



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 720 666 A1

(51) Int. Cl.: B21C 37/29 (2006.01)  
B21D 19/08 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 000333/2023

(71) Anmelder:  
Ernst Grob AG, Rohrgasse 9  
8708 Männedorf (CH)

(22) Anmeldedatum: 27.03.2023

(72) Erfinder:  
Ekrem Kapkin, 8708 Männedorf (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.10.2024

(74) Vertreter:  
Frei Patentanwaltsbüro AG, Hagenholzstrasse 85  
8050 Zürich (CH)

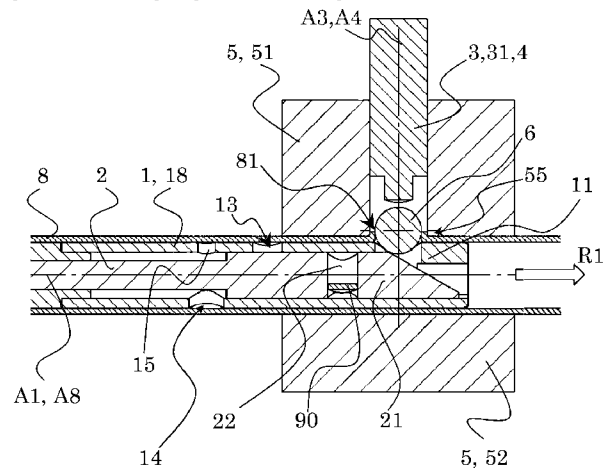
(54) AUSHALUNGSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM AUSHALSEN

(57) Das Verfahren zum Erstellen eines mit einer Aushalsung (81) versehenen Rohres (8), umfasst

- Einbringen eines ersten Werkzeugs (1), das eine Auslassöffnung aufweist, in das Rohr (8);
- Ausrichten relativ zueinander von erstem Werkzeug (1) und Rohr (8) zum Erreichen einer ersten Aushalspositionierung, in welcher die Auslassöffnung und ein erstes Vorloch in dem Rohr aufeinander ausgerichtet sind;
- Durchführen eines ersten Aushaltungsschrittes, in welchem zur Ausbildung der Aushalsung (81) das Rohr durch einen Kugelkörper (6) umgeformt wird.

Der erste Aushaltungsschritt beinhaltet: Verschieben relativ zueinander von einem zweiten Werkzeug (2), aufweisend einen Ausstoss-Stempel (21), und dem ersten Werkzeug (1) von einer Anfangspositionierung in eine Endpositionierung, so dass der Kugelkörper (6) eine Ausstossbewegung ausführt, bei der sich der Kugelkörper (6) aus einer Anfangslage herausbewegt und schliesslich eine Endlage erreicht. Die Anfangslage ist dadurch definiert, dass der Kugelkörper (6) zumindest überwiegend innerhalb des ersten Werkzeugs (1) angeordnet ist; und die Endlage ist dadurch definiert, dass der Kugelkörper (6) überwiegend ausserhalb des ersten Werkzeugs (1) angeordnet

ist. Nach dem Durchführen des ersten Aushaltungsschrittes umfasst das Verfahren weiter: Durchführen eines Rückführungsschrittes, in welchem der Kugelkörper (6) von der Endlage in die Anfangslage zurückbewegt wird.



**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Werkstückbearbeitung zum Erzeugen von Aushalsungen. Sie bezieht sich auf Vorrichtungen und Verfahren gemäss den Gattungsbegriffen der Patentansprüche bzw. auf Vorrichtungen und Verfahren, die bei der Erzeugung von Aushalsungen in Rohren Verwendung finden. Mit Aushalsungen versehene Rohre finden Anwendung beispielsweise im Fahrzeugbau, in der Verfahrenstechnik, in der Kühlttechnik, in der Wärmetechnik, insbesondere in der Solarthermie, in der Lebensmittelindustrie, in der chemischen Industrie, in der Luft- und Raumfahrt-technik.

[0002] Es ist bekannt, Aushalsungen an Rohren durch Umformen zu erzeugen, nämlich durch das Aufstellen eines Randes an einem Vorloch, das zuvor als eine Durchgangsöffnung in das Rohr, genauer: in die Rohrwandung, eingebracht wurde. Der aufgestellte Rand begrenzt ein Aushalungsloch.

[0003] Ein bekanntes Verfahren für das Aushalsen von Rohren ist das T-Drill-Verfahren. Dabei wird in einem ersten Schritt eine runde oder elliptische Durchgangsöffnung (Vorloch) in das zu halsende Rohr gefräst, und anschliessend wird mit zwei rotierenden Spreizstiften der Bereich rund um das Vorloch nach aussen gebogen.

