



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**06.09.2017 Patentblatt 2017/36**

(21) Anmeldenummer: **17158722.3**

(22) Anmeldetag: **01.03.2017**

(51) Int Cl.:  
**B21K 21/12** (2006.01) **B21C 37/16** (2006.01)  
**B21D 41/02** (2006.01) **B21D 41/04** (2006.01)  
**B21D 53/88** (2006.01) **B21J 5/08** (2006.01)  
**B21C 1/26** (2006.01)

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(30) Priorität: **03.03.2016 DE 102016103824**

(71) Anmelder: **SchmitterGroup AG**  
**97289 Thüngen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **FRIEDHELM, Günther**  
**44359 Dortmund (DE)**  
• **DIRSCHERL, Ralf**  
**9773 Karlstadt (DE)**  
• **OTTOBRINO, Pasquale Daniele**  
**59065 Hamm (DE)**

(74) Vertreter: **Götz, Georg Alois**  
**Intellectual Property IP-GÖTZ**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Am Literaturhaus, Königstrasse 70**  
**90402 Nürnberg (DE)**

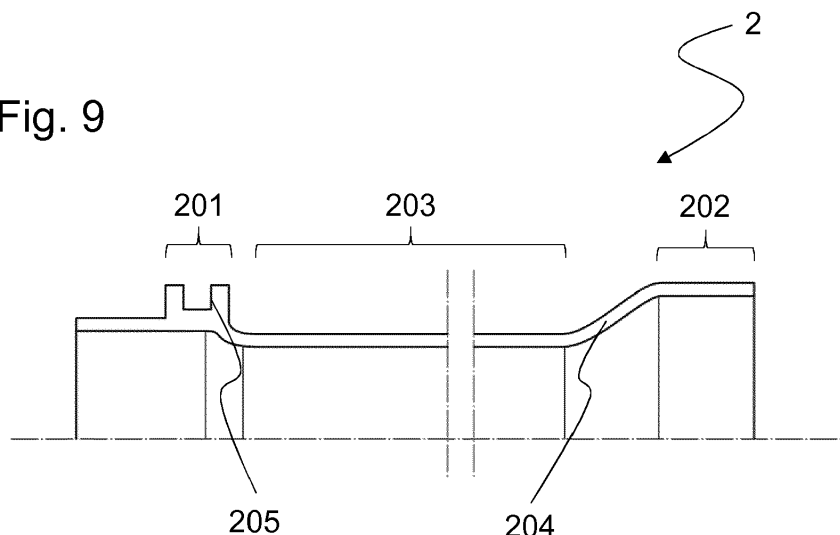
(54) **STOSSDÄMPFERROHR UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG**

(57) Kaltumformverfahren zur Herstellung eines Stoßdämpferrohres (2), insbesondere eines Stoßdämpfer-Innenrohrs für ein Zweirohr-Stoßdämpfer-/Federbeinsystem für Kraftfahrzeuge, wobei in mehreren Kaltumform-Verfahrensschritten verschiedene Rohrbereiche (101, 102) eines Präzisrohrrohrlings (1) zu Rohrabschnitten (201, 202, 203, 204) des Stoßdämpferrohres (2) mit voneinander abweichenden Rohrwandstärken und/oder Rohrdurchmessern ausgebildet werden, wobei ein erster Rohrbereich (101) zur Ausbildung eines Dickwandabschnitts (201) in einem Stauchungsschritt ge-

staucht wird, wobei die Rohrwandstärke im Bereich des Dickwandabschnitts (201) erhöht wird, und/oder ein zweiter Rohrbereich (102) zur Ausbildung einer Rohraufweitung (204) mit einem ersten Rohrdurchmesser versehen wird und ein benachbarter Rohrbereich (203) mit einem zweiten Rohrdurchmesser versehen wird, wobei eine Differenz zwischen dem ersten Rohrdurchmesser und dem zweiten Rohrdurchmesser mindestens 20 % beträgt.

Die Erfindung betrifft auch ein Stoßdämpferrohr.

Fig. 9



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kaltumformverfahren zur Herstellung eines Stoßdämpferrohres sowie ein Stoßdämpferrohr, das insbesondere nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wurde. Hierbei werden in mehreren Kaltumform-Verfahrensschritten verschiedene Rohrbereiche eines Präzisionsrohrrohrlings zu Rohrabchnitten des Stoßdämpferrohres ausgebildet bzw. umgeformt, wobei die Rohrabchnitte voneinander abweichende Rohrwandstärken und/oder Rohrdurchmesser aufweisen. Stoßdämpferrohre sind aus verschiedenen Anwendungsbereichen bekannt. Gerade jedoch im Kfz-Bereich sind die gestellten Anforderungen an Präzision und Materialeigenschaften besonders hoch. Das erfindungsgemäße Stoßdämpferrohr und dessen Herstellungsverfahren eignen sich insbesondere zur Verwendung als bzw. zur Herstellung eines Innenrohrs für ein Zweirohr-Stoßdämpfer-/Federbeinsystem für Kraftfahrzeuge.

**[0002]** Um die hohen Anforderungen an Materialeigenschaften und Präzision einzuhalten, werden Stoßdämpferrohre im Stand der Technik zumeist aus Präzisionsrohrrohrlingen, insbesondere gemäß DIN EN 10305-2 (November 2002) oder DIN EN 10305-3 (Februar 2003), mittels verschiedener Herstellungsverfahren hergestellt. Besonders eignet sich hierzu ein sogenanntes axiales Kaltumformverfahren, wobei eine plastische Umformung eines metallischen Werkstoffs unterhalb dessen Rekristallisationstemperatur, insbesondere mittels Abstrecken, Einziehen, Stauchen und/oder Aufweiten, stattfindet. Aufgrund der einwirkenden Umformkräfte unterliegt der Werkstoff einer Kaltverfestigung, die zu einer Erhöhung der Werkstofffestigkeit innerhalb der umgeformten Werkstoffbereiche führt. Ein Nachteil der bekannten Kaltumformverfahren ist die Ausbildung von Riefen oder Poren zumeist an der Oberfläche der Rohrrinnenwand (z.B. beim Stauchen) aber auch die Entstehung von Rissen oder ähnlichen Materialfehlern bei zu hohen Umformgraden. Aus letzterem Grund werden kaltumgeformte Rohraufweitungen nur bis zu einer Rohrdurchmesserendifferenz von maximal 15 % vorgenommen.

**[0003]** Aus der WO 2014/082666 A1 ist ein Kaltumformverfahren zur Herstellung eines Zylinderrohres für einen Stoßdämpfer eines Kraftfahrzeugs bekannt. Mit dem beschriebenen Verfahren können in den kalt umgeformten Bereichen jeweils gezielte Rohrwandstärken und Werkstofffestigkeiten eingestellt werden. Insbesondere wird ausgehend vom Rohling die Wandstärke reduziert und/oder der Innen- bzw. Außendurchmesser des Rohrlings verändert. Ein derart umgeformtes Zylinderrohr lässt sich insbesondere als Außenrohr für ein Zweirohr-Stoßdämpfer-/Federbeinsystem für Kraftfahrzeuge verwenden.

**[0004]** Ein derartiges Zweirohr-Stoßdämpfer oder -Federbeinsystem ist aus der DE 41 27 453 C1 bekannt. Solche Stoßdämpfersysteme umfassen ein Außenrohr sowie ein koaxial darin angeordnetes Innenrohr, dessen Inneres als Arbeitsraum für den Kolbenhub dient. Der Zwischenraum zwischen Innenrohr und Außenrohr dient als Ausgleichsraum und wird nach einer Befüllung mit Stoßdämpferflüssigkeit mittels Dichtungen fluiddicht verschlossen. Innenrohr und Außenrohr sind im oberen Bereich durch ein zusätzliches Kopfteil und im unteren Bereich über einen zusätzlichen Boden miteinander verbunden.

**[0005]** Ein Gasdruckdämpfer in ähnlicher Zweirohr-Teleskop-Bauart ist aus der DE 37 08 978 A1 bekannt. Innenrohr und Außenrohr sind hier mittels einer Kolbenstangenführung, die zur Führung des Kolbens innerhalb des Innenrohrs dient, miteinander verbunden. Die Kolbenstangenführung weist eine ringförmig verlaufende Nut zur Aufnahme einer Dichtung auf.

**[0006]** Gemäß DE 10 2004 022 409 B4 sind der Zylinder (Innenrohr) und das Mantelrohr (Außenrohr) eines Kolben-Zylinder-Aggregats im unteren Bereich mittels eines Behälterbodens miteinander verbunden. Im oberen Bereich dient eine Zylinderaufnahme mit Kolbenstangenführung zur Aufnahme des Zylinders. Die Kolbenstangenführung weist einen Winkelring auf, in den eine Dichtung einlegbar ist.

**[0007]** Die zuvor beschriebenen Stoßdämpfer-Systeme weisen jeweils ein Innenrohr einfacher zylindrischer Bauart auf. Weitere Funktionalitäten, z.B. die Aufnahme von Dichtungen oder auch bauliche Verbindungen zwischen Außen- und Innenrohr werden mittels zusätzlicher Bauteile bzw. Fügeteile realisiert. Derlei Zusatzteile führen oftmals zu unerwünschter Geräuscentwicklung wie Klappern, was gerade bei Verwendung als Stoßdämpfersystem in einem Kraftfahrzeug als äußerst störend empfunden wird.

**[0008]** Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein verbessertes Stoßdämpferrohr sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung anzugeben.

**[0009]** Die Erfindungsaufgabe wird durch ein Kaltumformverfahren gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Stoßdämpferrohr gemäß Anspruch 13 gelöst.

**[0010]** Ein erfindungsgemäßes Kaltumformverfahren der eingangs beschriebenen Art kennzeichnet sich dadurch, dass ein erster Rohrbereich zur Ausbildung eines Dickwandabschnitts in einem Stauchungsschritt gestaucht wird. Die Rohrwandstärke im Bereich des Dickwandabschnitts wird hierbei gegenüber der Rohrwandstärke des Präzisionsrohrrohrlings erhöht. Insbesondere wird beim Stauchen eine Druckkraft in axialer Richtung auf den zu stauchenden Rohrbereich derart aufgebracht, dass das Rohrmaterial radial in Richtung der Rohraußenwand kalt umgeformt wird. Die Entstehung von Rissen oder ähnlichen Materialfehlern, die zu Einbußen der Materialqualität führen würden, wird hierbei vermieden. Zusätzlich oder alternativ werden zwei einander benachbarte Rohrbereiche mit einer Rohraufweitung ausgebildet, wobei die Rohraufweitung zwischen den Rohrbereichen angeordnet ist. Unter einer Rohraufweitung ist ein konisch verlaufender

Abschnitt der Rohrwandung zu verstehen, der einen zweiten Rohrbereich mit einem benachbarten Rohrbereich verbindet. Der zweite Rohrbereich, wird hierzu mit einem ersten Rohrdurchmesser ausgebildet und der benachbarte Rohrbereich mit einem zweiten Rohrdurchmesser, wobei die Differenz zwischen dem ersten Rohrdurchmesser und dem zweiten Rohrdurchmesser mindestens 20%, insbesondere mindestens 30% beträgt. Vorzugsweise weist ein Rohrendenabschnitt einen Rohrdurchmesser auf, der um mind. 20% größer ist als der Rohrdurchmesser eines benachbarten Rohrmittelstücks. Zur Ermittlung der Rohrdurchmesserdifferenz werden entweder die jeweiligen Rohraußendurchmesser oder die jeweiligen Rohrinneindurchmesser zueinander ins Verhältnis gesetzt. Die Rohraufweitung kann z.B. mittels Einziehen und/oder Aufweiten kalt umgeformt werden, wobei die Entstehung von Rissen oder ähnlichen Materialfehlern, die zu Einbußen der Materialqualität führen würden, innerhalb der Rohrwandungen der entsprechenden Rohrbereiche vermieden wird.

