

Rohrverbindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Rohrverbindung, insbesondere auf eine gasdichte Rohr-Schraubverbindung, bei welcher die Teile im Verbindungsbereich mittels Fügen
5 gemäß DIN 8593 durch Anpressen und Einpressen verbunden sind, bestehend aus einem Innenrohrteil und einem Außenrohrteil oder zwei Innenrohrteilen mit einer Außenmuffe.

10 Rohre, zumeist nahtlose Rohre, welche aus unterschiedlichen Werkstoffen gebildet sein können, werden zur Leitung von Ölfeld- und/oder Gasfeldprodukten vertikal und horizontal auch über große Distanzen eingesetzt und erfordern der hohen Beanspruchung wegen hohe Dichtgüte der Verbindungen im praktischen Betrieb bzw. Einsatz.

15 Eine bereits langfristig angewendete Rohrverbindung, die im Wesentlichen den Stand der Technik hinsichtlich der geometrischen Grundkonzeption darstellt, ist derart gebildet, dass ein Innenrohrteil und ein Außenrohrteil kegelstumpfförmige, aneinander anliegende Dichtflächen mit einer Neigung zueinander in distaler Richtung des Innenrohrteiles von etwa 1 : 10 aufweist, die mit in Axrichtung gegengerichteten,
20 kegelstumpfförmigen Anschlagflächen zusammenwirken. Eine Dichtwirkung kann dabei durch ein gegenseitiges, axiales aneinander Anpressen (voll in Eingriff setzen) der Rohrenden z.B. mittels Gewindeverschraubung und dgl. erreicht werden.

Um die Dichtheit bzw. die Güte der Abdichtung der Rohrverbindung bei den im Feld
25 gegebenen Beanspruchungen an die Rohrleitungen zu verbessern, aber auch um bei einer Demontage und Wiedermontage von Rohrkomponenten eine Aufrechterhaltung der Dichtgüte der Rohrverbindungen zu erreichen, wurden schon eine Vielzahl von geometrischen Ausführungsformen mit besonderer Gestaltung der Dicht- und Anschlagflächen der Verbindung vorgeschlagen. Komplexe Dichtflächenformierungen
30 sind jedoch zumeist mit höheren Aufwendungen für die spanabhebende Bearbeitung der Verbindungsbereiche der Rohrenden und mit verringerter Wirtschaftlichkeit der Fertigung verbunden.

Die US 7 334 821 B2 offenbart eine Rohrverbindung mit einer tonnenförmigen, im
35 Schnitt konvexen, Dichtfläche des Rohrrinnenteiles und einem daran anschließenden, vorragenden Fortsatz mit einer distalen Anschlagfläche. Derart sollen im vollen Eingriff

der Rohrverbindung die Pressflächen der Rohrkomponenten eine erhöhte Konizität erhalten und eine verbesserte Dichtwirkung erbringen. Der Fertigungsaufwand zur Erstellung der komplex geformten Dichtbereiche erscheint jedoch hoch.

- 5 Aufbauend auf der wesentlichen geometrischen Konzeption einer Rohrverbindung gemäß dem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, bei hoher Wirtschaftlichkeit der Herstellbarkeit eine neuartige Rohrverbindung anzugeben, welche verbesserte Gebrauchseigenschaften der Rohrleitungen im praktischen Feldeinsatz bewirkt und für eine Demontage und Wiedermontage von Leitungen
10 förderlich ist.

- Die verbesserten Gebrauchseigenschaften der Rohrleitungen betreffen insbesondere den Erhalt der Dichtheit der jeweiligen Rohrverbindung sowohl bei hohem Innendruck als auch bei hohem Außendruck sowie bei überlagerter Zug-, Druck- und
15 Biegebeanspruchung des Rohrstranges, wobei sogenannte Fresserscheinungen im Verbindungsbereich minimiert und ein Lösen und ein erneut voll in Eingriff bringen der Verbindung verbessert werden sollen.