[0004] Weiter ist auch das Halsen mithilfe von Kugeln bekannt. Dabei wird in einem ersten Schritt eine Durchgangsöffnung (Vorloch) in das auszuhalsende Rohr eingebracht. Dann wird das Rohr in einer Presse aufgenommen, und aussen am Rohr wird eine Matrize mit einer Matrizenöffnung so angebracht, dass die Matrizenöffnung über dem Loch positioniert ist. Dann presst ein Stempel der Presse eine in dem Rohr befindliche Kugel, typischerweise eine Stahlkugel, durch das Vorloch und durch die Matrizenöffnung, wodurch die Aushalsung geformt wird. Die Kugel befindet sich dann ausserhalb des Rohres und ausserhalb der Aushalsung. Falls in ein und dasselbe Rohr mehrere Aushalsungen einzubringen sind, muss die Kugel für jedes weitere Loch wieder neu in das Rohr eingebracht werden, oder es muss jeweils eine andere Kugel pro zu erzeugender Aushalsung in das Rohr eingebracht werden. Dies bedeutet, insbesondere bei langen Rohren, einen grossen Aufwand und somit auch Zeitverluste.

[0005] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, Vorrichtungen und Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, welche die oben genannten Nachteile nicht aufweisen. Insbesondere sollen Vorrichtungen und Verfahren geschaffen werden, die ein rasches Erzeugen von Aushalsungen ermöglichen, insbesondere bei langen Rohren und/oder wenn mehrere Aushalsungen in demselben Rohr zu erzeugen sind.

[0006] Eine weitere mögliche Aufgabe der Erfindung ist, das rasche Erzeugen einer Mehrzahl von Aushalsungen in einem Rohr zu ermöglichen.

[0007] Eine weitere mögliche Aufgabe der Erfindung ist, das Erzeugen von Aushalsungen mit hoher Präzision zu ermöglichen.

[0008] Eine weitere mögliche Aufgabe der Erfindung ist, das Erzeugen von Aushalsungen mit relativ wenigen Werkzeugen bzw. mit geringem apparativen Aufwand zu ermöglichen.

[0009] Mindestens eine dieser Aufgaben wird zumindest teilweise durch Vorrichtungen, Verfahren und Verwendungen gemäss den Patentansprüchen gelöst.

[0010] Der Erfinder hat erkannt, dass es von Vorteil sein kann, beim Aushalsen mithilfe von Kugeln die Kugel in einem Werkzeug innerhalb des auszuhalsenden Rohres zu transportieren und insbesondere die Kugel nach dem Erzeugen der Aushalsung wieder in das in dem Rohr befindliche Werkzeug zurückzuführen, so dass die Kugel mittels des Werkzeugs an eine weitere Aushalungsposition des Rohres zu transportiert werden kann, wo dann mittels der Kugel eine weitere Aushalsung erzeugt werden kann. Weiter hat der Erfinder erkannt, dass ein Zurückführen der Kugel erfolgen sollte, ohne dass dabei die (neu erzeugte) Aushalsung in störender Weise beschädigt würde.

[0011] Das Verfahren kann insbesondere ein **Verfahren** zum Erstellen eines mit einer **Aushalsung** versehenen **Rohres** sein, wobei durch das Rohr (insbesondere zumindest lokal) eine **Rohrachse** definiert sein kann, und wobei das Verfahren umfasst:

- Bereitstellen eines **ersten Werkzeugs**, das eine **Auslassöffnung** aufweist, wobei durch das erste Werkzeug (insbesondere zumindest lokal) eine Werkzeugachse definiert sein kann.

[0012] Das Rohr kann insbesondere einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen. Aber auch andere Rohrquerschnitte, beispielsweise ovale oder rechteckige, sind möglich.

[0013] Beispielsweise kann das erste Werkzeug eine **Werkzeugwandung** aufweisen und in der Werkzeugwandung die Auslassöffnung aufweisen. Die Auslassöffnung kann eine Durchgangsöffnung in der Werkzeugwandung sein.

[0014] Das erste Werkzeug kann weiter einen Anschlag aufweisen. Der Anschlag kann ein mechanischer Anschlag sein.

[0015] Das Verfahren kann weiter umfassen:

- Bereitstellen eines **zweiten Werkzeugs**, aufweisend einen **Ausstoss-Stempel**.

[0016] Das zweite Werkzeug kann zumindest teilweise innerhalb des ersten Werkzeugs angeordnet sein. Insbesondere kann zumindest der Ausstoss-Stempel innerhalb des ersten Werkzeugs angeordnet sein.

[0017] Insbesondere kann das erste Werkzeug eine **Führung** bilden für das zweite Werkzeug, insbesondere für das weiter unten beschriebene Verschieben relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug, insbesondere entlang der Werkzeugachse. Insbesondere kann eine Innenfläche des ersten Werkzeugs zur Führung desselben mit einer Aussenfläche des zweiten Werkzeugs zusammenwirken.