**[0011]** Wird das Verfahren zur Herstellung eines Innenrohrs für einen Zweirohr-Stoßdämpfer verwendet, ist es vorteilhaft den Dickwandabschnitts sowie einen Rohrendenabschnitt des Innenrohrs mit einem Rohraußendurchmesser auszubilden, der im Wesentlichen dem Rohrinneindurchmesser eines Außenrohrs für denselben Zweirohr-Stoßdämpfer entspricht. Auf diese Weise können das Innenrohr und das Außenrohr miteinander verbunden, z. B. verschweißt werden, und/oder gegeneinander abgedichtet werden, ohne dass zusätzliche Bau- und/oder Fügeile benötigt werden.

**[0012]** Nach einer vorteilhaften Verfahrensausgestaltung wird eine Oberflächenstruktur einer Rohrinneinwand im Bereich des Dickwandabschnitts während des Stauchens im Wesentlichen nicht verändert. Insbesondere entstehen weder Kerben, noch Nuten, Rillen, Riefen, Poren oder ähnliche Unebenheiten innerhalb der Oberfläche der Rohrinneinwand, die bei herkömmlichen Stauchverfahren eine Folge des radial von innen nach außen stattfindenden Materialversatzes sind. Je nach Ausgangsmaterial des Präzisrohrrohlings lässt sich bspw. eine Rauheit von höchstens 5 µm auch an der Oberfläche der Rohrinneinwand des Dickwandabschnitts erzielen. Unabhängig von der Oberflächenstruktur der Rohrinneinwand können Rohrwandstärke und/oder Rohrdurchmesser innerhalb des Dickwandabschnitts variieren.

**[0013]** In einer optionalen Variante des Verfahrens wird ein Rohrinneindurchmesser im Bereich des Dickwandabschnitts während des Stauchungsschritts im Wesentlichen nicht verändert. Insbesondere wird der erste Rohrbereich derart gestaucht, dass der Rohrinneindurchmesser entlang des gesamten Dickwandabschnitts nicht verändert wird bzw. konstant (innerhalb der üblichen Toleranzen von +/- 0,03 mm) gehalten wird.

**[0014]** Vorteilhafterweise wird die Rohrwandstärke im Bereich der Rohraufweitung gegenüber der Rohrwandstärke des Präzisrohrrohlings reduziert bzw. als Dünnwandabschnitt, d.h. in Leichtbauweise ausgebildet. Durch eine Reduzierung der Rohrwandstärke um mindestens 50 % lassen sich erhebliche Gewichtseinsparungen erreichen.

**[0015]** Vorzugsweise umfasst das Kaltumformverfahren einen Einziehschritt, wobei durch einmaliges oder mehrmaliges Einziehen, der Durchmesser des Präzisrohrrohlings zumindest bereichsweise reduziert wird. Beim an sich bekannten Einziehen findet die Reduzierung des Rohrdurchmessers durch die Einwirkung eines axialen Schubs statt. Beispielsweise erfolgt das Einziehen ausgehend von einem Rohrendbereich in axialer Richtung entlang des gewünschten Rohrbereichs. Die Reduzierung des Ausgangs-Rohrdurchmessers auf den erforderlichen End-Rohrdurchmesser kann entweder in einem Schritt oder schrittweise durch mehrmaliges, aufeinander folgendes Einziehen erfolgen. Insbesondere werden hierzu mehrere Einziehmatrizen mit abnehmendem Innendurchmesser zu einem Mehrfachzug hintereinander geschaltet.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird in einem Abstreckschritt die Rohrwandstärke durch einmaliges oder mehrmaliges Abstrecken zumindest bereichsweise reduziert. Beim an sich bekannten Abstrecken wirkt die Umformkraft in axialer Richtung mittels einer Einziehmatrize auf die Rohrwandung ein. Dies führt einerseits zu einer Reduzierung der Rohrwandstärke, andererseits zu einer Verlängerung des Rohrlings in Schubrichtung der Einziehmatrize. Auch die Reduzierung der Rohrwandstärke kann durch einen oder mehrere, aufeinander folgende Abstreckvorgänge bzw. mittels eines Mehrfachzugs entlang des jeweils gewünschten Rohrbereichs erfolgen.

**[0017]** Optional umfasst das Kaltumformverfahren einen Rohrwandstärken-Reduzierungsschritt zur spanabhebenden Reduzierung der Rohrwandstärke in einem oder mehreren der Rohrbereiche. Beispielsweise lässt sich die Rohrwandstärke in den gewünschten Rohrbereichen durch Drehen reduzieren. Im Gegensatz zum Abstrecken wird das Rohrmaterial hierbei nicht umgeformt sondern abgetragen, sodass keine Kaltverfestigung, die zu einer erhöhten Werkstofffestigkeit führt stattfindet. Vorzugsweise eignet sich die Reduzierung der Rohrwandstärke durch spanabhebende Bearbeitung für einen oder beide Rohrendabschnitte.

**[0018]** Gemäß einer Verfahrensvariante wird die Rohraufweitung mittels eines Aufweitschritts ausgebildet, wobei der zweite Rohrbereich gegenüber einem benachbarten Rohrbereich um mindestens 20 % aufgeweitet wird. Hierzu wird ein Aufweitdorn ausgehend von einem Rohrendabschnitt in das Rohrinne eingeführt. Ähnlich wie beim Einziehen wirkt die Umformkraft auch beim Aufweiten in axialer Richtung auf die Rohrwandung ein. Hierdurch wird eine Vergrößerung des Rohrdurchmessers erzielt, während die Rohrwandstärke und folglich die Gesamtlänge des Rohrrohlings unverändert bleiben.

**[0019]** Nach einer weiteren Verfahrensvariante wird der Stauchungsschritt mit einem Aufweitschritt kombiniert, wobei z.B. der erste Rohrbereich aufgeweitet und zur Ausbildung des Dickwandabschnitts gestaucht wird. Vorzugsweise wird der Präzisrohrrohling während des Aufweitschritts derart fixiert, dass eine mittels eines Aufweitdorns axial aufgebrachte

Schubkraft zu einer Anstauung des Rohrmaterials in radialer Richtung führt. D.h., bereits während des Aufweitens kann eine Materialanstauung im Bereich des Dickwandabschnitts erzeugt und zur Stauchung genutzt werden.

**[0020]** In einer bevorzugten Verfahrensausgestaltung werden einer oder mehrere Rohrbereiche mit einer geringeren Werkstofffestigkeit ausgebildet. Im Kaltumformverfahren wird eine Erhöhung der Werkstofffestigkeit durch Kaltverfestigung erlangt. Je höher der Umformgrad, desto höher die resultierende Werkstofffestigkeit. Insbesondere werden einer oder beide Rohrendabschnitte, die mit einer Rohraufweitung ausbildbar sind und/oder ein Rohrbereich der zur Ausbildung eines Dickwandabschnitts gestaucht wird, mit einem (zunächst) geringeren Umformgrad ausgebildet. Durch spätere Kaltumformverfahrensschritte, wie Stauchen, Aufweiten, Abstrecken und/oder Einziehen lässt sich die Werkstofffestigkeit in den entsprechenden Rohrbereichen weiter erhöhen.

**[0021]** Nach einer optionalen Verfahrensvariante wird in einem Vorbearbeitungsschritt, der dem Stauchungsschritt vorausgeht, eine Stauchungskante mittels spanabhebender Bearbeitung, insbesondere durch Drehen ausgebildet. Die Stauchungskante eignet sich als Angriffsfläche für ein Stauchungswerkzeug, eine sogenannte Druckhülse, die eine Druckkraft in axialer Richtung auf die entsprechende Rohrwandung aufbringt.

**[0022]** In einem optionalen Verfahrensschritt, einem Rohrenden-Bearbeitungsschritt, werden eines oder beide Rohrenden des Präzisrohrrohrlings gekürzt. Insbesondere wird ein axial außen liegender Bereich des entsprechenden Rohrendes mittels eines Drehvorgangs abgestochen.

**[0023]** Das erfindungsgemäße Kaltumformverfahren kann neben der Herstellung von Stoßdämpferinnenrohren auch zur Herstellung anderer Stoßdämpferrohre, wie beispielsweise von Stoßdämpferaußenrohren, aber auch zur Herstellung sonstiger Rohre in anderen Anwendungsgebieten mit hohen Anforderungen an Materialeigenschaften und Präzision Verwendung finden.

**[0024]** Hinsichtlich des Stoßdämpferrohres wird die Erfindungsaufgabe durch ein Stoßdämpferrohr gemäß Anspruch 13 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den zugehörigen Unteransprüchen genannt. Das Stoßdämpferrohr sowie dessen Ausgestaltungen und Vorteile wurden zum Großteil bereits anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert. Nachfolgend werden daher lediglich ein Teil der Merkmale und/oder deren Vorteile näher erläutert.

**[0025]** Bezüglich eines erfindungsgemäßen Stoßdämpferrohres weist insbesondere eine Oberflächenstruktur einer Rohrrinnenwandung im Bereich des Dickwandabschnitts weder Kerben, noch Nuten, Rillen, Riefen, Poren oder ähnliche Unebenheiten innerhalb der Oberfläche der Rohrrinnenwand auf, die bei herkömmlichen Stauchungsverfahren eine Folge des radial von innen nach außen stattfindenden Materialversatzes sind. In vorteilhafter Ausgestaltung weist das Stoßdämpferrohr entlang der gesamten Oberfläche der Rohrrinnenwandung, eine selbe Oberflächenqualität auf, wobei die Rauheit höchstens 5  $\mu\text{m}$  beträgt. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist das Stoßdämpferrohr als Leichtbauteil ausgeführt. Beispielsweise sind alle Rohrabschnitte (d.h., auch die Rohraufweitung), mit Ausnahme des Dickwandabschnitts, dünnwandig ausgebildet. Das Verhältnis der Rohrwandstärke zwischen einem Dickwand- und einem Dünnwandabschnitt beträgt hierbei in etwa 1:4. Insbesondere weist der Dickwandabschnitt eine minimale Rohrwandstärke von 7 mm auf und die Dünnwandabschnitte eine maximale Rohrwandstärke von 1,7 mm. Die Rohrwandungen sind frei von Rissen oder ähnlichen Materialfehlern. Zur Aufnahme einer Dichtung, insbesondere eines O-Rings ist der Dickwandabschnitt mit einer umlaufenden Nut bzw. Ringnut versehen.

**[0026]** Weitere Einzelheiten, Merkmale, Merkmals(unter) kombinationen, Vorteile und Wirkungen auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung und den Zeichnungen. Es zeigen, jeweils in einer schematischen Prinzipskizze

Figur 1 bis 8 die Verfahrensschritte einer ersten Kaltumformverfahrensvariante zur Herstellung eines Innenrohrs aus einem Präzisrohrrohrling,

Figur 9 ein Innenrohr, das gemäß einer ersten Kaltumformverfahrensvariante aus einem Präzisrohrrohrling umgeformt wurde,

Figur 10 ein Innenrohr mit gestanzten Durchgangslöchern,

Figur 11 bis 18 die Verfahrensschritte einer zweiten Kaltumformverfahrensvariante zur Herstellung eines Innenrohrs aus einem Präzisrohrrohrling,

Figur 19 ein Innenrohr, das gemäß einer zweiten Kaltumformverfahrensvariante aus einem Präzisrohrrohrling umgeformt wurde.

**[0027]** Figur 1 zeigt einen zylindrischen Präzisstahlrohr-Rohling 1 aus einem Werkstoff E 235 bzw. E 195, normalgeglüht, gemäß DIN EN 10305-2: 2010-05, mit einem Nennaußendurchmesser  $D_N$  von bspw. 48 mm und einer Rohrwandstärke  $S_R$  von bspw. 4 mm. Der Präzisrohrrohrling 1 dient als Ausgangsrohling für eine erste Variante des erfindungsgemäßen axialen Kaltumformverfahrens zur Herstellung eines Innenrohrs 2 (s. Fig. 9) für ein Zweirohr-Stoßdämpfer-

system, mit einem Innendurchmesser von bspw. 32 mm. Der Präzisrohrrohling 1 weist an einem ersten Rohrende einen ersten Rohrbereich 101 und an einem zweiten Rohrende einen zweiten Rohrbereich 102 auf.

