus bewirkten Rohrverformungen aufweist.

Am Fußpunkt des Bearbeitungsdorns 43 entspricht der Abstand zum Mantel der Bohrung 45 des Einsatzkörpers 46 einer Rohrmantelstärke des zu bearbeitenden Rohres 3, wobei der Fußpunkt axiale Kräfte auf das zu verformende Rohrende 3a und der Bearbeitungsdorn 43 gleichzeitig radiale Kräfte auf die Mantelinnenseite des Rohrendes 3a periodisch überträgt.

Die Figur 7 zeigt die einleitende Bearbeitungsphase, in der die Kraftübertragungswelle 40 mit ihrem Topf 48 dem zu bearbeitenden einklemmungsfreien Ende des Rohres 3 unter einem spitzen Winkel zugeführt wird. Der spitze Winkel ergibt sich aus dem Winkel zwischen der Rohrachse 10 und der Achse 41 der Kraftübertragungswelle 40.

Die Figur 8 zeigt die weitere Zuführung des Werkzeugs mit ihrem Topf 48 bis der Bearbeitungsdorn 43 vollständig in das Rohrinne eingefahren ist, wie in der Figur 9 dargestellt ist. Mit Erreichen des Endes der konischen Bohrung 45 durch das Rohrende kann die Übertragung der axialen Kraft auf das

Rohr beginnen. Da die Achse 41 um die gedachte Verlängerung der Rohrachse 10 rotiert und damit einen virtuellen spitzen Kegel beschreibt, wandert auch die Kraftübertragungslinie periodisch auf der Stirnfläche des Rohrendes 3a und übt eine axiale Kraft auf das Rohr periodisch aus. In gleicher Weise wandert die Berührende der Bearbeitungswulst 44 des Bearbeitungsdorns 43 auf einer inneren Kreisbahn auf dem Rohrinnenmantel und übt dabei auf den inneren Rohrmantel eine radiale Kraft mit gleicher Periode aus. Da der Innenmantel der konischen Bohrung 45 Ausnehmungen 49 aufweist, in die sich die Rohrverformung einfügt, erfolgt eine auf den Rohraußenmantel einwirkende radiale Kraft, in einer um 180° zeitlich verschobenen Periode. Dies wird insbesondere aus den Arbeitsphasen nach den Figuren 9 und 10 ersichtlich.

Damit lassen sich komplexe Rohrverformungen unter schonender Behandlung des Rohrmaterials herstellen, wobei die Mikrostruktur erheblich verbessert wird und die Lebensdauer der Arbeitswerkzeuge verlängert wird, da die Werkzeuge wesentlich geringer als bei den bekannten Verformungsverfahren belastet werden.

Die Figur 11 zeigt ein weiteres Werkzeug zur Herstellung einer Rohrverformung, welches nach den ähnlichen Prinzipien wie das anhand der Figuren 3 bis 6 beschriebene Werkzeug arbeitet.

Der Verformungstopf 50 wird auf seiner Außenseite des Topfbodens 52 von einem Kraftübertragungszyylinder 51 beaufschlagt, dessen Angriffsfläche als flacher Kegel 53 ausgebildet ist, welcher auf der Außenseite des Topfbodens 52 um dessen Mittelpunkt (Durchstoßpunkt der Rohrachse 10) in radialer linienförmiger Berührung abrollt, wobei die Achse 41 des flachen Kegels 53 auf einer virtuellen Rotations-Kegelfläche umläuft und damit eine radiale und axiale Kraftkomponente auf den Verformungstopf 50 und damit auf das zu verformende Rohrende 3a periodisch überträgt.

Die vom Kraftübertragungszyylinder 51 über den flachen Kegel 53 auf die Außenseite des Topfbodens 52 übertragene Kraft wirkt somit in einer vom Mittelpunkt der Topfbodenfläche ausgehenden radialen Linie, welche um den Mittelpunkt kreist.