[0018] Der Ausstoss-Stempel kann beispielsweise eine **Schrägfläche** aufweisen. Insbesondere kann die Schrägfläche, wenn der Ausstoss-Stempel innerhalb des ersten Werkzeugs angeordnet ist und das zweite Werkzeug durch das erste Werkzeug geführt ist, schräg zur Werkzeugachse ausgerichtet sein. Insbesondere kann dann eine Flächennormale der Schrägfläche mit der Werkzeugachse einen spitzen Winkel bilden, beispielsweise einen Winkel zwischen 10° und 80°, insbesondere einen Winkel zwischen 20° und 75°, zum Beispiel einen Winkel zwischen 25° und 70°.

[0019] Die Schrägfläche kann eine planare Fläche sein. In anderen Ausführungsformen ist die Schrägfläche gekrümmt.

[0020] Der Ausstoss-Stempel kann beispielsweise ein Schrägstempel sein.

[0021] Das Verfahren kann weiter umfassen:

- Bereitstellen eines **Kugelkörpers**, beispielsweise einer Keramikugel oder einer Metallkugel, insbesondere einer Stahlkugel.

[0022] Das Verfahren kann weiter umfassen:

- **Einbringen** des ersten Werkzeugs in das Rohr.

[0023] Das Einbringen kann insbesondere ein Verschieben relativ zueinander von erstem Werkzeug und Rohr umfassen, insbesondere bei paralleler Ausrichtung (insbesondere bei zumindest lokal paralleler Ausrichtung) von Rohrachse und Werkzeugachse. Bei dem Einbringen kann das erste Werkzeug durch das Rohr geführt sein.

[0024] Das erste Werkzeug kann durch das Rohr geführt sein, insbesondere durch Zusammenwirken einer Aussenfläche des ersten Werkzeugs, insbesondere einer Aussenfläche der Werkzeugwandung, mit dem Rohr, genauer mit einer Innenfläche des Rohres.

[0025] Das Verfahren kann weiter umfassen:

- **Ausrichten** relativ zueinander von erstem Werkzeug und Rohr zum Erreichen einer **ersten Aushalspositionierung**, in welcher die Auslassöffnung und ein **erstes Vorloch** in dem Rohr aufeinander ausgerichtet sind, insbesondere wobei in der ersten Aushalspositionierung die Werkzeugachse parallel zur Rohrachse ausgerichtet sein kann (insbesondere zumindest lokal).

[0026] Das erste Vorloch kann, wie weiter unten beschrieben, durch das Verfahren in das Rohr eingebracht werden. Andererseits ist es auch möglich, in dem Verfahren ein Rohr zu bearbeiten (also die Aushalsung einzubringen), in das vorgängig, durch ein weiteres Verfahren, das erste Vorloch eingebracht wurde.

[0027] Insbesondere kann das Rohr eine Rohrwandung aufweisen, und das erste Vorloch kann eine Durchgangsöffnung in der Rohrwandung aufweisen, beispielsweise eine solche sein.

[0028] Allerdings ist der Begriff „Vorloch“ nicht so auszulegen, dass das Vorloch notwendigerweise eine Durchgangsöffnung in der Rohrwandung aufweisen muss. Vielmehr ist das „Vorloch“ zu verstehen als eine Loch-Vorstufe (genauer: **Aushalsungsloch-Vorstufe**), also als eine Vorstufe zu dem Loch der zu erzeugenden Aushalsung (Aushalsungsloch). Die Aushalsungsloch-Vorstufe kann also als eine Aushalsungsloch-Vorbereitung verstanden werden, und sie dient dazu, die Erzeugung des Aushalsungsloches zu vereinfachen.

[0029] Ausser der genannten Durchgangsöffnung in der Wandung des Rohres gibt es noch weitere mögliche Ausführungsformen des Vorlochs.

[0030] Beispielsweise kann das Vorloch einen **Sollbruchbereich** aufweisen. Dieser kann beispielsweise linienförmig sein oder auch flächig sein. Durch das Vorsehen eines Sollbruchbereichs kann ein komplettes oder teilweises Abtrennen von Material der Rohrwandung vom Rest der Rohrwandung, hervorgerufen durch die weiter unten beschriebene Ausstossbewegung des Kugelkörpers, vereinfacht und/oder gesteuert werden.