**[0028]** Gemäß Figur 2 wird in einem ersten Einziehschritt der Rohrdurchmesser des Präzisrohrrohrlings 1 mittels einer Einziehmatrize 3 eingezogen bzw. reduziert. Der Einziehschritt kann durch einen oder mehrere, hintereinander ausgeführte Einziehvorgänge erfolgen. Innerhalb des ersten Rohrbereichs 101 befindet sich ein Stützdorn 5, dessen Außendurchmesser dem Innendurchmesser des bereits eingezogenen, ersten Rohrbereichs 101 entspricht. Der Stützdorn 5 ist axial entlang des Doppelpfeils A bewegbar. Am axial gegenüberliegenden, zweiten Rohrbereich 102 ist ein Schubstößel 7 angeordnet, dessen Schubseite 701 sich an der Stirnseite des zweiten Rohrbereichs 102 abstützt. Der Schubstößel 7 ist axial entlang des Doppelpfeils B bewegbar. Ein Führungszapfen 702 ist passgenau in das Innere des zweiten Rohrbereichs 102 eingeschoben und dient der präzisen Führung des Schubstößels 7. Während des Einziehens übt der Schubstößel 7 eine Schubkraft auf das Rohrende des zweiten Rohrbereichs 102 aus, wodurch der Präzisrohrrohling 1 axial in Richtung der Einziehmatrize 3 bewegt wird. Der Präzisrohrrohling 1 wird zwischen Einziehmatrize 3 und Stützdorn 5 hindurch geschoben, wodurch der Rohrdurchmesser reduziert wird. Ein Ausstoßer 9 ist axial entlang des Doppelpfeils C bewegbar und zum Auslösen des Stützdorns 5 aus dem bereits eingezogenen, ersten Rohrbereich 101 vorgesehen.

**[0029]** In einem ersten Abstreckvorgang gemäß Figur 3 wird ein erster Abstreckdorn 11a im Inneren des Präzisrohrrohrlings 1 platziert. Der erste Abstreckdorn 11a umfasst einen Führungszapfen 111 a, dessen Durchmesser in etwa dem Rohrinneindurchmesser des eingezogenen ersten Rohrbereichs 101 entspricht, eine Mitnehmerkante 112a, die sich an einer inneren Übergangskante 103 zwischen dem eingezogenen, ersten Rohrbereich 101 und einem nicht eingezogenen Bereich des Präzisrohrrohrlings 1 abstützt sowie einen vorderen Arbeitsabschnitt 113a, dessen Durchmesser bspw. 32 mm beträgt und einen hinteren Arbeitsabschnitt 114a, dessen Durchmesser bspw. 39,5 mm beträgt. Während des Abstreckens wird der erste Abstreckdorn 11a axial in Richtung des Pfeils D bewegt. Die Mitnehmerkante 112a ist zum formschlüssigen Eingriff mit der Übergangskante 103 ausgebildet, sodass der erste Abstreckdorn 11a den Präzisrohrrohling 1 entlang seiner axialen Bewegungsrichtung "mitnimmt" und durch eine erste Abstreckmatrize 13a führt. Ausgehend von der Übergangskante 103 wird der Präzisrohrrohling 1 entlang der Arbeitsabschnitte 113a, 114a abgestreckt. Hierbei wird der Präzisrohrrohling 1 im Bereich des vorderen Arbeitsabschnitts 113a mit einer höheren Rohrwandstärke ausgebildet, als im Bereich des hinteren Arbeitsabschnitts 114a, wobei der Präzisrohrrohling 1 einen einheitlichen Rohraußendurchmesser entlang des abgestreckten Bereichs aufweist. Ein Abstreifer 15 ist zum Auslösen des ersten Abstreckdorns 11a aus dem Präzisrohrrohling 1 entlang des Doppelpfeils E radial bewegbar.

**[0030]** In Figur 4 ist eine erste Endposition EP 1 innerhalb des zweiten Rohrbereichs 102 markiert, die das Ende des mittels des ersten Abstreckvorgangs abgestreckten Rohrbereichs darstellt. Zur Durchführung eines zweiten Abstreckvorgangs umfasst ein zweiter Abstreckdorn 17a einen Führungszapfen 171 a, eine Mitnehmerkante 172a, die formschlüssig in die Übergangskante 103 des Präzisrohrrohrlings 1 eingreift sowie einen Arbeitsabschnitt 173a, dessen Durchmesser bspw. 32 mm beträgt. Während des zweiten Abstreckvorgangs wird der Präzisrohrrohling 1 mit Hilfe des zweiten Abstreckdorns 17a in Richtung des Pfeils D bewegt und mittels einer zweiten Abstreckmatrize 19a abgestreckt. Der Abstreifer 15 ist entlang des Doppelpfeils E radial bewegbar und dient dem Auslösen des zweiten Abstreckdorns 17a aus dem Präzisrohrrohling 1.

**[0031]** Gemäß Figur 5 findet ein dritter Abstreckvorgang des Präzisrohrrohrlings 1 mit einem dritten Abstreckdorn 21 a, der einen Führungszapfen 211 a, eine Mitnehmerkante 212a zum Eingriff in die Übergangskante 103 sowie einen vorderen Arbeitsabschnitt 213a und einen hinteren Arbeitsabschnitt 214a aufweist. Der hintere Arbeitsabschnitt 214a ist konisch ausgebildet und dient der Auskalibrierung bzw. der Wandstärkenreduzierung einer konisch verlaufenden Rohraufweitung 204 innerhalb des zweiten Rohrbereichs 102. Die dritte Abstreckmatrize 23a weist eine hierzu komplementäre, konische Innenfläche 231 a auf. Ein vierter Abstreckvorgang gemäß Figur 6 wird mittels eines vierten Abstreckdorns 25a mit einem Führungszapfen 251 a, einer Mitnehmerkante 252a und einem Arbeitsabschnitt 253a sowie einer vierten Abstreckmatrize 27a durchgeführt. Die Rohrwandstärke des Präzisrohrrohrlings 1 wird hierbei lediglich bis zur ersten Endposition EP 1 innerhalb des zweiten Rohrbereichs 102 auf bspw. 1,7 mm abgestreckt, sodass ein axial äußerer Rohrendabschnitt 104 mit geringerer Werkstofffestigkeit verbleibt.

**[0032]** In Figur 7 ist der Präzisrohrrohling 1 nach der Durchführung eines Vorbearbeitungsschritts dargestellt. Während des Vorbearbeitungsschritts wird einerseits die Rohrwandstärke des ersten Rohrbereichs 101 teilweise durch Drehen reduziert, sodass eine Stauchungskante 105 entsteht. Andererseits wird der äußere Rohrendenabschnitt 104 (s. Figur 6) durch Drehen entfernt bzw. abgestochen.

**[0033]** Ein Stauchungs-/Aufweitschritt zur Stauchung und Aufweitung des ersten Rohrbereichs 101 ist in Figur 8 dargestellt. Ein Aufweitdorn 29a wird hierzu axial in das Innere des ersten Rohrbereichs 101, entlang des Doppelpfeils F geschoben. Ein Gegenhalter 31 a, der axial entlang des Doppelpfeils G bewegbar ist, arretiert den Präzisrohrrohling 1 in axialer Richtung. Zur radialen Arretierung umgibt eine 2-teilige Matrize 33a den Präzisrohrrohling 1, die entlang des Doppelpfeils H scharniiergelegentlich auf- bzw. zuklappbar ist. Die 2-teilige Matrize 33a wird wiederum in axialer Richtung zwischen einer Druckplatte 35a sowie einem federgestützten Matrizenring 37a, der axial entlang des Doppelpfeils K bewegbar ist, fixiert. Der Aufweitdorn 29a umfasst einen konischen Arbeitsabschnitt 291 a welcher das Rohrmaterial des Präzisrohrrohrlings 1 radial in Richtung der Rohraußenwand umformt, sodass eine Rohraufweitung im ersten Rohr-

bereich 101 ausgebildet wird. Gleichzeitig wird eine Materialverdickung bzw. -anstauung 106 zwischen dem konischen Arbeitsabschnitt 291 a und einer Innenkante 331 a der 2-teiligen Matrice 33a erzeugt. Eine Druckhülse 39a ist axial entlang des Doppelpfeils I bewegbar und greift an der Stauchungskante 105 des Präzisrohrrohrlings 1 an. Hierbei wird der erste Rohrbereich 101 mit einem Druck (bis zu 100 t) beaufschlagt, sodass das Rohrmaterial in radialer Richtung umgeformt bzw. gestaucht wird. Da der Aufweitdorn 29a eine Materialverlagerung in das Rohrrinnere verhindert, wird das Material so lange radial nach außen verlagert, bis ein Anschlag 371 a des federgestützten Matrizenrings 37a erreicht ist. Die gewünschte Formgebung des aufgeweiteten/gestauchten ersten Rohrbereichs 101 wird präzise durch die Geometrie der ineinander greifenden und/oder zueinander komplementär angeordneten Werkzeugkomponenten, insbesondere des Aufweitdorns 29a, der 2-teiligen Matrice 33a, der Druckhülse 39a und des Matrizenrings 37a festgelegt.

**[0034]** In Figur 9 ist ein Innenrohr 2 dargestellt, das aus einem Präzisrohrrohrling 1 kaltumgeformt wurde. Das Innenrohr 2 umfasst einen Dickwandabschnitt 201, einen Rohrendenabschnitt 202, dessen Rohrrinnendurchmesser bspw. 39,5 mm beträgt, ein Rohrmittelstück 203 dessen Rohrrinnendurchmesser bspw. 32 mm beträgt sowie eine dazwischen angeordnete, konisch verlaufenden Rohraufweitung 204. Der Dickwandabschnitt 201 weist einen variablen Rohrrinnendurchmesser auf und kann mit einer maximalen Rohrwandstärke von bspw. 7 mm ausgebildet sein. Innerhalb des Dickwandabschnitts 201 ist eine Ringnut 205, insbesondere durch Drehen ausgebildet, die zur Aufnahme, bspw. einer O-Ring Dichtung geeignet ist. Mit Ausnahme des Dickwandabschnitts 201 ist das Innenrohr 2 nach Leichtbauweise mit einer Rohrwandstärke von bspw. 1,7 mm ausgebildet. Figur 10 zeigt einen Teil des Innenrohrs 2 aus Figur 9, in dessen Rohraufweitung 204 z. B. vier Durchgangslöcher 206 gestanzt sind. Gemäß dem Pfeil L wurden die Durchgangslöcher 206 ausgehend vom Rohrrinnen in Richtung des Rohrräufers gestanzt. Zum Einbau in ein Zweirohr-Stoßdämpfersystem wird der Rohrendenabschnitt 202 des Innenrohrs 2 mit einem entsprechenden Rohrabchnitt eines Außenrohrs fluiddicht verbunden. Die Durchgangslöcher 206 dienen der Verbindung des Arbeitsraums mit dem Ausgleichsraum.

**[0035]** Figur 11 stellt den zylinderförmigen Präzisrohr-Rohling 1 in einer entlang der mittleren Querachse gespiegelten Ansicht gegenüber der Figur 1 dar. Der Präzisrohrrohrling 1 dient als Ausgangsrohling für eine zweite Variante des erfindungsgemäßen axialen Kaltumformverfahrens zur Herstellung eines Innenrohrs 2 (s. Figur 19) für ein Zweirohr-Stoßdämpfersystem, mit einem Innendurchmesser von bspw. 36 mm. Der Präzisrohrrohrling 1 weist an seinem ersten Rohrende einen ersten Rohrbereich 101 und an seinem zweiten Rohrende einen zweiten Rohrbereich 102 auf.

**[0036]** Anders als in der ersten Variante wird gemäß Figur 12 in einem Einziehschritt ein zweiter Rohrbereich 102 des Präzisrohrrohrlings 1 mittels einer Einziehmatrice 3 gekrumpelt, d.h. lediglich die Stirnseite des Rohrendbereichs 102 wird radial in das Rohrrinnere weisend umgeformt. Auf einen Stützdorn 5, gemäß Figur 2, kann hierbei verzichtet werden. Der Schubstößel 7 dient analog der ersten Verfahrensvariante der Aufbringung eines axialen Schubs in Richtung der Einziehmatrice 3, entlang des Doppelpfeils B auf den Präzisrohrrohrling 1 und wird mittels des Führungszapfens 702 geführt.