- Die gestellte Aufgabe wird nach der Erfindung bei einer Rohrverbindung der
20 eingangsgenannten Art dadurch gelöst, dass die Verbindung mit drei Bereichen erstellt ist, wobei die Verbindungsbereiche Presssitz und Anschlag der Rohrteile oder der Rohrteile und Muffe kooperierende, in Endenrichtung vom Innenrohrteil zur Rohrachse hin geneigte kegelstumpfförmige Presssitzflächen und stirnseitig zu diesen Presssitzflächen gegengerichtete kegelstumpfförmige Anschlagflächen aufweisen und
25 ein Übergang von Presssitz und Anschlag der in Verbindung stehenden Teile für diese berührungsfrei mit einem koaxialen Zwischenraum bzw. Hohlraum gebildet ist.

- Die mit der Erfindung erreichten Vorteile sind zusammenwirkend im Wesentlichen in einer Erhöhung der Flächenpressung an den Presssitzflächen und einer vorteilhaften
30 Positionierung derselben beabstandet zu den Anschlagflächen zu sehen. Verbunden damit ist auch eine allgemeine Optimierung der Größe der örtlichen, mechanischen Materialbeanspruchungen im Verbindungsbereich und eine Vermeidung von Spannungsspitzen im Hinblick auf ein Auftreten von plastischen Verformungen und von Rissinitiation im Werkstoff.

35

Mittels umfangreichen Untersuchungen wurde gefunden, dass die Dichteigenschaft der erfindungsgemäßen Rohrverbindung bei Drücken über dem Nominalen und bei überlagerten Zug-, Druck- und Biegebeanspruchungen vollkommen erhalten bleibt.

5 Berechnungen nach der FE-Methode sowie Elastizitätsermittlungen haben ergeben, dass durch eine Geometrie gemäß der Erfindung im Verbindungsbereich und zwar mit einer Ausbildung eines Hohlraumes zwischen Presssitz- und Anschlagflächen vielfach Vorteile erbringt.

10 Zum Einen sind durch den Hohlraum bei einer gegenüber dem Stand der Technik gleichen Längserstreckung die Verbindung die Presssitz- oder Dichtsitzflächen verkürzt bzw. verringert, was zu höheren Dichtflächendrücken führt.

Der berührungsfrei gestellte Übergang ergibt belastungskinetisch eine erhöhte, 15 weitgehend homogene, spezifische Flächenpressung und somit die Dichtung an den Presssitzflächen, wobei durch eine axiale Beabstandung zu den Anschlagflächen bei einer Biegung des Systems nur tolerierbare Unterschiede in der örtlichen Flächenpressung entstehen. Gegebenenfalls überlagerte Zug- und Druckspannungen wirken sich nur geringfügig auf die Dichtheit der Verbindung aus, weil die 20 Presssitzflächen eine geringe Neigung von ca. 1 : 10 haben.

Mit Vorteil wirkt der Hohlraum im Verbindungsbereich der Rohrteile als Schmiermitteltasche und verbessert eine Verteilung und verringert den Druck des Schmierstoffes beim dichtenden Zusammenbau einer Feldrohrleitung.

25 Wenn nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung der zwischen den Rohrteilen berührungsfrei gebildete Übergang den Verbindungsbereiche Presssitz und Anschlag durch ein koaxiale Ausnehmung aus der Innenwandfläche des Außenrohrteiles gebildet ist, werden sowohl günstige mechanische 30 Materialbeanspruchungen als auch die Dichtheit der Verbindung fördernde Spannungszustand erreicht.

Beim Eindrücken des Innenrohrteiles in den Außenrohrteil bei einem Voll-in-Eingriff-Setzen der Verbindung bilden sich hohe, im Wesentlichen radial gerichtete Kräfte im 35 Bereich der Presssitzflächen aus, welche in diesem Bereich zu einer Aufweitung mit einer tangentialen, elastischen Dehnung des Werkstoffes der Außenrohrwandung führt.