[0031] Zum Beispiel kann das Vorloch, insbesondere wenn es einen Sollbruchbereich umfasst, eine **Materialausdünnung** aufweisen, insbesondere eine Materialausdünnung in der Rohrwandung. Beispielsweise kann das Material der Rohrwandung in dem Bereich, in dem die Aushalsung zu erzeugen ist, entlang einer (zum Beispiel durchgezogenen oder auch

gestrichelten) Linie ausgedünnt sein. Die Linie kann zum Beispiel eine geschlossene Form, wie einen Kreis, ein Oval, eine Ellipse, beschreiben. Es ist auch möglich, dass das Material der Rohrwandung in dem Bereich, in dem die Aushalsung zu erzeugen ist, flächig ausgedünnt ist, beispielsweise in einen kreisflächenförmigen Bereich. Wenn in einem Bereich eine Materialausdünnung vorliegt, liegt dort eine geringere Materialstärke oder Materialdicke vor. Eine Materialausdünnung kann beispielsweise durch Stempeln mit einem Stempel erzeugt werden.

[0032] Das Vorloch kann eine **Perforation** aufweisen, insbesondere eine Perforation in der Rohrwandung. Die Perforation kann entlang einer Linie verlaufend sein, wobei die Linie zum Beispiel eine geschlossene Form, wie einen Kreis, ein Oval, eine Ellipse, beschreiben kann. Es ist auch möglich, dass das Material der Rohrwandung in dem Bereich, in dem die Aushalsung zu erzeugen ist, flächig perforiert ist (flächige Perforation), beispielsweise in einem kreisflächenförmigen Bereich. Die Perforation kann einerseits eine Sollbruchstelle darstellen und andererseits auch als Ansammlung mehrerer Durchgangsöffnungen angesehen werden. Das Ausrichten kann ein Verschieben beinhalten, insbesondere ein Verschieben relativ zueinander von erstem Werkzeug und Rohr, insbesondere bei paralleler Ausrichtung der Werkzeugachse zur Rohrachse. Das Ausrichten kann auch ein Rotieren relativ zueinander von erstem Werkzeug und Rohr beinhalten, insbesondere bezüglich der Werkzeugachse. Wenn, wie weiter unten beschrieben, vor dem Aushalsungsschritt ein Vorlocherzeugungsschritt durchgeführt wird, ist das Rotieren in der Regel nicht nötig. Entsprechend kann das Ausrichten das genannte Verschieben sein.

[0033] Wenn in der vorliegenden Anmeldung von Parallelität, paralleler Ausrichtung usw. die Rede ist, ist technische Parallelität gemeint, nicht Parallelität im streng mathematischen Sinne. Entsprechend gelten einige Grad Abweichung bzw. durch Spiel begründete Abweichungen immer noch als parallel.

[0034] Mit der Formulierung „relativ zueinander“ (in „Verschiebung relativ zueinander“, „Ausrichten relativ zueinander“ usw.) ist gemeint, dass mindestens eines der zwei Objekte entsprechend bewegt (verschoben, ausgerichtet usw.) wird. Es kann sich dafür also (i) nur das eine, oder (ii) nur das andere Objekt bewegen, oder es können sich dafür (iii) beide Objekte bewegen.

[0035] Die Erfindung ist nicht auf den Fall gerader (ungekrümmter) Rohre beschränkt, wie schon aus der gelegentlichen obigen Erwähnung von „zumindest lokaler“ Parallelität usw. hervorgeht. Sie kann auch bei gekrümmten Rohren angewendet werden. Beispielsweise können dafür das erste und das zweite Werkzeug flexibel ausgebildet sein. Die Rohrachse und die Werkzeugachse sind dann entsprechend lokal zu definieren.

[0036] In einigen Ausführungsformen ist die Werkzeugachse in der ersten Aushalspositionierung identisch mit der Rohrachse. Auch dies wieder im technischen Sinne. Also sind geringe Abweichungen, beispielsweise spielbedingte Abweichungen, möglich.

[0037] Dass die Auslassöffnung und das erste Vorloch aufeinander ausgerichtet sind, kann bedeuten, dass die Auslassöffnung und das erste Vorloch zueinander positioniert sind.

[0038] Insbesondere können die Auslassöffnung und das erste Vorloch axial und azimuthal aufeinander ausgerichtet sein. Die Begriffe **axial** und **azimuthal** sowie **radial** beziehen sich in dieser Anmeldung, sofern nichts anderes angegeben ist, auf die Werkzeugachse.

[0039] Beispielsweise kann das erste Vorloch in der ersten Aushalspositionierung über der Auslassöffnung liegen, und insbesondere können das erste Vorloch und die Auslassöffnung aneinander angrenzend sein. (Das Wort „über“ hat hier nichts mit der Orientierung im Schwerfeld zu tun.)

[0040] Das Verfahren kann weiter umfassen:

- **Durchführen** eines **ersten Aushalsungsschrittes**, in welchem zur Ausbildung der Aushalsung das Rohr durch den Kugelkörper umgeformt wird, insbesondere in einem **Verformungsbereich** um das erste Vorloch herum umgeformt wird, insbesondere plastisch umgeformt wird.