**[0037]** Gemäß Figur 13 kann ein optionaler Rohrwandstärken-Reduzierungsschritt zur Reduzierung der Rohrwandstärke des zweiten Rohrbereichs 102 des Präzisrohrrohrlings 1 erfolgen. In Figur 14 wird der Präzisrohrrohrling 1 in einem ersten Abstreckvorgang auf eine einheitliche Rohrwandstärke abgestreckt. Hierzu greift ein erster Abstreckdorn 11 b mit einer Mitnehmerkante 112b an der Krümpelung 106 des zweiten Rohrbereichs 102 an, sodass der Präzisrohrrohrling 1 in Richtung des Pfeils D "mitgenommen" und durch die erste Abstreckmatrice 13b geführt wird. Der Abstreifer 15 ist entlang des Doppelpfeils E radial bewegbar und dient dem Auslösen des ersten Abstreckdorns 11 b aus dem Präzisrohrrohrling 1.

**[0038]** Figur 15 stellt einen zweiten Abstreckvorgang mit einem zweiten Abstreckdorn 17b dar, dessen Mitnehmerkante 172b sich an der Krümpelung 106 des zweiten Rohrbereichs 102 abstützt und den Präzisrohrrohrling 1 in Arbeitsrichtung (Pfeil D) durch die zweite Abstreckmatrice 19b führt. Die Rohrwandstärke des Präzisrohrrohrlings 1 wird ausgehend von der Krümpelung 106 bis hin zu einer zweiten Endposition EP 2 reduziert. Ein dritter Abstreckvorgang ist der Figur 16 zu entnehmen. Mithilfe eines dritten Abstreckdorns 21 b, der eine Mitnehmerkante 212b aufweist, wird der Präzisrohrrohrling 1 ausgehend von dessen Krümpelung 106 bis hin zur zweiten Endposition EP 2 auf eine Rohrwandstärke von bspw. 1,7 mm abgestreckt. Hierzu umfasst eine Zwillingsmatrice 41 einen Abstreckabschnitt 411 mit entsprechendem Innendurchmesser. Der Innendurchmesser eines Bügelabschnitts 412 der Zwillingsmatrice 41 entspricht dem Rohraußendurchmesser des ersten Rohrbereichs 101. Während des Abstreckvorgangs "bügelt" der Bügelabschnitt 412 den ersten Rohrbereich 101, wodurch dieser exakt am Abstreckdorn 21 b zum Anliegen kommt, dessen Rohrwandstärke jedoch nicht verändert wird.

**[0039]** Figur 17 stellt den Präzisrohrrohrling 1 in einer entlang der mittleren Querachse gespiegelten Ansicht gegenüber den Figuren 11 bis 16 dar. Analog zur Figur 7 der ersten Verfahrensvariante, ist die Durchführung eines Vorbearbeitungsschritts dargestellt. Hierbei wird die Rohrwandstärke des Präzisrohrrohrlings 1 innerhalb des ersten Rohrbereichs 101 teilweise durch Drehen reduziert, sodass eine Stauchungskante 105 entsteht. Die stirnseitig am zweiten Rohrbereich 102 angeordnete Krümpelung 106 (s. Fig. 16) wird ebenfalls mittels einer Drehoperation entfernt bzw. abgestochen und ist bereits nicht mehr dargestellt.

**[0040]** Figur 18 zeigt einen Stauchungs-/Aufweitschritt der zweiten Verfahrensvariante. Zur Stauchung des ersten Rohrbereichs 101 ist ein Stützdorn 43, der entlang des Doppelpfeils N in axialer Richtung bewegbar ist, innerhalb des

ersten Rohrbereichs 101 passgenau angeordnet. Analog zur ersten Verfahrensvariante greift eine Druckhülse 39b an der Stauchungskante 105 an und übt einen hohen Druck (bis zu 100t) auf diese aus. Ein Gegenhalter 31 b sowie eine 2-teilige Matrice 33b arretieren den Präzisionsrohrrohling 1 in axialer Richtung, sodass eine radiale Stauchung des Rohrmaterials innerhalb des ersten Rohrbereichs 101 resultiert. Der Stützdorn 43 verhindert eine Materialverlagerung in das Rohrinne. Durch den aufgebrachten Druck wird das Rohrmaterial so lange radial nach außen verlagert, bis ein Anschlag 371 b eines federgestützten Matrizenrings 37b erreicht ist. Die gewünschte Formgebung des gestauchten ersten Rohrbereichs 101 wird präzise durch die Geometrie der ineinander greifenden und/oder zueinander komplementär angeordneten Werkzeugkomponenten, insbesondere des Stützdorns 43, der 2-teiligen Matrice 33b, der Druckhülse 39b und des Matrizenrings 37b festgelegt. Der zweite Rohrbereich 102 wird mittels eines Aufweitdorns 29b, der einen konischen Arbeitsabschnitt 291 b umfasst aufgeweitet. Die 2-teilige Matrice 33b, die entlang des Doppelpfeils H scharniergelenkig aufklappbar ist, weist hierzu einen komplementär angeordneten, ebenfalls konischen Abschnitt 331 b auf. Eine Druckplatte 35b stützt die 2-teilige Matrice 33b in axialer Richtung ab. Vorzugsweise geht der Stauchvorgang dem Aufweitvorgang voraus. Im Gegensatz zur ersten Verfahrensvariante bleibt der Rohrinne Durchmesser des ersten Bereichs 101 während des gesamten Aufweit-/Stauchschriffs unverändert.

**[0041]** In Figur 19 ist ein Innenrohr 2 dargestellt, das aus einem Präzisionsrohrrohling 1 kaltumgeformt wurde. Das Innenrohr 2 umfasst einen Dickwandabschnitt 201, einen Rohrendenabschnitt 202 dessen Rohrinne Durchmesser bspw. 39,5 mm beträgt, ein Rohrmittelstück 203 sowie eine dazwischen angeordnete, konisch verlaufende Rohraufweitung 204. Mit Ausnahme des Rohrendenabschnitts 202 und der Rohraufweitung 204 beträgt der Rohrinne Durchmesser des Innenrohrs 2 konstant bspw. 36 mm. Innerhalb des Dickwandabschnitts 201 ist eine Ringnut 205 angeordnet, die zur Aufnahme, beispielsweise einer O-Ring Dichtung, insbesondere durch Drehen ausgebildet ist. Die Rohrwandstärke des Innenrohrs 2 beträgt bspw. 1,7 mm innerhalb der dünnwandigen Abschnitte und bspw. 5 mm innerhalb des Dickwandabschnitts 201. Das Innenrohr 2 gemäß Figur 19 kann ebenfalls mit gestanzten Durchgangslöchern 206 (s. Fig. 10) versehen sein.

**[0042]** Die einzelnen Verfahrensschritte der beiden Verfahrensvarianten lassen sich beliebig miteinander kombinieren, wodurch einerseits die zuvor beschriebenen Varianten abgeändert werden können, aber auch neue Verfahrensvarianten entstehen.

1	Präzisionsrohrrohling
101	erster Rohrbereich
102	zweiter Rohrbereich
103	Übergangskante
104	äußeres Rohrendstück
105	Stauchungskante
106	Krümpelung
2	Innenrohr
201	Dickwandabschnitt
202	Rohrendenabschnitt
203	Rohrmittelstück
204	Rohraufweitung
205	Ringnut
206	Durchgangsloch
3	Einziehmatrice
5	Stützdorn
7	Schubstößel
701	Schubkante
702	Führungszapfen
9	Ausstoßer
11a, b	erster Abstreckdorn
111a	Führungszapfen
112a, b	Mitnehmerkante
113a	vorderer Arbeitsabschnitt
114a	hinterer Arbeitsabschnitt
13a, b	erste Abstreckmatrice
15	Abstreifer
17a, b	zweiter Abstreckdorn
171 a	Führungszapfen
172a, b	Mitnehmerkante
173a	Arbeitsabschnitt

	19a, b	zweite Abstreckmatrize
	21 a, b	dritter Abstreckdorn
	211 a	Führungszapfen
	212a, b	Mitnehmerkante
5	213a	vorderer Arbeitsabschnitt
	214a	hinterer Arbeitsabschnitt
	23a	dritte Abstreckmatrize
	231 a	konische Innenfläche
	25a	vierter Abstreckdorn
10	251 a	Führungszapfen
	252a	Mitnehmerkante
	253a	Arbeitsabschnitt
	27a	vierte Abstreckmatrize
	29a, b	Aufweitdorn
15	291 a, b	konischer Arbeitsabschnitt
	31a, b	Gegenhalter
	33a, b	2-teilige Matrize
	331 a	Innenkante
	35a, b	Druckplatte
20	37a, b	Matrizenring
	371a, b	Anschlag
	39a, b	Druckhülse
	41	Zwillingsmatrize
	411	Abstreckabschnitt
25	412	Bügelabschnitt
	43	Stützdorn
	A, B, C, E, F, G, H, I, K, N	Doppelpfeil
	D, L	Pfeil
	EP 1	erste Endposition
30	EP 2	zweite Endposition
	D <sub>N</sub>	Nenndurchmesser des Präzisrohrrollings
	S <sub>R</sub>	Rohrwandstärke des Präzisrohrrollings

## 35 Patentansprüche

1. Kaltumformverfahren zur Herstellung eines Stoßdämpferrohres (2), insbesondere eines Stoßdämpfer-Innenrohres für ein Zweirohr-Stoßdämpfer-/Federbeinsystem für Kraftfahrzeuge, wobei in mehreren Kaltumform-Verfahrensschritten wenigstens ein erster und ein zweiter Rohrbereich (101, 102) eines Präzisrohrrollings (1) zu Rohrabschnitten (201, 202, 203, 204) des Stoßdämpferrohres (2) mit voneinander abweichenden Rohrwandstärken und/oder Rohrdurchmessern ausgebildet werden,  
dadurch gekennzeichnet, dass
  - der erste Rohrbereich (101) zur Ausbildung eines Dickwandabschnitts (201) in einem Stauchungsschritt gestaucht wird, wobei die Rohrwandstärke im Bereich des Dickwandabschnitts (201) erhöht wird, und/oder
  - der zweite Rohrbereich (102) zur Ausbildung einer Rohraufweitung (204) mit einem ersten Rohrdurchmesser versehen wird und ein dem zweiten benachbarter Rohrbereich (203) mit einem zweiten Rohrdurchmesser versehen wird, wobei eine Differenz zwischen dem ersten Rohrdurchmesser und dem zweiten Rohrdurchmesser mindestens 20 % beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Stauchens des ersten Rohrbereichs (101) eine Oberflächenstruktur einer Rohrrinnenwandung im Bereich des Dickwandabschnitts (201) nicht oder im Wesentlichen nicht verändert wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rohrrinnendurchmesser im Bereich des Dickwandabschnitts (201) während des Stauchens des ersten Rohrbereichs (101) nicht oder im Wesentlichen nicht verändert wird.