Durch eine koaxiale Ausnehmung aus der Innenwandfläche des Außenrohrteiles im anschließenden Übergangsbereichs und somit einer Berührungsfreistellung der Rohrteile im Bereich bis zu den Anschlagflächen hin, sind keine elastischen Dehnungen in der Tangentialrichtung der Außenrohrwandung mehr gegeben, jedoch wirken in dieser axial gerichtete Zugkräfte, die sich durch ein Aufpressen der Anschlagfläche des Innenrohres auf jene des Außenrohres ausbilden und eine elastische Dehnung in Axrichtung bewirken.

Im Verbindungsbereich sind derart erfindungsgemäß örtlich komplexe Spannungszustände weiterstehend reduziert, wobei erfindungsgemäß die Ausbildung eines Übergangsbereiches größere, elastische Dehnwerte erwirkt und die Dichtheit der Verbindung auch bei komplexen Beanspruchungen des Rohrstranges sicherstellt.

In günstiger Weise weist die Ausnehmung im Übergangsbereich im Querschnitt ein eckenfreies Profil auf, weil dadurch Spannungsspitzen an der Innenoberfläche des Außenrohres weitestgehend vermieden und eine Rissinitiation und Dauerbruchgefahr ausgeschaltet sind.

Wenn der Innenrohrteil im Bereich des Überganges von der distal weitergeführten Presssitzfläche zur Anschlagfläche gerundet gebildet ist, so können örtliche Spannungsspitzen mit örtlichen plastischen Materialverformungen ausgeschaltet und die Kooperation der Anschlagflächen verbessert werden. Besonders gute Ergebnisse wurden mit einer Kantenrundung mit einem Radius von $R_C = 0.9$ bis 1.5mm bzw. für TUBINGS von $R_T = 0.2$ bis 0.6mm erreicht.

Mit Vorteil ist die koaxiale Ausnehmung im Außenrohrteil im Querschnitt von der Presssitzfläche zum Ausnehmungsprofil mit einem Übergangsradius von 0.5 bis 1.0mm gebildet und bis zur Anschlagfläche kantenfrei ausgeformt. Derart werden im Grenzbereich von Presssitzfläche und Ausnehmung mit Sicherheit Druckspannungsspitzen vermieden.

Umfangreiche und gezielte Untersuchungen haben ergeben, dass der Quotient aus Länge des berührungsfrei gestellten Überganges zur Länge des wirksamen Presssitzes in günstiger Weise einen Wert von 0.4 bis 1.7 , vorzugsweise von 0.6 bis 1.5 haben soll, um optimale Dichtverhältnisse einer erfindungsgemäßen Rohrverbindung zu erreichen.

Dieser augenscheinlich breite Wertbereich ergab sich aus einer Einbeziehung aller üblichen Rohrdurchmesser.

- 5 Dimensionsbezogene Auswertungen legten offen, dass der Quotient für Rohre, sogenannten Futterrohre oder CASINGS, mit einem Außendurchmesser von größer 4 ½ Zoll optimiert bei 0.4 bis 1.2, vorzugsweise bei 0.6 bis 1.0 liegt.

- 10 Hingegen wurde für Steig- oder Förderrohre, welche einen Außendurchmesser von kleiner/gleich 4 ½ Zoll bis zu etwa 1.66 Zoll und niedriger aufweisen, also bei sogenannten TUBINGS, optimierte Quotienten aus Länge des berührungsfrei gestellten Überganges zur Länge des Presssitzes von 0.9 bis 1.7, vorzugsweise von 1.1 bis 1.5 ermittelt.