- 5 Die auf das Rohrende einwirkenden Kräfte wandern daher auf der Stirnfläche des Rohres als Axialkraft und auf dem Außenmantel des Rohres als Radialkraft periodisch.

- 10 Damit treten auch hier die bereits oben genannten Vorteile einer schonenden Materialverformung und damit einer Mikrostrukturverbesserung sowie einer Verbesserung der Lebensdauer der Werkzeuge auf.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Rohrverbindung für eine druck-, ausreißfeste und form-  
5 schlüssige Hochdruckverschraubung mit einem umgeformten  
Rohr, einem Verschraubungskörper oder Verbindungsstut-  
zen, mit einem Konus, dem sich eine achsparallele  
Bohrung mit einer radialen Endfläche anschließt, einer  
Überwurfmutter, einem Dichtring und einem Haltering,  
10 wobei das umgeformte Rohr ein etwa entsprechend der  
Tiefe des Rohrsitzbodens achsparalleles Endstück mit  
gleichem Rohrdurchmesser aufweist, dadurch gekennzeich-  
net, daß das mit einer ausgeprägten Wulst (7) um-  
geformte Rohr (3) mit der Konusfläche (8) der Überwurf-  
15 mutter (2) eine Anlagefläche (9) bildet, die in eine  
radial zur Rohrachse (10) gerichtete Anschlagfläche (11)  
für eine Stirnfläche (12) des Halteringes (6) übergeht.
2. Rohrverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
20 daß die dem Rohrmantel zugekehrte Innenkontur (13) des  
Halteringes (6) von der Anschlagfläche (11) der Rohr-  
wulst (7) ausgehend direkt an das Rohr (3) angeformt  
ist.
- 25 3. Rohrverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Haltering (6) eine  
radial verlaufende Ringfläche (14) aufweist, welche im  
montierten Zustand die Stirnfläche (16) des Konus des  
Verbindungsstutzens (1) oder des Verschraubungskörpers  
30 kontaktiert und somit eine Blockmontage ermöglicht.

4. Rohrverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwurfmutter (2) genormt ist und mit der Wulst (7) des umgeformten Rohres (3) eine Anlagefläche (9) mit einer Neigung von 45° zur Achse (10) des Rohres (3) bildet.
- 5
5. Rohrverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Konusfläche (8) der Überwurfmutter (2) sich bis zu ihrer Gewindebohrung (17) erstreckt, und der Haltering (6) im montierten Zustand mit seiner zum Konus (8) der Überwurfmutter (2) parallel laufenden Ringfläche zum Konus der Überwurfmutter einen Ringspalt (18) bildet.
- 10
6. Rohrverbindung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Ringspalt (18) zwischen Überwurfmutter (2) und Haltering (6) bis über einen Teilbereich seiner zylindrischen Außenfläche fortsetzt.
- 15
7. Rohrverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Haltering (6) über einen Teil seiner zylindrischen Außenfläche eine Kunststoff- oder Elastomerbeschichtung (19) aufweist, welche als Trägersubstanz für Noppen ausgebildet ist, die im montierten Zustand im Bereich des Innengewindes der Überwurfmutter liegen.
- 20
8. Rohrverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im montierten Zustand der Rohrverbindung zwischen dem Konus (15) des Verbindungsstutzens (1) oder Verschraubungskörpers, dem achsparallelen Endstück des Rohres (3) und einer Ringfläche des Halteringes (6) eine Dichtkammer (5) gebildet ist, in der ein als Elastomerdichtung mit druckunterstützender Dichtwirkung ausgebildeter Dichttring (4) angeordnet ist.
- 25
- 30
- 35