4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrwandstärke im Bereich der Rohraufweitung (204) gegenüber der Rohrwandstärke des Präzisionsrohrrohlings (1) reduziert wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Einziehschritt durch einmaliges oder mehrmaliges Einziehen, der Durchmesser des Präzisionsrohrrohlings (1) zumindest bereichsweise reduziert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Abstreckschritt durch einen oder mehrere Abstreckvorgänge die Rohrwandstärke des Präzisionsrohrrohlings (1) zumindest bereichsweise reduziert wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Rohrwandstärken-Reduzierungsschritt, wobei die Rohrwandstärke in einem oder mehreren der Rohrbereiche (101, 102) mittels spanabhebender Bearbeitung reduziert wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohraufweitung (204) in einem Aufweitschritt durch Aufweiten ausgebildet wird, wobei der zweite Rohrbereich (102) gegenüber einem benachbarten Rohrbereich um mindestens 20 % aufgeweitet wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Stauchungs-/Aufweitschritt, wobei der Stauchungsschritt mit einem Aufweitschritt kombiniert wird, und ein selber Rohrbereich (101, 102) aufgeweitet und gestaucht wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** einer oder mehrere Rohrbereiche (101, 102) mit einer geringeren Werkstofffestigkeit ausgebildet werden.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Vorbearbeitungsschritt zur Ausbildung einer Stauchungskante (105), wobei die Stauchungskante (105) **durch** spanabhebende Bearbeitung ausgebildet wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Rohrenden-Bearbeitungsschritt, wobei eines oder beide Rohrenden (104) des Präzisionsrohrrohlings (1) gekürzt werden.
13. Stoßdämpferrohr (2), insbesondere Innenrohr für ein Zweirohr-Stoßdämpfer-/Federbeinsystem für Kraftfahrzeuge, das mit Hilfe eines Kaltumformverfahrens miteinander einstückig ausgebildete Rohrabschnitte (201, 202, 203, 204) mit voneinander abweichenden Rohrdurchmessern und/oder Rohrwandstärken aufweist, wobei einer oder mehrere Rohrabschnitte (201, 202, 203, 204) eine durch Kaltverfestigung erhöhte Werkstofffestigkeit aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - ein erster Rohrabschnitt als Dickwandabschnitt (201) ausgebildet ist, wobei eine Oberflächenstruktur einer Rohrrinnenwandung im Bereich des Dickwandabschnitts (201) keinerlei Riefen oder sonstige Unebenheiten aufweist, und/oder
  - zwischen zwei einander benachbarten Rohrabschnitten (202, 203) eine Rohraufweitung (204) angeordnet ist, wobei eine Differenz der Rohrdurchmesser der benachbarten Rohrabschnitte (202, 203) mindestens 20 % beträgt
14. Stoßdämpferrohr (2) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stoßdämpferrohr als Leichtbauteil ausgeführt ist, wobei einer oder mehrere Rohrabschnitte (202, 203, 204) als Dünnwandabschnitte ausgebildet sind.
15. Stoßdämpferrohr (2) nach einem der Ansprüche 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohraufweitung (204) sowie deren benachbarte Rohrabschnitte (202, 203) in Leichtbauweise dünnwandig ausgebildet sind.
16. Stoßdämpferrohr (2) nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis zwischen der Rohrwandstärke des Dickwandabschnitts (201) und der Rohrwandstärke eines Dünnwandabschnitts (202, 203, 204) mindestens 4:1 beträgt.
17. Stoßdämpferrohr (2) nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dickwandabschnitt (201) zur Aufnahme einer Dichtung ausgebildet ist, insbesondere mit einer Ringnut (205) versehen ist.