- 15 Um eine günstige und hochwertige kompakte Ausführungsform der Rohrverbindung mit gesteigerter Dichtheit zu erreichen, sollte der Außenrohrteil eine Neigung der Presssitzfläche von etwa 1 : 10 bezogen auf den Durchmesser zur Anschlagflächen hin aufweisen und die Anschlagfläche gegen gerichtet einen Winkel Beta von $\beta = 10^\circ$ bis 20° , vorzugsweise von $\beta =$ etwa 15° zur Axnormalen aufweisen.

- 20 Wenn, wie sich aus den Versuchen ergeben hat, die Presssitzflächen und/oder die Anschlagflächen eine Oberflächenrauigkeit von weniger als $R_a = 3.2\mu\text{m}$, jedoch mehr als $R_a = 0.4$, gemessen Als Mittelrauheitswert nach DIN 4777 ISO/DIN4287/1 haben, so ist weitgehend ohne einem sogenannten Fressen der Presssitzflächen eine hohe spezifische Druckbelastung anwendbar und eine weitgehende, uneingeschränkte
25 Demontage der Rohrverbindung möglich. Es wird in dieser Hinsicht angenommen, dass in den Vertiefungen des rauhen Oberflächenprofils in obigen Rauheitsgrenzen eine optimale Schmiermittelmenge positionierbar ist, um die gewünschten Eigenschaften zu erhalten.

- 30 Wirkungstechnisch kann eine Rohrverbindung gemäß der Erfindung durch unterschiedliche Mittel, die die Rohrteile axial zusammendrücken, voll in Eingriff gebracht werden. Mit Vorteil haben sich die bekannten Schraubverbindungen bewährt.

- 35 Mittels einer schematischen Zeichnung soll im Folgenden lediglich eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Rohrverbindung dargestellt werden.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Rohrverbindung in axialem Schnitt.

5 In Fig. 1 ist eine Rohrverbindung von einem Innenrohr I und einem Außenrohr A in axialem Schnitt gezeigt.

10 Im Verbindungsbereich der Rohre weist ein Innenrohrteil I eine Kegelstumpffläche mit einer Presssitzfläche 1I auf, welche bezogen auf den Rohrdurchmesser distal mit einem Wert von 1 : 10 geneigt ist. Der Presssitzfläche 1I distal folgend ist zu einer Rohrlängsachse x hin mit einem Winkel β von 15° gegen gerichtet geneigt eine Anschlagfläche 2I, welche einen Anschlag 2 mit einer stirnseitigen Dichtfläche und das Innenrohr darstellt, ausgeformt.

15 Ein Außenrohrteil A liegt bei einer voll im Eingriff stehenden Rohrteilverbindung im Verbindungsbereich 1 proximal an der Presssitzfläche 1I des Innenrohres mit der Presssitzfläche A1 an.

20 Zwischen Verbindungsbereich 1, welcher die Presssitzflächen 1I und 1A umfasst, und dem Bereich 2 mit den Anschlagflächen der Rohrteile ist ein Übergangsbereich 3 vorgesehen, in welchem eine Ausnehmung RA aus der Innenwand des Außenrohres A vorliegt, einen Hohlraum R zwischen den Rohrteilen I und A ausformt und die Teile in dieser Zone berührungsfrei stellt.

25 Im Außenrohrteil A ist der Grenzbereich zwischen Presssitzfläche 1A und Ausnehmungsprofil 3A mit einem Radius von 0.8 mm gerundet, wobei in der Folge die gesamte Innenwandfläche 3A der koaxialen Ausnehmung RA bis zur Anschlagfläche 2A hin kantenfrei gerundet erstellt ist.