[0041] Dabei kann der **erste Aushalsungsschritt** beinhalten:

- Verschieben relativ zueinander von zweitem Werkzeug (und somit Ausstoss-Stempel) und erstem Werkzeug, insbesondere entlang der Werkzeugachse, von einer **Anfangspositionierung** in eine **Endpositionierung**, so dass der Kugelkörper - insbesondere aufgrund eines durch das Verschieben bewirkten gemeinsamen **Einwirkens** des Ausstoss-Stempels und des Anschlags auf den Kugelkörper - eine **Ausstossbewegung** ausführt, bei der sich der Kugelkörper aus einer **Anfangslage** herausbewegt und schliesslich eine **Endlage** erreicht.

[0042] Und die **Anfangslage** kann dabei dadurch definiert sein, dass der Kugelkörper zumindest überwiegend innerhalb des ersten Werkzeugs angeordnet ist, und die **Endlage** kann dadurch definiert sein, dass der Kugelkörper überwiegend ausserhalb des ersten Werkzeugs angeordnet ist.

[0043] Das Rohr kann also aufgrund der Ausstossbewegung umgeformt werden (durch den Kugelkörper), insbesondere plastisch verformt werden, und so kann die Aushalsung ausgebildet werden.

[0044] Der Kugelkörper kann bei der Ausstossbewegung von der Werkzeugachse weg bewegt werden.

[0045] Die Aushalsung kann senkrecht zur Rohrachse ausgerichtet sein.

[0046] Bei der Ausbildung der Aushalsung kann eine **Aushalsmatrize** verwendet werden. Insbesondere kann während des ersten Aushalungsschrittes das Vorloch zwischen der Auslassöffnung und der Aushalsmatrize angeordnet sein. Dadurch kann die Umformung des Rohrs besser definiert werden, insbesondere kann der Verformungsbereich dadurch begrenzt werden.

[0047] Die Aushalsmatrize kann beispielsweise in dem unten beschriebenen ersten Stützelement ausgebildet sein.

[0048] Die Aushalsmatrize kann in dem unten beschriebenen ersten Stützelement (der Stützvorrichtung) integriert sein.

[0049] Es kann auch vorgesehen sein, dass die Aushalsmatrize in einem **Aushalsmatrizeneinsatz** ausgebildet ist. Entsprechend kann die Stützvorrichtung, insbesondere das erste Stützelement, eine **Aufnahme** für den Aushalsmatrizeneinsatz aufweisen. Da die Aushalsmatrize Verschleiss unterliegt, kann es sich lohnen, eine Aufnahme für Aushalsmatrizeneinsätze vorzusehen und auswechselbare Aushalsmatrizeneinsätze zu verwenden. Ausserdem kann das Vorsehen auswechselbarer Aushalsmatrizeneinsätze die Vorrichtung flexibler machen, insbesondere einfacher an sich ändernde Anforderungen anpassbar machen.

[0050] Zum Ausführen der Ausstossbewegung kann von dem Ausstoss-Stempel eine Kraft auf den Kugelkörper ausgeübt werden.

[0051] Durch das Verschieben relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug kann die Ausstossbewegung bewirkt werden. Insbesondere kann dafür das zweite Werkzeug, insbesondere der Ausstoss-Stempel bzw. dessen Schrägfläche, auf den Kugelkörper einwirken.

[0052] Insbesondere kann das Verschieben ein gemeinsames Einwirken des Ausstoss-Stempels und des Anschlags auf den Kugelkörper bewirken, so dass der Kugelkörper die Ausstossbewegung ausführt.

[0053] Das Einwirken kann beispielsweise ein Kraftausüben sein; der Kugelkörper kann durch das Einwirken beschleunigt werden.

[0054] Das Einwirken kann Schieben, Drücken oder Stossen beinhalten.

[0055] Zum Ausführen der Ausstossbewegung kann der Kugelkörper beispielsweise von dem Ausstoss-Stempel beschleunigt werden.

[0056] Der Kugelkörper kann während der Ausstossbewegung zumindest zeitweise von dem Ausstoss-Stempel und/oder dem Anschlag geführt werden.

[0057] In der Anfangslage kann der Kugelkörper, zumindest überwiegend, in einem **Aufnahmebereich** angeordnet sein, der in dem ersten Werkzeug ausgebildet ist.

[0058] Das Verfahren kann, nach dem Durchführen des ersten Aushalungsschrittes, weiter umfassen:

- **Durchführen eines Rückführungsschrittes**, in welchem der Kugelkörper von der Endlage in die Anfangslage zurückbewegt wird.

[0059] Durch den Rückführungsschritt kann also bewirkt werden, dass sich der Kugelkörper nach dem ersten Aushalungsschritt wieder, zumindest überwiegend, in dem Aufnahmebereich des ersten Werkzeugs befindet. Der Kugelkörper kann also wieder, zumindest zum überwiegenden Teil, in das erste Werkzeug zurückgeführt werden.