9. Rohrverbindung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Elastomerdichtring (4) mit dem Haltering (6) fest verbunden ist.
- 5 10. Rohrverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stirnfläche (22) des achsparallelen Endstückes des umgeformten Rohres mit dem Rohrsitzboden (21) des Verbindungsstutzens (1) im montierten Zustand der Verbindung eine Kontaktfläche
- 10 bildet.
11. Rohrverbindung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stirnfläche (22) des Rohrendstückes oder ein radialer Teil derselben rolliert ist.
- 15 12. Rohrverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, daß** der Halte- oder Stützring (6) eine höhere Festigkeit als das Rohrstück, als der Verbindungsstutzen (1) und als die Überwurfmutter (2)
- 20 aufweist.
13. Rohrverbindung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die höhere Festigkeit des Halte- oder Stützringes (6) durch Wärmebehandlung hergestellt wird.
- 25 14. Rohrverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich eine Stützhülse der Rohrverformung (7) anschließt, welche durch die Verschraubungsmutter mit dem Rohr verklemmt ist.
- 30

15. Rohrverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche  
dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnfläche (22) des  
achsparallelen Endstückes des umgeformten Rohres (3)  
eine geschlossene Ringwulst aufweist, welche einen  
Bruchteil der Stirnfläche einnimmt und mit dem Rohr-  
sitzboden (21) des Verbindungsstutzens (1) im montierten  
Zustand der Verbindung eine metallische Dichtung bildet.
16. Verfahren zur Herstellung eines umgeformten Rohres für  
eine Rohrverbindung nach den Ansprüchen 1 - 15, wobei  
mit Hilfe eines Rohrumformgerätes an dem Ende des Rohres  
eine definierte Verformung hergestellt wird, in dem das  
Rohr (3) in Klemmbacken (30) eingeklemmt ist, und ein  
wesentlicher Teil des zu bearbeitenden Rohrendes ver-  
klemmungsfrei bleibt und mit Hilfe eines hydraulisch  
und/oder elektro-mechanisch betätigbaren Geräteteiles  
des Rohrumformgerätes das Rohrende axial gestaucht wird,  
dadurch gekennzeichnet, daß es mit einem Verformungsver-  
fahren nach dem Taumel- oder Kreiselprinzip kombiniert  
ist, wobei auf das zu verformende Rohrende (3a) zu der  
axialen Stauch-Kraft eine Verformungskraft auf den  
äußeren und/oder inneren Rohrumfang ausgeübt wird und  
das die Kraft übertragende Werkzeug in Abhängigkeit von  
der zu bildenden Verformung während seiner Taumel-oder  
Kreisel-Bewegung virtuelle Kegelflächen beschreibt.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Klemmbacken (30;30a,30b) im Verformungsbereich (3a)  
des Rohres (3) innere negative Verformungskonturen (32)  
aufweisen, in die Teile der Rohrwandung durch die auf  
das Rohrende (3a) wirkenden Axialkräfte und/oder radi-  
alen Komponenten der Verformungskräfte eingepreßt werden  
und im Rohrhaltebereich Mittel zur Erhöhung des Reib-  
widerstandes des Rohrmantels und damit der Spannfestig-  
keit aufweisen.
18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Klemmbacken (30a,30b) zur lösbaren Aufnahme von



Formbacken (30c) ausgebildet sind, welche im Rohrformbereich innere negative Verformungskonturen (32) aufweisen, in die Teile der Rohrwandung durch die auf das Rohrende wirkenden Axialkräfte und/oder radialen Komponenten der Verformungskräfte eingepreßt werden und im Rohrhaltebereich Mittel zur Erhöhung des Reibwiderstandes des Rohrmantels und damit der Spannfestigkeit aufweisen.

19. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 16, 17 und 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugkopf (33) des Rohrumformwerkzeugs topfförmig (Topf 35) ausgebildet ist, der einen inneren Durchmesser aufweist, welcher größer als der Durchmesser des zu bearbeitenden Rohres ist, wobei der Bereich des inneren Topfrandes um den inneren Umfang verlaufende Formungswulste (36) oder Aussparungen zur Verformung des Rohrendes (3a) aufweist.

20. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Topfboden (38) eine Ausformung aufweist, gegen die die Stirnfläche des Rohrendes (3a) zu ihrer Bearbeitung und Übertragung axialer Kräfte periodisch anschlägt.