Fig. 1

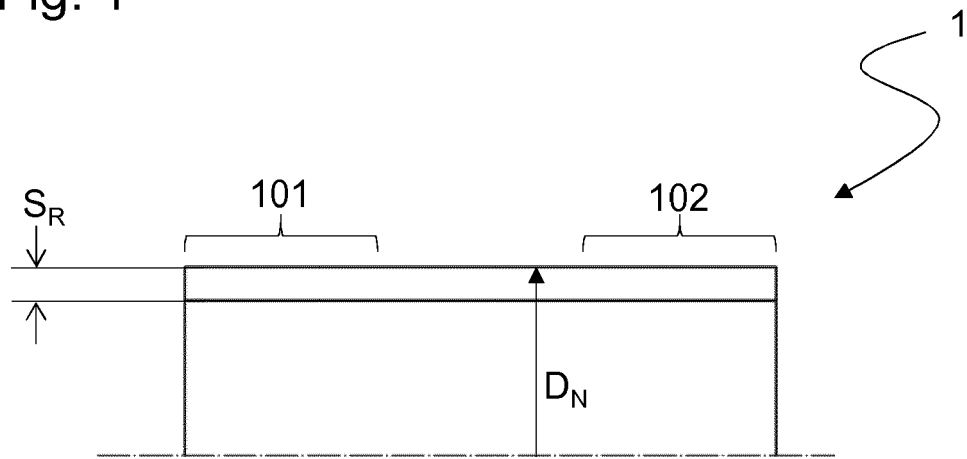


Fig. 2

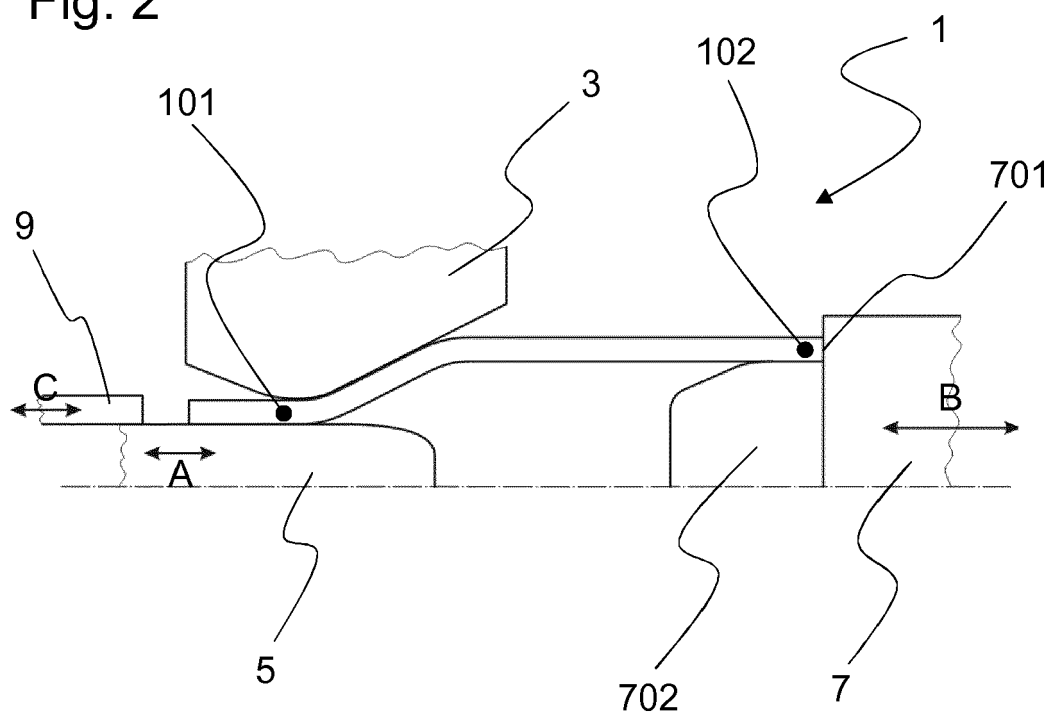


Fig. 3

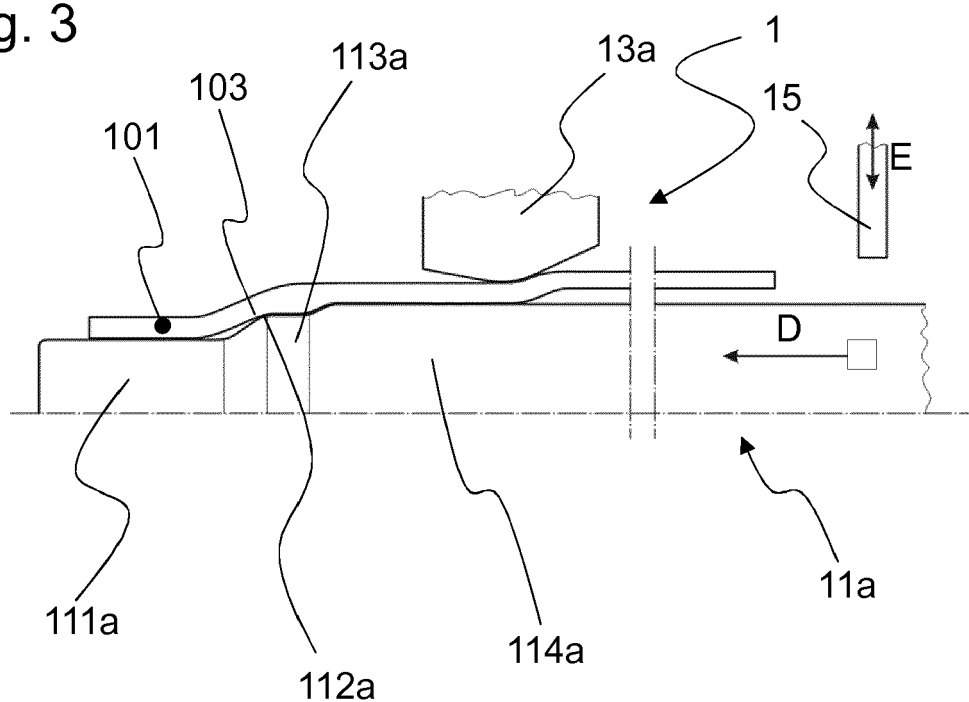


Fig. 4

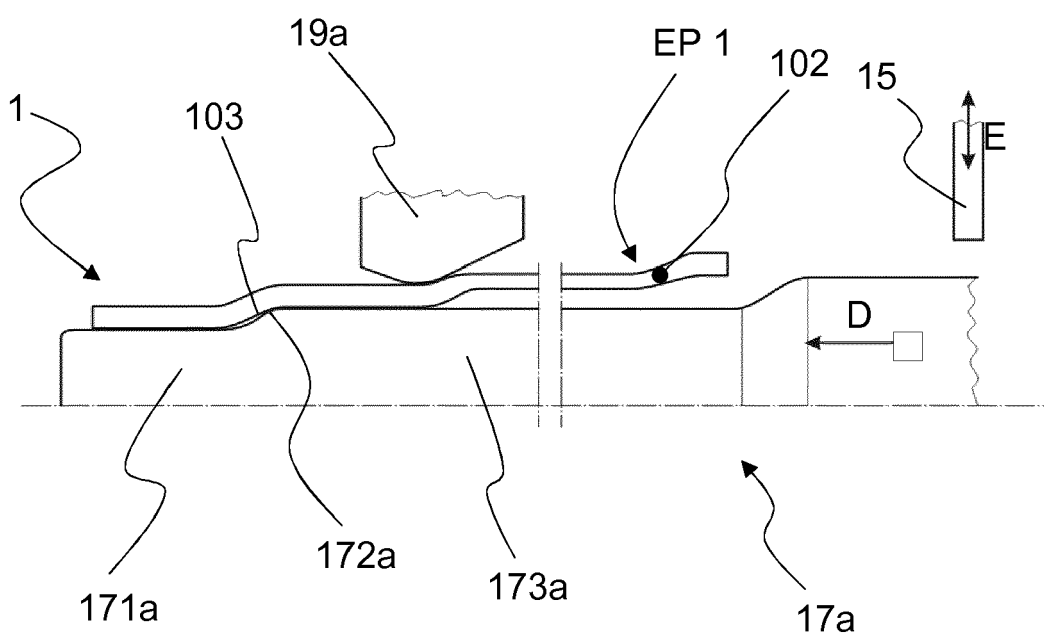


Fig. 5

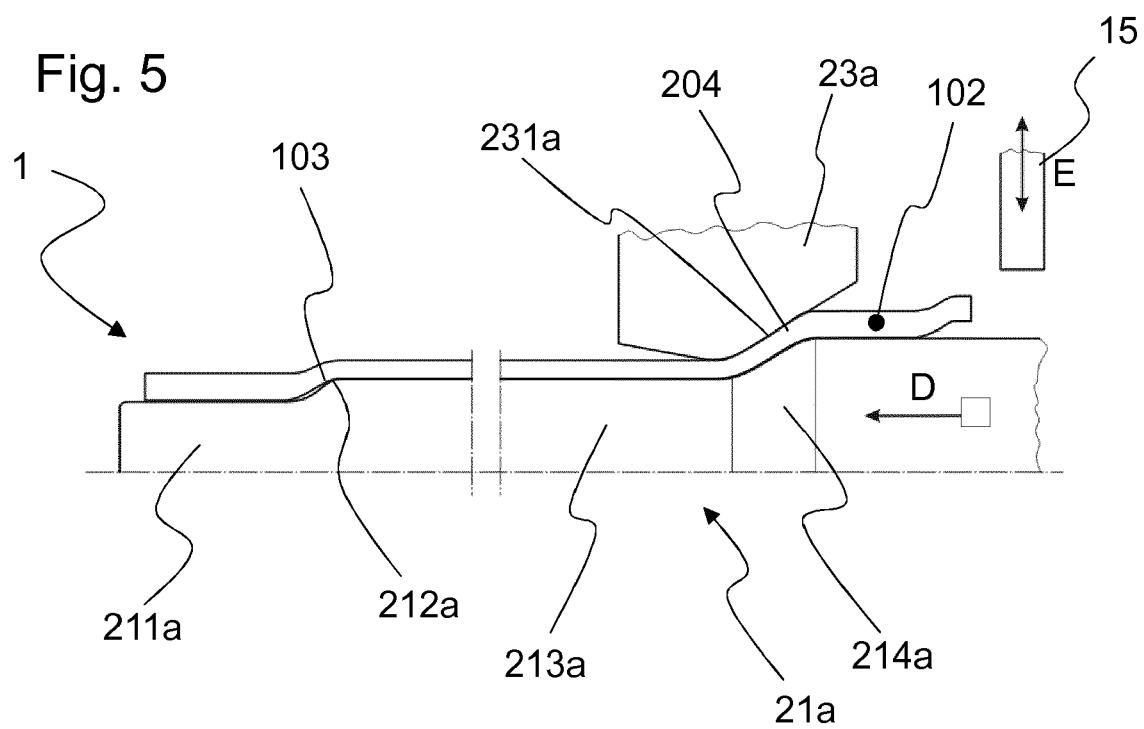


Fig. 6

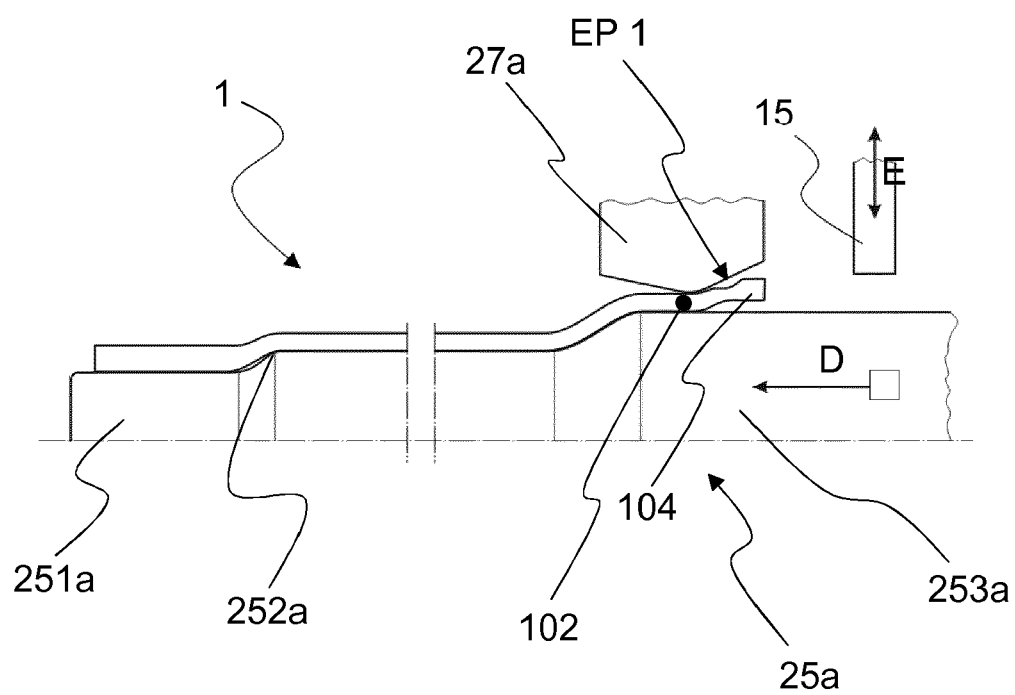


Fig. 7

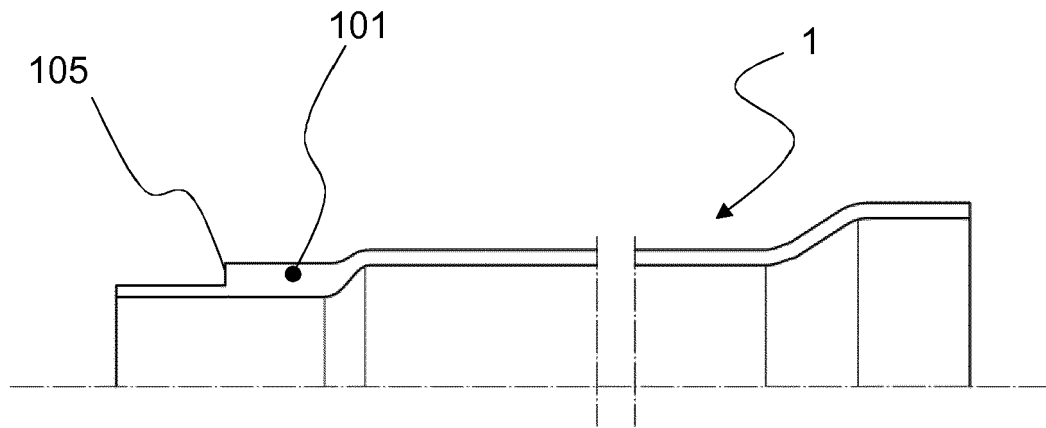


Fig. 8

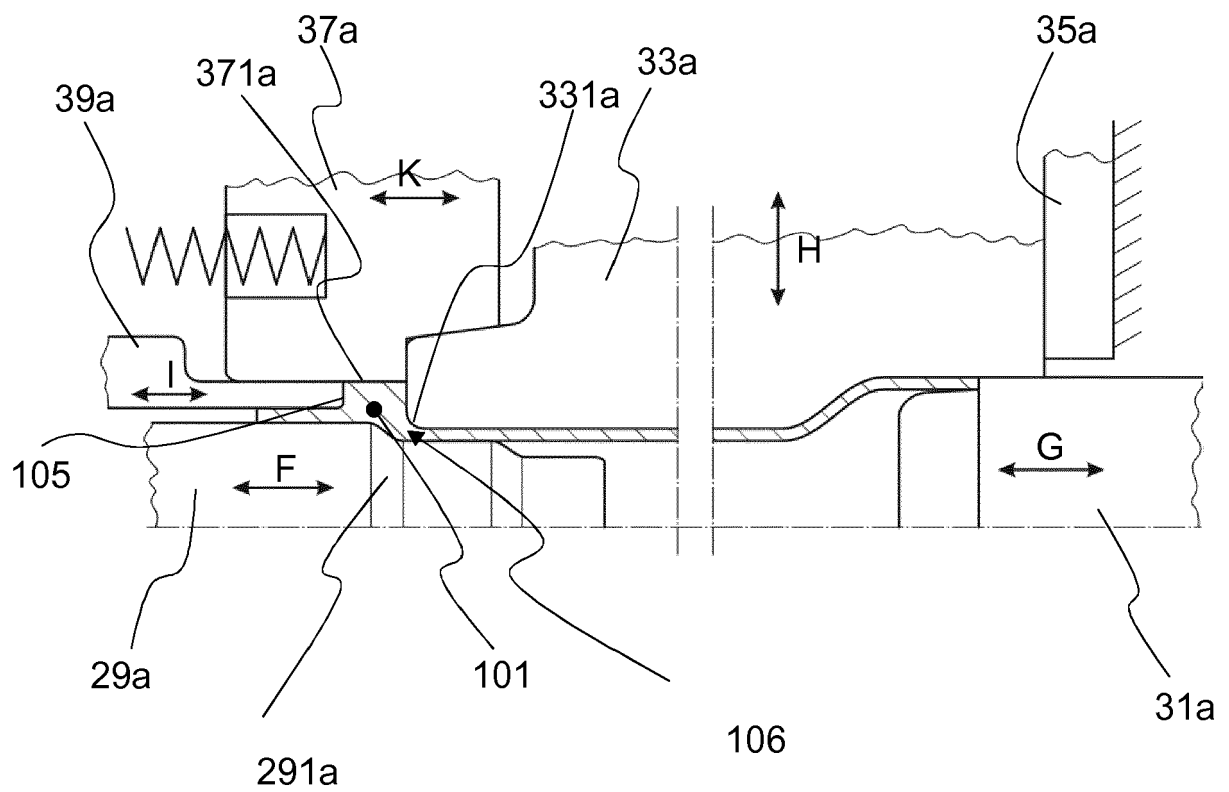


Fig. 9

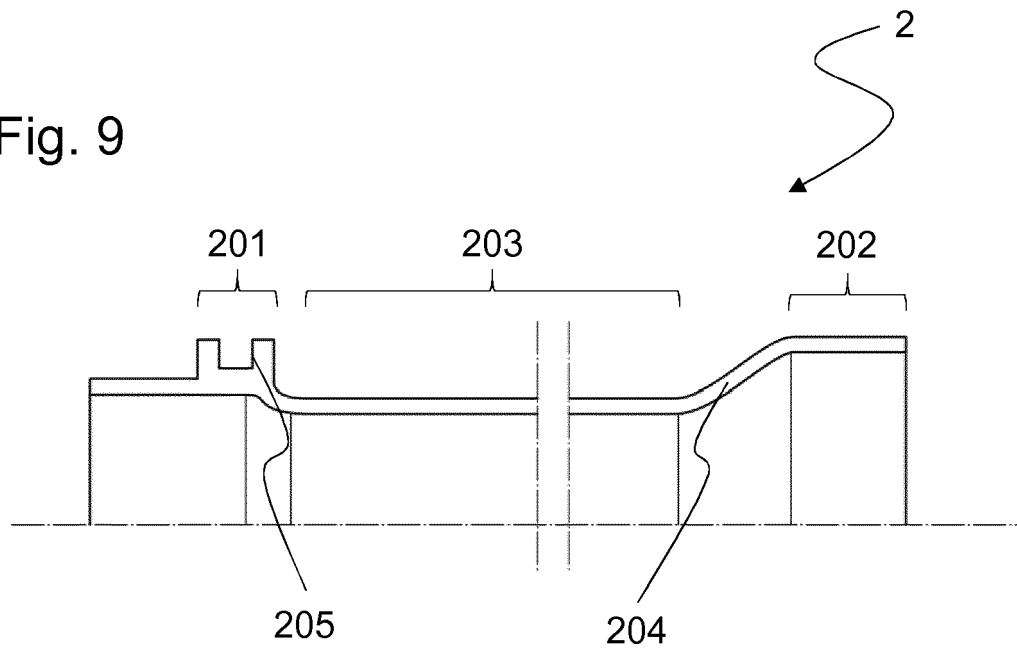


Fig. 10

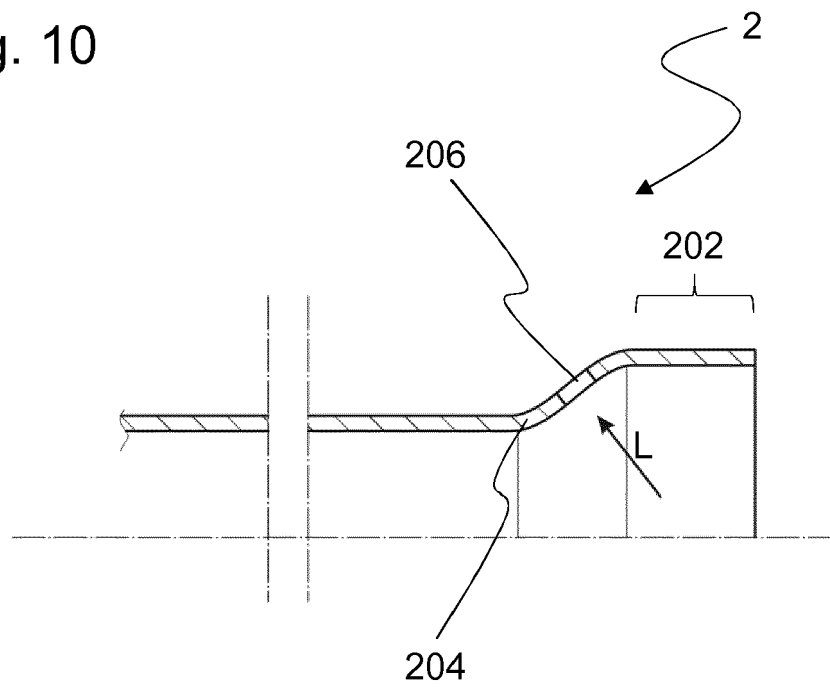


Fig. 11

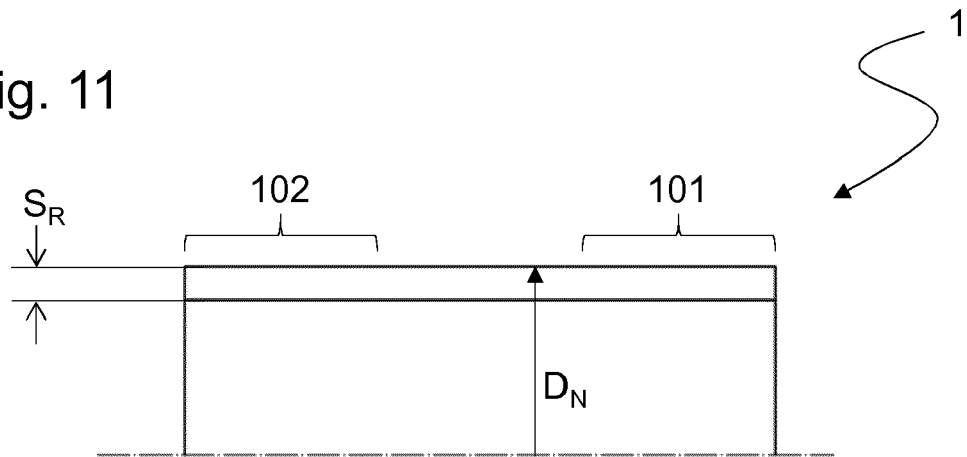


Fig. 12

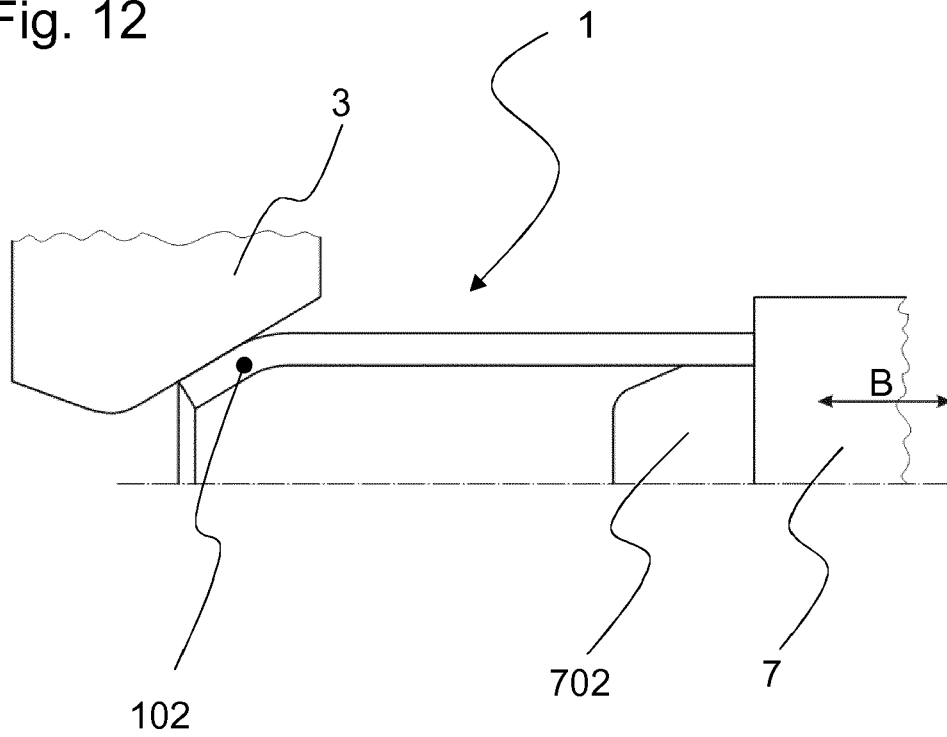


Fig. 13

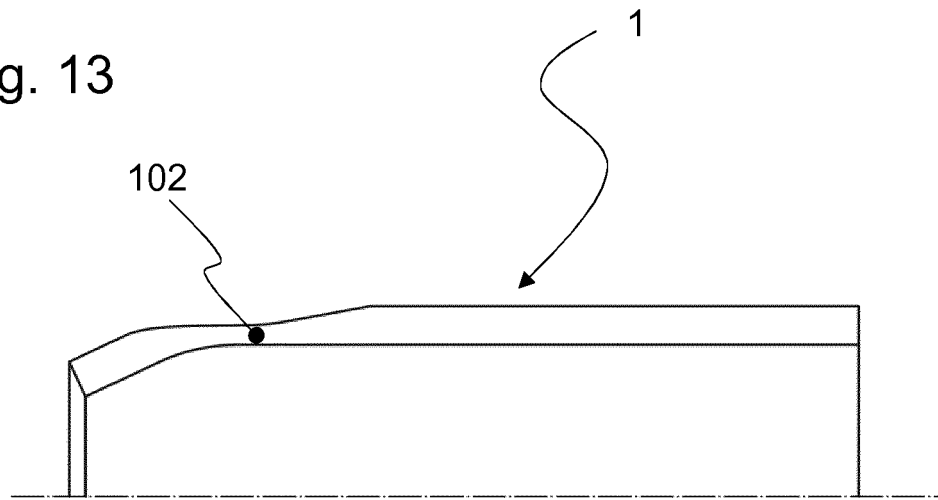


Fig. 14

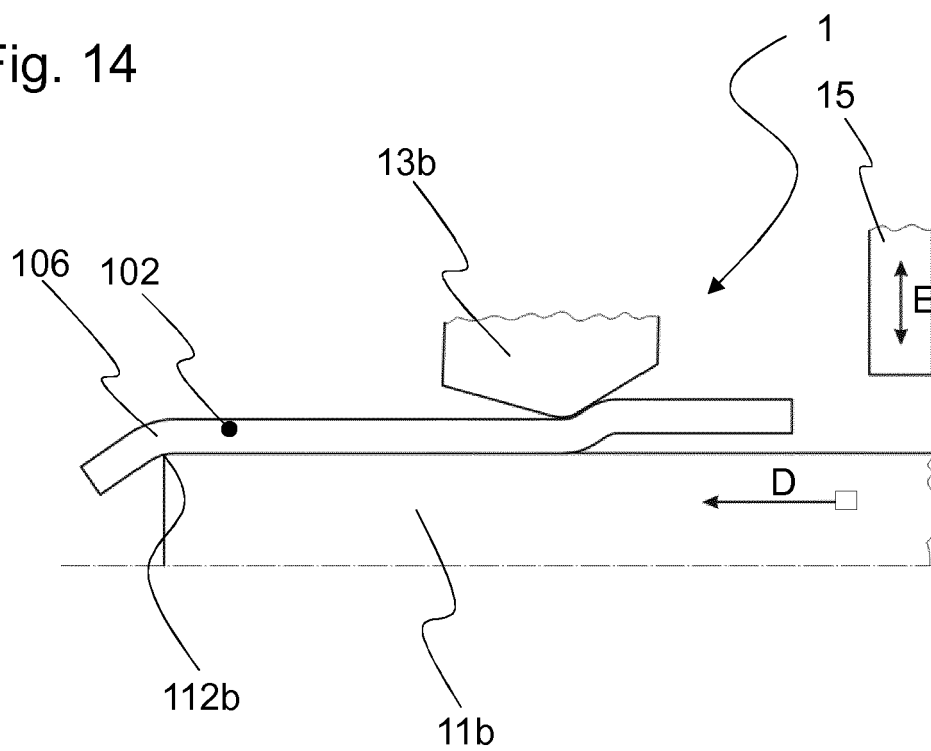




Fig. 15

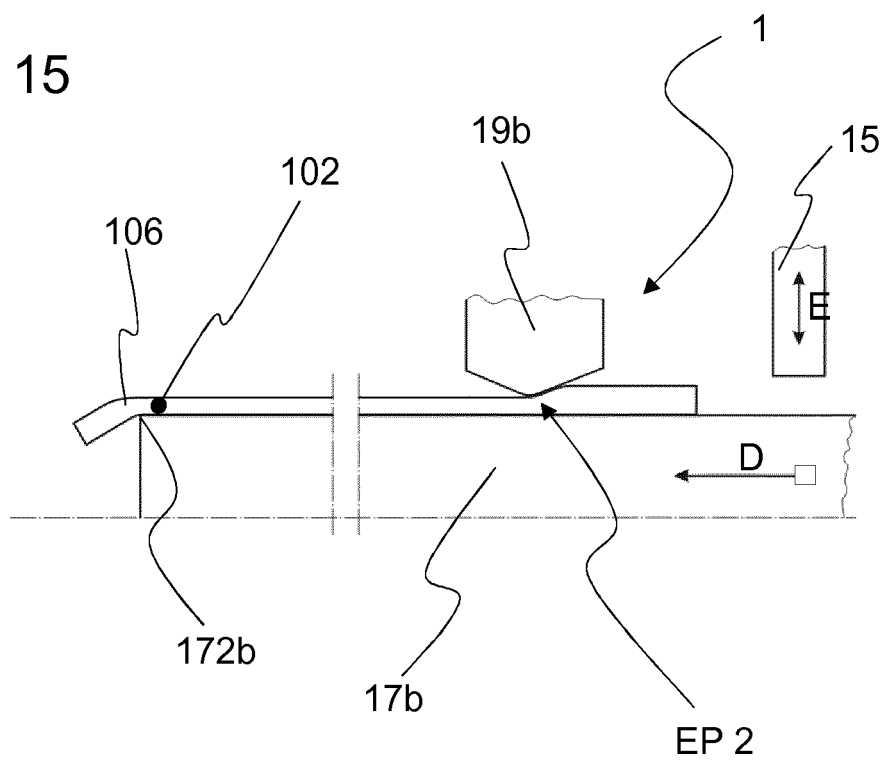


Fig. 16

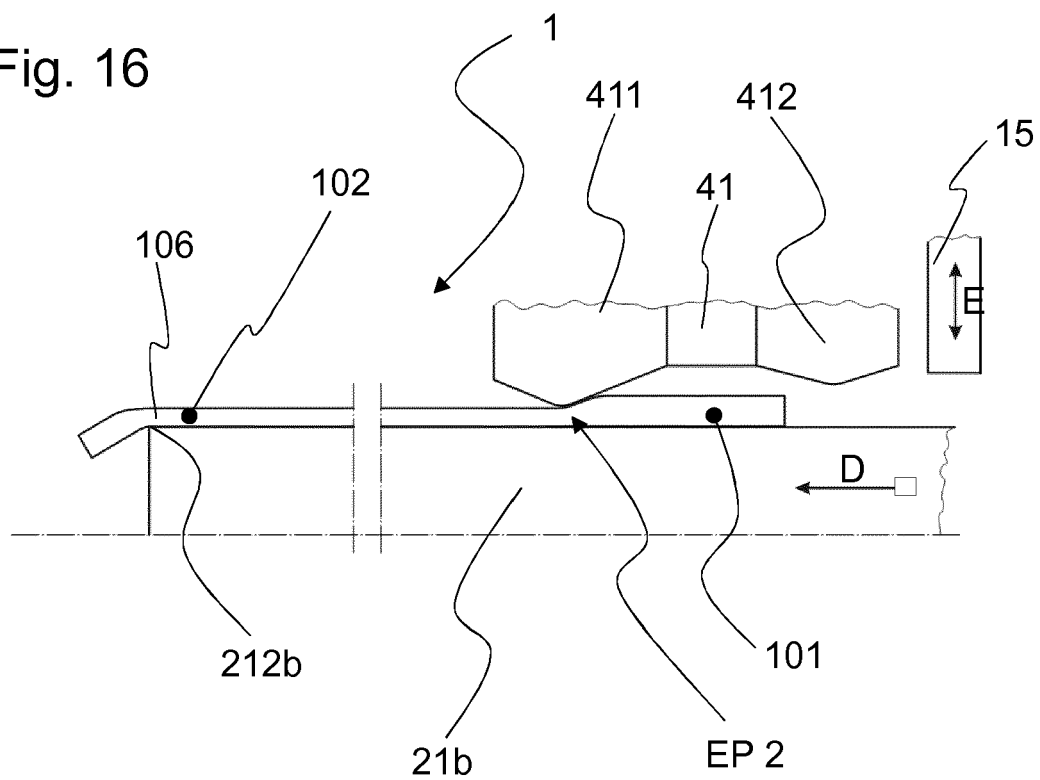


Fig. 17

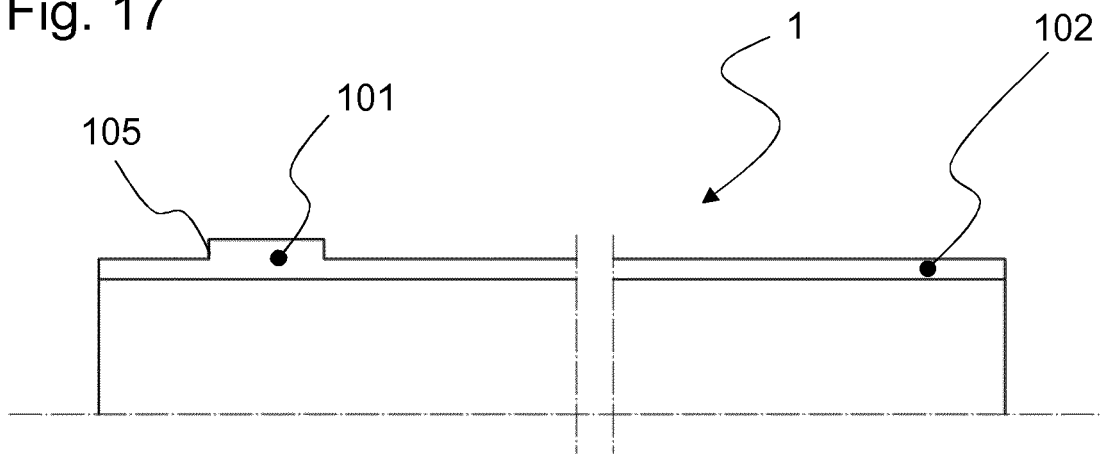


Fig. 18

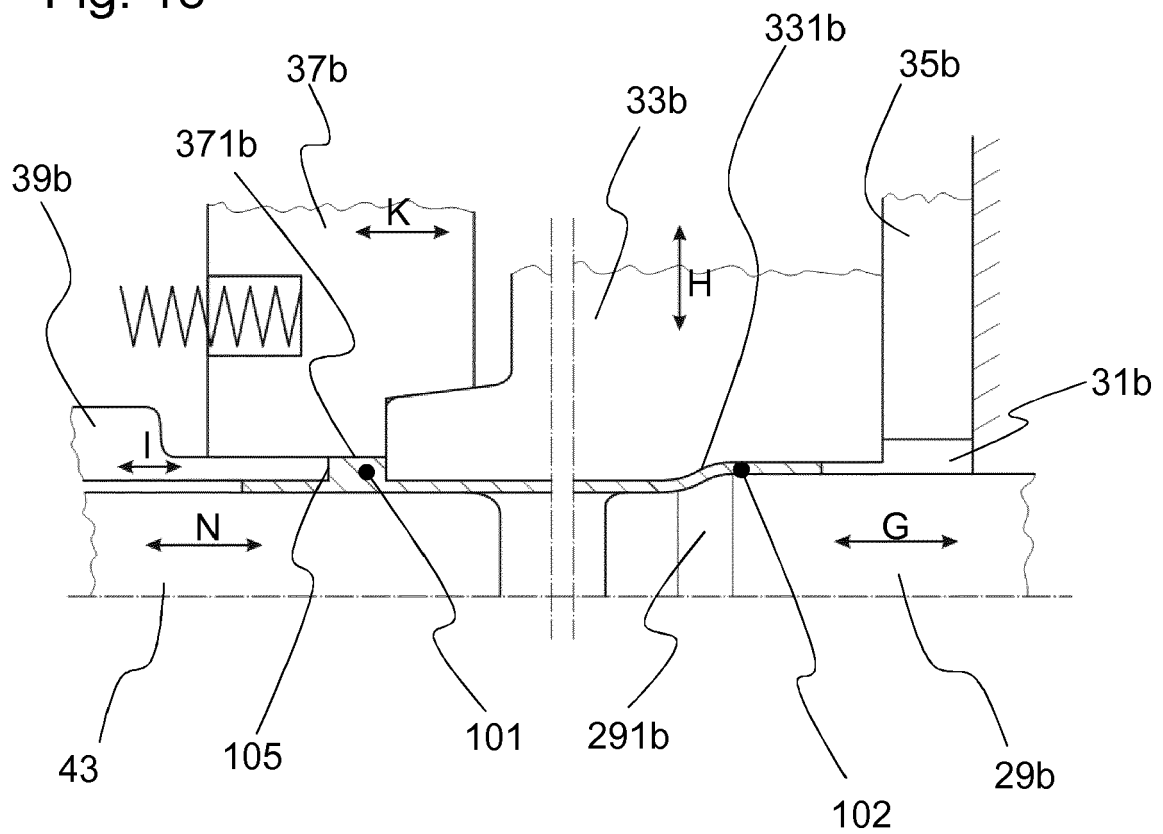
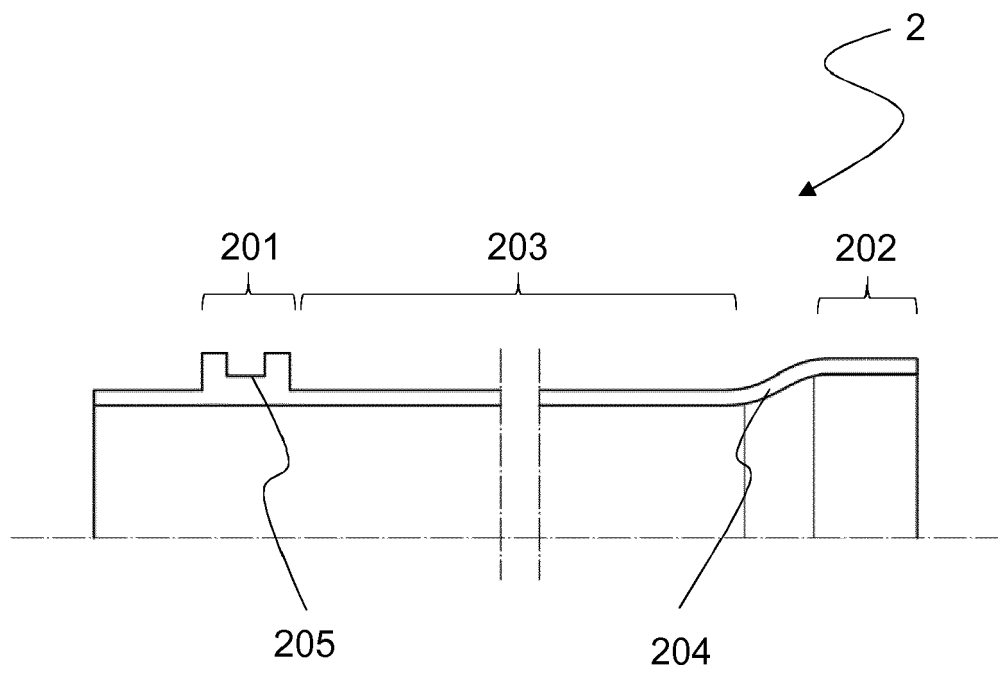


Fig. 19





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 17 15 8722

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 44 37 395 A1 (WERDAU FAHRZEUGWERK [DE]) 2. Mai 1996 (1996-05-02)  * Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 9 * * Spalte 1, Zeile 57 - Spalte 2, Zeile 38 *  * Spalte 4, Zeile 65 - Spalte 6, Zeile 10; Abbildungen 1,4 *	1-3, 11-14, 16,17	INV. B21K21/12 B21C37/16 B21D41/02 B21D41/04 B21D53/88 B21J5/08 B21C1/26
X	EP 2 546 005 A1 (HIROTEC CORP [JP]) 16. Januar 2013 (2013-01-16)	1,9	