[0060] Dadurch steht der Kugelkörper für anschliessende weitere Aushalungsschritte zur Verfügung, wodurch das Erzeugen mehrere Aushalsungen in ein und demselben Rohr in kurzer Zeit ermöglicht wird. Zeitraubendes Verschieben des ersten Werkzeugs über lange Strecken innerhalb des Rohres zum Wiedereinbringen des Kugelkörpers (oder zum Einbringen eines anderen Kugelkörpers) kann vermieden werden.

[0061] Insbesondere kann der Rückführungsschritt beinhalten, dass der Kugelkörper durch die Aushalsung von der Endlage in die Anfangslage zurückbewegt wird. Der Kugelkörper kann also direkt, also auf direktem Wege, von der Endlage in die Anfangslage zurückbewegt werden. Der Rückführungsschritt kann also durchgeführt werden, ohne dass der Kugelkörper durch eine von der Aushalsung verschiedene Öffnung des ersten Werkzeugs in das erste Werkzeug hineinbewegt wird (genauer: in die Anfangslage zurückbewegt wird).

[0062] Wie aus dem obigen bereits hervorgeht, kann die Anfangslage zu Beginn der Ausstossbewegung (leicht) verschieden sein von der Anfangslage am Ende des Rückführungsschrittes. Der Definition der Anfangslage folgend ist der Kugelkörper in jeder Anfangslage zumindest überwiegend innerhalb des ersten Werkzeugs angeordnet. Ein Aufnahmebereich des ersten Werkzeugs benötigt Spiel für den Kugelkörper.

[0063] Es ist möglich, mehrere Aushalsungen gleichzeitig zu erzeugen, mit ein und demselben ersten Werkzeug und ein und demselben zweiten Werkzeug. Dafür können beispielsweise im ersten Werkzeug mehrere Auslassöffnungen vorgesehen sein sowie im zweiten Werkzeug mehrere Aufnahmeöffnungen. jeweils für einen von mehreren Kugelkörpern Durch

das beschriebene Verschieben relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug von einer Anfangspositionierung in eine Endpositionierung, kann dann bewirkt werden, dass jeder der Kugelnkörper eine Ausstossbewegung ausführt und entsprechend jeweils eine Aushaltung erzeugt. Auch die anderen Aspekte (siehe unten) lassen sich in ähnlicher Weise vervielfachen, zum Beispiel das Vorsehen mehrerer Rückführvorrichtungen und mehrerer dritter Werkzeuge (Rückführvorrichtungen und dritte Werkzeuge sind weiter unten beschrieben) usw., beispielsweise alle in ein und derselben Stützvorrichtung. Und es können auch in ein und derselben Stützvorrichtung mehrere Aufnahmen für Aushalmsmatrizeinsätze vorgesehen sein.

[0064] In Ausführungsformen wird der **Rückführungsschritt** durch eine **Rückführvorrichtung** bewirkt. Die Rückführvorrichtung kann ein **Rückführelement** aufweisen. Dieses kann insbesondere mit dem weiter unten beschriebenen dritten Werkzeug identisch sein. Das Werkzeug, mit dem das Vorloch erzeugt wird, wird dann auch für das Zurückführen des Kugelnkörpers benutzt. Alternativ ist das Rückführelement nicht identisch mit dem dritten Werkzeug.

[0065] Der Rückführungsschritt kann insbesondere beinhalten:

- Einwirken des Rückführelementes auf den Kugelnkörper zum Bewirken des Rückführungsschrittes.

[0066] Insbesondere kann dabei das Rückführelement eine **Rückführbewegung** ausführen und dabei auf den Kugelnkörper einwirken, so dass der Rückführungsschritt bewirkt wird. Beispielsweise kann das Rückführelement aufgrund der Rückführbewegung eine Kraft auf den Kugelnkörper ausüben, durch welche der Rückführungsschritt bewirkt wird.

[0067] Zum Bewirken Rückführungsschrittes bzw. der Rückführbewegung kann das Rückführelement auf das Rohr zu oder auf die Rohrachse zu bewegt werden. Das muss nicht senkrecht zur Rohrachse erfolgen, kann es aber; und das muss auch nicht zentral zur Rohrachse erfolgen, kann es aber.

[0068] Die Rückführbewegung kann beispielsweise eine Bewegung auf das Rohr zu, insbesondere auf die Rohrachse zu sein.

[0069] Die Rückführbewegung kann beispielsweise eine lineare Bewegung sein.

[0070] Das genannte Einwirken des Rückführelementes auf den Kugelnkörper kann beispielsweise ein Kraftausüben sein; der Kugelnkörper kann dadurch beschleunigt werden. Das genannte Einwirken kann beispielsweise Schieben, Drücken oder Stossen beinhalten.