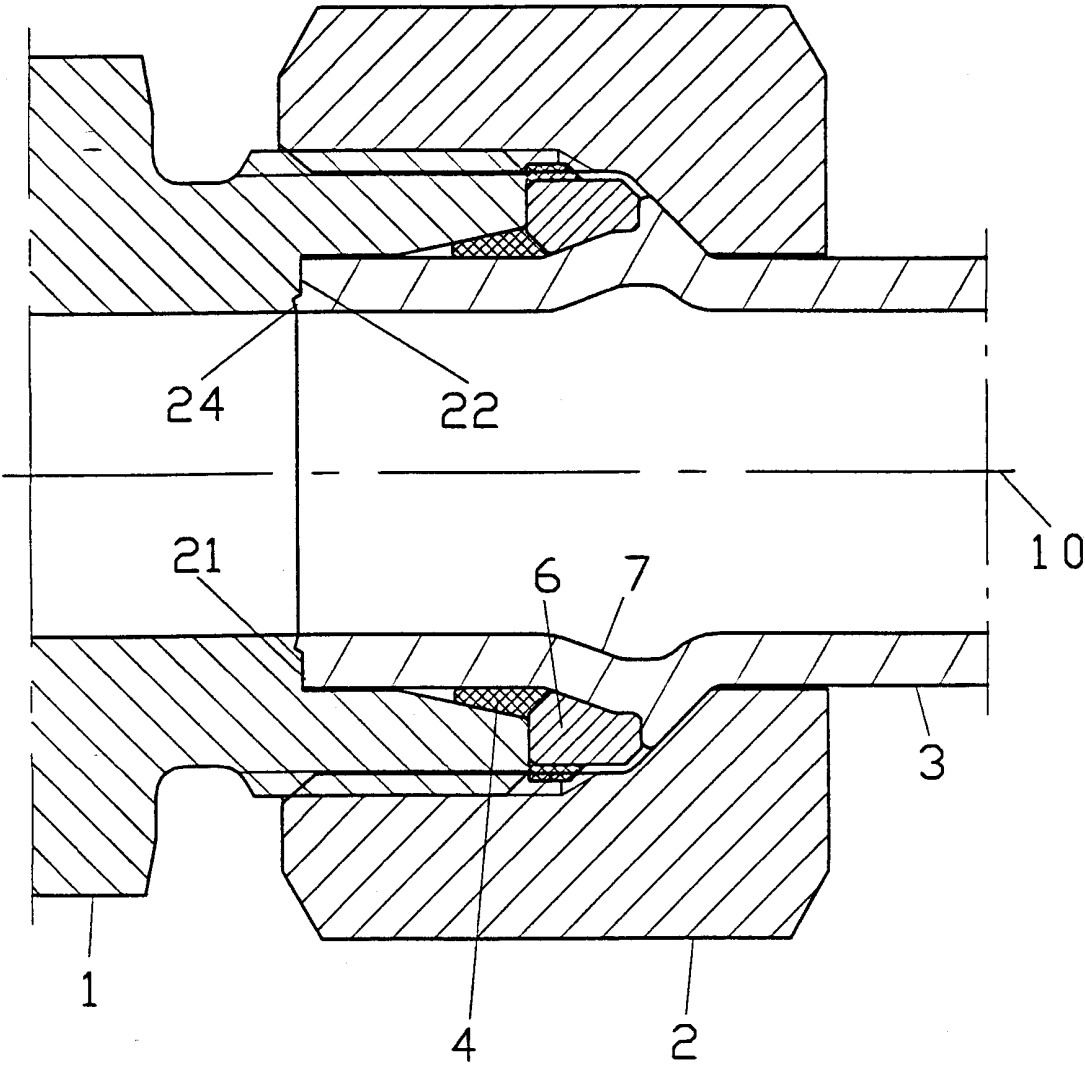
21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrumformwerkzeug (34) über seinen Schaft (40) mit einer Kraftübertragungswelle lösbar verbunden ist, welche in einem spitzen Winkel zur Rohrachse (10) bei ihrer Rotationsbewegung zur Verformung des Rohrendes (3a) virtuelle Kegelflächen beschreibt.