30

Patentansprüche

1. Rohrverbindung, insbesondere gasdichte Rohr-Schraubverbindung, bei welcher die Teile im Verbindungsbereich mittels Fügens gemäß DIN 8593 durch Anpressen und Einpressen verbunden sind, bestehend aus einem Innenrohrteil (I) und einem Außenrohrteil (A) oder zwei Innenrohrteilen (I) mit einer Außenmuffe (A), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindung mit drei Bereichen erstellt ist, wobei die Verbindungsbereiche Presssitz (1) und Anschlag (2) der Rohrteile oder der Rohrteile und Muffe kooperierende, in Endenrichtung vom Innenrohrteil zur Rohrachse (x) hin geneigte kegelstumpfförmige Presssitzflächen (1I, 1A) und stirnseitig zu diesen Presssitzflächen (1I, 1A) gegengerichtete kegelstumpfförmige Anschlagflächen (2I, 2A) aufweisen und ein Übergang (3) von Presssitz (1) und Anschlag (2) der in Verbindung stehenden Teile für diese berührungsfrei mit einem coaxialen Zwischenraum bzw. Hohlraum (R) gebildet ist.
2. Rohrverbindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zwischen den Rohrteilen berührungsfrei gebildete Übergang (3) der Verbindungsbereich Presssitz und Anschlag durch eine coaxiale Ausnehmung (RA) aus der Innenwandfläche (3A) im Außenrohrteil (A) gebildet ist.
3. Rohrverbindung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausnehmung (RA) im Übergangsbereich (3) im Querschnitt ein eckenfreies Profil (3A) aufweist.
4. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Innenrohrteil (I) im Bereich des Überganges (3) von distal weitergeführter Presssitzfläche (1I) und Anschlagfläche (2I) gerundet gebildet ist.
5. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die coaxiale Ausnehmung (RA) im Außenrohrteil (A) im Querschnitt von der Presssitzfläche (1A) zum Ausnehmungsprofil (3A) mit einem Übergangsradius (R_o) von 0.5 bis 1.0 mm ($R_o = 0.5 - 1.0$) gebildet und bis zur Anschlagfläche (2A) kantenfrei ausgeformt ist.
6. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Quotient aus Länge des berührungsfrei gestellten Überganges (3) zur Länge des Presssitzes (1) einen Wert von 0.4 bis 1.7, vorzugsweise von 0.6 bis 1.5 ergibt.

7. Rohrverbindung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass für CASING-Rohre gemäß API 5CT, das sind im Wesentlichen Futterrohre mit einem Außendurchmesser von größer 4 ½ Zoll, der Quotient aus Länge des mit dem Innenrohrteil (I) berührungsfrei gestellten Überganges (3) zur Länge des Presssitzes (1) einem Wert von 0.4 bis 1.2, vorzugsweise von 0.6 bis 1.0 ergibt.
8. Rohrverbindung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass für TUBING-Rohre gemäß API 5CT, das sind im Wesentlichen Steig- oder Förderrohre mit einem Außendurchmesser von 4 ½ Zoll und kleiner beispielsweise 1.66 Zoll der Quotient aus Länge des mit dem Innenrohrteil (I) berührungsfrei gestellten Überganges (3) zur Länge des Presssitzes (1) einen Wert von 0.9 bis 1.7, vorzugsweise von 1.1 bis 1.5 ergibt.
9. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Außenteil (A) eine Neigung der Presssitzfläche (1A) von etwa 1 : 10 bezogen auf den Durchmesser aufweist und die Anschlagfläche (2A) einen Winkel Beta von 10° bis 20°, vorzugsweise von etwa 15° zur Axnormalen hat.
10. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rohrwerkstoff zumindest im Verbindungsbereich thermisch behandelt bzw. vergütet ist und eine erhöhte Werkstofffestigkeit aufweist.
11. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Presssitzflächen (1I, 1A) und/oder die Anschlagflächen (2I, 2A) eine Oberflächenrauigkeit von weniger als $R_a = 3.2\mu\text{m}$, jedoch mehr als $R_a = 0.4\mu\text{m}$, bestimmt als Mittelrauheitswert nach DIN 4777 ISO/DIN4287/1 aufweist.
12. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fügen der Rohrteile mittels Schraubverbindung erstellt ist.