[0071] In Ausführungsformen ist das Rückführelement bei der Rückführbewegung durch eine Führung geführt, insbesondere senkrecht zur Rohrachse und/oder senkrecht zur Werkzeugachse geführt, oder parallel zu einer solchen senkrechten Ausrichtung. Diese Führung kann insbesondere in dem unten beschriebenen ersten Stützelement (der Stützvorrichtung) ausgebildet sein; sie kann zum Beispiel darin integriert sein. Das erste Stützelement kann also eine Führung für das Rückführelement bilden.

[0072] Während der Ausstossbewegung kann die erste Aushalmspositionierung beibehalten werden.

[0073] Während der Rückführungsschrittes kann die erste Aushalmspositionierung beibehalten werden.

[0074] In einigen Ausführungsformen weist die Rückführvorrichtung einen **Antrieb** für das Rückführelement, insbesondere einen Antrieb zum Erzeugen der Rückführbewegung, und einen **Energiespeicher** zum Betreiben des Antriebs auf. Dabei kann der Kugelnkörper bei der Ausstossbewegung das Rückführelement bewegen, insbesondere verschieben. Und insbesondere kann durch das Bewegen bzw. Verschieben des Rückführelementes der Energiespeicher mit **Energie** aufgeladen werden. Der Energiespeicher kann also in wiederaufladbarer Energiespeicher sein, insbesondere ein wiederaufladbarer Energiespeicher für mechanische Energie. Desweiteren kann vorgesehen sein, dass diese aus der Ausstossbewegung stammende Energie zum Betreiben des Antriebs zur Durchführung der Rückführbewegung verwendet wird. Auf eine solche Weise kann das Verfahren und die zugehörige Vorrichtung vereinfacht werden und/oder es kann auf die Verwendung einer zusätzlichen Energiequelle für die Erzeugung der Rückführbewegung verzichtet werden. Vor allem kann auf diese Weise ein selbsttätiges (automatisches) Durchführen der Rückführbewegung und des Rückführungsschrittes realisiert werden. Beispielsweise kann der Kugelnkörper in diesem Fall selbsttätig von der Rückführvorrichtung in die Anfangslage zurückbewegt werden, insbesondere sobald es dem Kugelnkörper ermöglicht ist, wieder im zweiten Werkzeug, insbesondere im Aufnahmebereich, aufgenommen zu werden bzw. in die Anfangslage zu gelangen, was insbesondere durch ein erneutes Verschieben relativ zueinander von zweitem und erstem Werkzeug bewirkt werden kann, insbesondere in entgegengesetztem Sinne wie bei dem vorgenannten Verschieben relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug von der Anfangspositionierung in die Endpositionierung.

[0075] Insbesondere kann der Energiespeicher eine mechanische Feder, beispielsweise eine Druckfeder bzw. eine Schraubenfeder, oder einen fluidgefüllten insbesondere gasgefüllten Kolben aufweisen. Durch das Verschieben des Rückführelementes kann also beispielsweise die Feder komprimiert und dadurch eine Vorspannung in der Feder erzeugt werden, durch die das Rückführelement (unter Abbau der Vorspannung) zur Ausführung der Rückführbewegung angetrieben wird. Bzw. durch das Verschieben des Rückführelementes kann das Fluid in dem Kolben komprimiert werden und dadurch ein Druck in dem Fluid erzeugt werden, durch den dann das Rückführelement (unter Abbau des Drucks; zur Ausführung der Rückführbewegung angetrieben wird.

[0076] Insbesondere in diesen Ausführungsformen, aber auch sonst, kann das Rückführelement eine Durchlassöffnung für das weiter unten beschriebene dritte Werkzeug auf. So kann das dritte Werkzeug zur Erzeugung des ersten Vorlochs (und weiterer Vorlöcher) durch das Rückführelement hindurchgeführt werden. Das Rückführelement kann beispielsweise ringförmig sein. Insbesondere kann das Rückführelement eine Durchlassöffnung aufweisen, durch welche zumindest ein Teil des dritten Werkzeugs bewegbar ist; dann kann das dritte Werkzeug bzw. der Teil zum Erzeugen des ersten Vorlochs (das Wirkende des dritten Werkzeugs) durch die Durchlassöffnung hindurch bewegt werden.

[0077] In anderen Ausführungsformen ist das Rückführelement mit dem weiter unten beschriebenen dritten Werkzeug identisch. Und weiter kann ein Antrieb der Rückführvorrichtung zum Erzeugen der Rückführbewegung identisch sein mit einem Antrieb für das weiter unten beschriebene dritte Werkzeug, insbesondere mit einem Antrieb für das weiter unten beschriebenen Erzeugen des ersten Vorlochs mittels des dritten Werkzeugs.