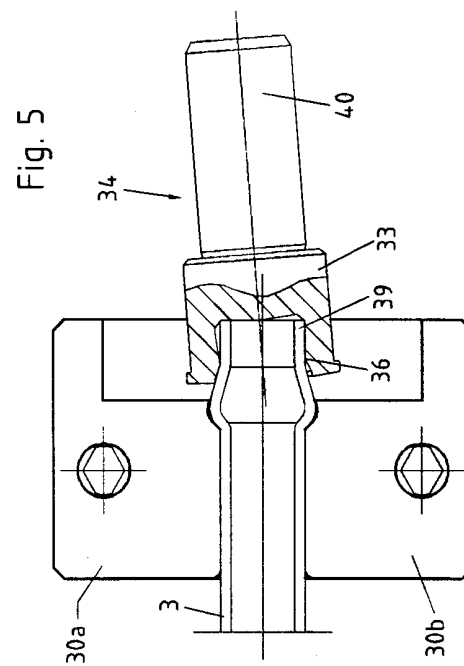
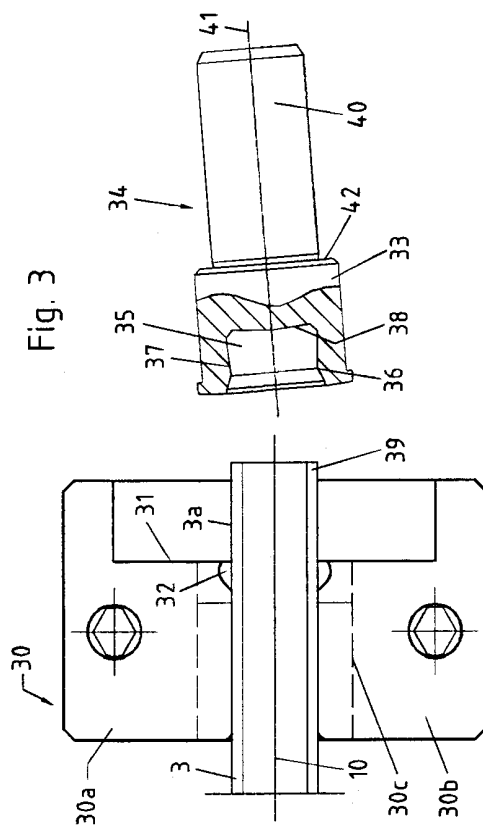
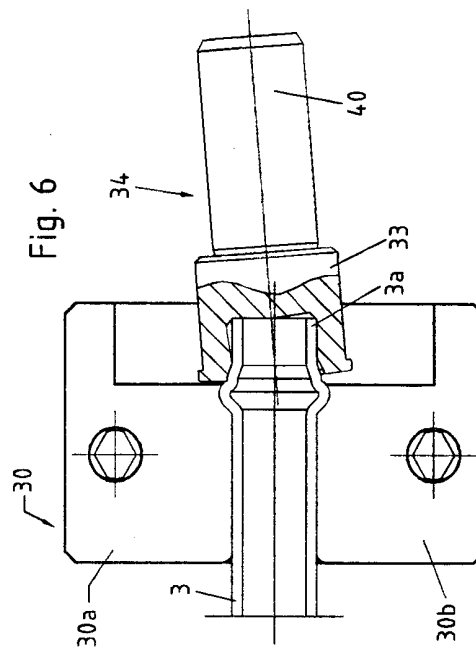
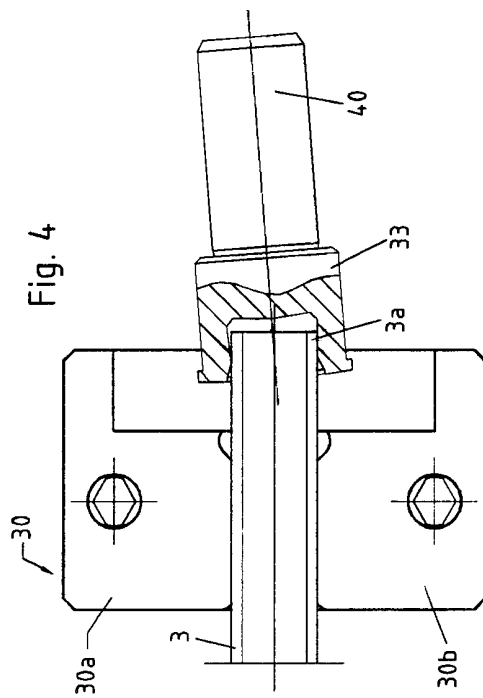
22. Vorrichtung nach Anspruch 19, 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Topfinnere (Topf 48, Fig. 7-10) zur Aufnahme eines Formwerkzeugs ausgebildet ist, welches einen schwenkbar gelagerten Bearbeitungsdorn (43) mit einer Bearbeitungswulst an seinem vorderen Ende aufweist.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Bearbeitungsdorn (43) in einer konisch ausgebildeten Bohrung (45) eines im Topfinnern angeordneten Einsatzkörpers (46) um die Schwenkachse (47) schwenkbar gelagert ist, wobei die konische Bohrung (45) in ihrer Wandung Ausnehmungen zur Aufnahme der durch den Bearbeitungsdorn (43) vom Rohrinne aus bewirkten Rohrverformungen im Zusammenwirken mit der axialen Stauchung aufweist.
24. Vorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß am Fußpunkt des Bearbeitungsdorns (43) der Abstand zum Mantel der Bohrung des Einsatzkörpers (46) einer Rohrmantelstärke des zu bearbeitenden Rohres (3) entspricht, wobei der Fußpunkt axiale Kräfte auf das zu verformende Rohrende und der Bearbeitungsdorn gleichzeitig radiale Kräfte auf die Mantelinnenseite des Rohrendes periodisch überträgt.
25. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß ein über das einspannungsfreie Ende des eingespannten Rohres angeordneter Verformungstopf (50) (Fig. 11) im Bereich seines oberen inneren Randes Ausnehmungen aufweist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet,  
daß der Verformungstopf (50) auf seiner Außenseite des  
Topfbodens (52) von einem Zylinder (51) beaufschlagt  
wird, dessen Angriffsfläche als flacher Kegel (53)  
5 ausgebildet ist, welcher auf der Außenseite des Topf-  
boden (52) um dessen Mittelpunkt in radialer linien-  
förmiger Berührung abrollt, wobei die Achse des flachen  
Kegels (53) auf einer virtuellen Rotations-Kegelfläche  
umläuft und damit eine radiale und axiale Kraftkom-  
10 ponente auf den Verformungstopf (50) und damit auf das  
zu verformende Rohrende (3a) periodisch überträgt.