A	* Absatz [0001] * * Absatz [0010] - Absatz [0011] * * Absatz [0032] - Absatz [0058]; Abbildungen 4,5,9-11 *	13	
X	WO 2005/016570 A1 (WILLY VOIT GMBH & CO KG [DE]; CLAUS RONALD [DE]; MERTZ ANDREAS [DE]) 24. Februar 2005 (2005-02-24) * Seite 1, Absatz 1 * * Seite 2, Absatz 4 * * Seite 4, letzter Absatz - Seite 5, letzter Absatz; Abbildungen 1,2 *	1,6, 13-15,17	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)  B21K B21C B21D B21J
X	WO 2013/127425 A1 (SCHMITTERGROUP AG [DE]; GUENTHER FRIEDHELM [DE]; DIRSCHERL RALF [DE];) 6. September 2013 (2013-09-06)	13-17	
A	* Absatz [0022] - Absatz [0030]; Abbildungen 2-10 *	1,4-6,12	
X,D	WO 2014/082666 A1 (SCHMITTERGROUP AG [DE]) 5. Juni 2014 (2014-06-05)	13,14,17	
A	* Absatz [0001] * * Absatz [0035] - Absatz [0039]; Abbildungen 3-7 *	1,5,6,12	
----- -/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>29. Juni 2017</b>	Prüfer <b>Ritter, Florian</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 17 15 8722

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	FR 2 782 661 A1 (ALLEVARD RESSORTS AUTOMOBILE [FR]) 3. März 2000 (2000-03-03)	13,14,17	
A	* Seite 2, Zeile 7 - Seite 3, Zeile 15 * * Seite 6, Zeile 3 - Seite 8, Zeile 17; Abbildungen 1-5 *	1,5,6,8	
A	----- FR 2 129 921 A1 (BESSON LOUIS [FR]) 3. November 1972 (1972-11-03) * Seite 1, Zeile 21 - Zeile 34 * * Seite 6, Zeile 20 - Seite 7, Zeile 14; Abbildungen 1-3 *	1,8,13	