Fig. 2





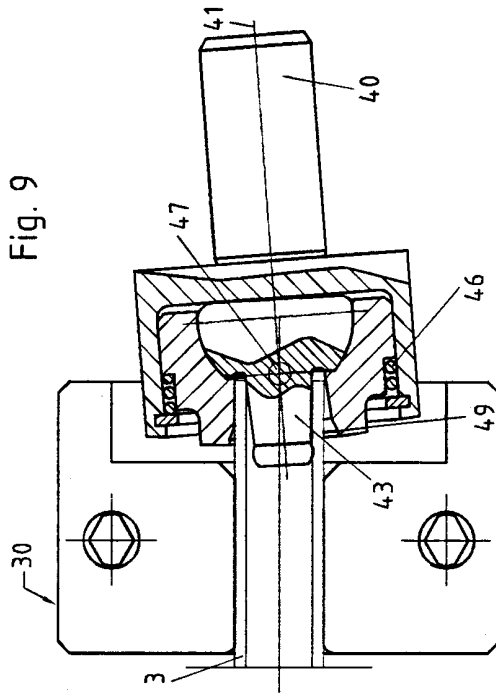
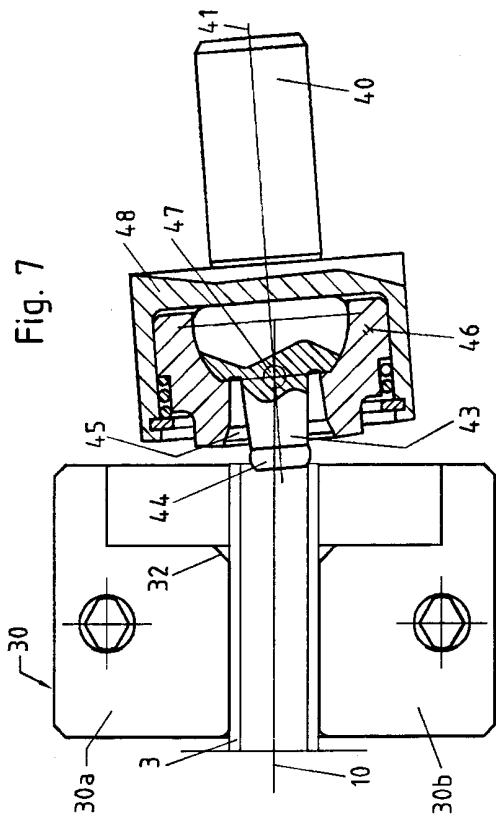
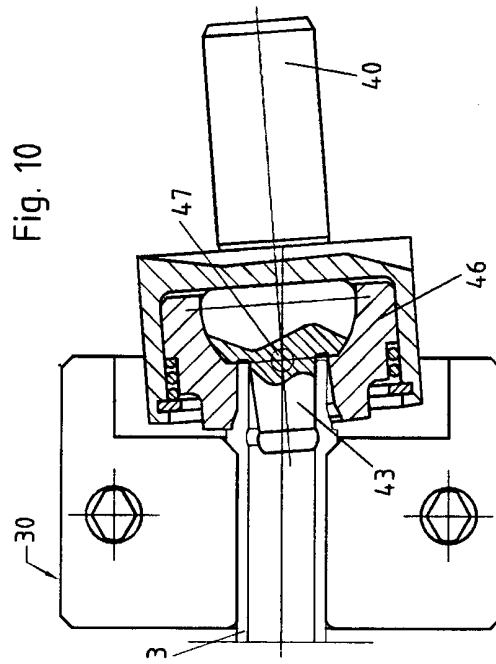
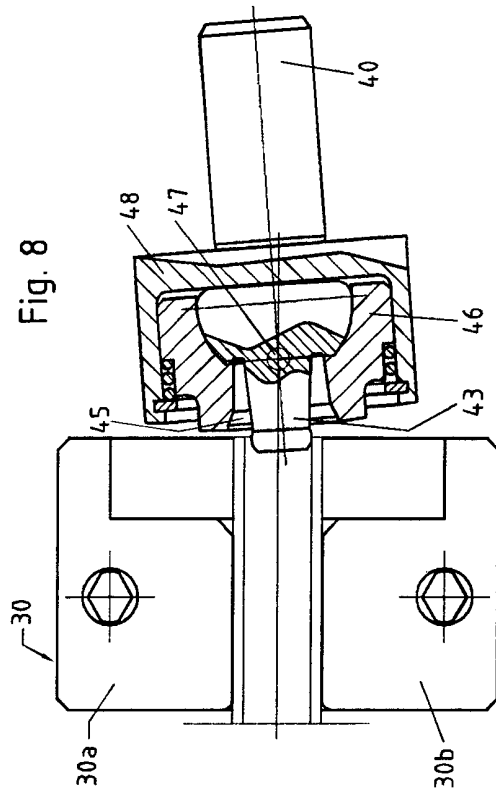


Fig. 11