A	----- GB 2 486 224 A (EUROP TECHNICAL CT NSK [DE]) 13. Juni 2012 (2012-06-13) * Seite 3, Zeile 18 - Seite 4, Zeile 8 * * Seite 6, Zeile 28 - Seite 10, Zeile 2; Abbildungen 1-4 * -----	1-3, 13-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>29. Juni 2017</b>	Prüfer <b>Ritter, Florian</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 15 8722

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-06-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4437395 A1	02-05-1996	DE 4437395 A1	02-05-1996
		DE 19614656 A1	16-10-1997
		DE 59508744 D1	26-10-2000
		EP 0787047 A1	06-08-1997
		ES 2153052 T3	16-02-2001
		JP 3835484 B2	18-10-2006
		JP H10507410 A	21-07-1998
		US 5956988 A	28-09-1999
		WO 9612578 A1	02-05-1996
EP 2546005 A1	16-01-2013	CN 102712031 A	03-10-2012
		EP 2546005 A1	16-01-2013
		JP 5734950 B2	17-06-2015
		JP W02012085961 A1	22-05-2014
		US 2013269408 A1	17-10-2013
		WO 2012085961 A1	28-06-2012
WO 2005016570 A1	24-02-2005	DE 10337929 A1	17-03-2005
		EP 1654078 A1	10-05-2006
		EP 1654079 A1	10-05-2006
		WO 2005016569 A1	24-02-2005
		WO 2005016570 A1	24-02-2005
WO 2013127425 A1	06-09-2013	CN 104302417 A	21-01-2015
		EP 2819794 A1	07-01-2015
		US 2016001351 A1	07-01-2016
		WO 2013127425 A1	06-09-2013
WO 2014082666 A1	05-06-2014	CN 104994970 A	21-10-2015
		EP 2925464 A1	07-10-2015
		US 2015377315 A1	31-12-2015
		WO 2014082666 A1	05-06-2014
FR 2782661 A1	03-03-2000	KEINE	
FR 2129921 A1	03-11-1972	KEINE	
GB 2486224 A	13-06-2012	DE 102011086125 A1	14-06-2012
		GB 2486224 A	13-06-2012

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 2014082666 A1 [0003]
- DE 4127453 C1 [0004]
- DE 3708978 A1 [0005]
- DE 102004022409 B4 [0006]