[0078] In noch anderen Ausführungsformen wird das Rückführelement durch einen separaten Antrieb zur Ausführung des Rückführbewegung angetrieben, der insbesondere auch separat mit Energie versorgt werden kann. Beispielsweise kann das Rückführelement pneumatisch, hydraulisch, magnetisch oder durch einen Elektromotor angetrieben sein.

[0079] In Ausführungsformen umfasst das Verfahren, nach dem Bewirken der Ausstossbewegung, vor dem Bewirken der Rückführbewegung:

- **Verschieben** relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug insbesondere entlang der Rohrachse, und/oder insbesondere in entgegengesetztem Sinne wie bei dem vorgenannten Verschieben relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug von der Anfangspositionierung in die Endpositionierung.

[0080] Dadurch kann von dem zweiten Werkzeug Platz für den Kugelkörper in dem ersten Werkzeug freigegeben werden, insbesondere im Aufnahmebereich. Denn es kann möglich sein, dass nach dem Bewirken der Ausstossbewegung Platz, den der Kugelkörper in der Anfangslage einnimmt, von dem zweiten Werkzeug zumindest teilweise eingenommen wird bzw. durch das zweite Werkzeug zumindest teilweise blockiert ist.

[0081] In Ausführungsformen ist der Kugelkörper in der Endlage mit dem Rohr, insbesondere mit der ersten Aushalsung, in Berührung. Das kann ein Durchführen des Rückführungsschrittes ohne Hervorrufen störender Beschädigungen der ersten Aushalsung vereinfachen.

[0082] In Ausführungsformen ist der Kugelkörper in der Endlage durch das Rohr gehalten, insbesondere kraft- und/oder formschlüssig mit dem Rohr verbunden. Dadurch kann es möglich sein, auf zusätzliche Massnahmen (wie zum Beispiel auf die weiter unten beschriebenen) zum Begrenzen einer Entfernung (Distanz) des Kugelkörpers von der Rohrachse in der Endlage zu verzichten. Wenn allerdings Aushalsungen zu erzeugen sind, die an ihrem äusseren Ende keine oder nur eine geringe Durchmessererringerung aufweisen, ist diese Ausführungsform nur begrenzt geeignet.

[0083] In anderen Ausführungsformen bewegt sich der Kugelkörper bei dem ersten Aushaltungsschritt so weit durch die erste Aushaltung, dass in der Endlage der Mittelpunkt des Kugelkörpers weiter von der Rohrachse entfernt ist als ein äusseres **Ende** der Aushaltung. Diese Ausführungsformen sind geeignet zum Erzeugen von Aushaltungen, die an ihrem äusseren Ende keine oder nur eine geringe Durchmessererringerung aufweisen sollen. Allerdings besteht ohne zusätzliche Massnahmen die Gefahr, dass, beispielsweise aufgrund von Materialtoleranzen oder Maschinentoleranzen, der Kugelkörper in der Endlage eine unvorhergesehene Position einnimmt und/oder dass beim Durchführen des Rückführungsschrittes störende Beschädigungen der ersten Aushaltung auftreten.

[0084] Hier sind Beispiele für die erwähnten zusätzlichen Massnahmen angegeben:

Das Verfahren kann weiter umfassen:

- Bilden einer **Begrenzung** für die Endlage.

[0085] Die möglichen Endlagen können also begrenzt werden. Insbesondere kann sichergestellt werden, dass eine Entfernung des Kugelkörpers von der Rohrachse in der Endlage einen Maximalwert nicht überschreitet.

[0086] Zum Beispiel kann die Begrenzung durch die Rückführvorrichtung gebildet werden. Beispielsweise kann das Bilden einer Begrenzung für die Endlage beinhalten:

- Vorsehen eines **Anschlags** für das Rückführelement, insbesondere eines mechanischen Anschlags für das Rückführelement.

[0087] Ein Rückführelement, das ohnehin schon vorgesehen ist (im Zusammenhang mit dem Rückführungsschritt), kann auf diese Weise auch noch die vorgenannten Probleme beseitigen.

[0088] Diese Begrenzung (durch den Anschlag für das Rückführelement) kann insbesondere zum Tragen kommen, wenn am Ende der Ausstossbewegung das Rückführelement an dem Anschlag ansteht und der Kugelkörper an dem Rückführelement ansteht.

[0089] Die Endlage, bei der die Entfernung des Kugelkörpers von der Rohrachse nach oben begrenzt ist, also den Maximalwert annimmt, kann also beispielsweise dann vorliegen, wenn das Rückführelement mit dem Anschlag in Kontakt kommt und der Kugelkörper mit dem Rückführelement in Kontakt kommt.

[0090] In einem anderen Beispiel beinhaltet das Bilden einer Begrenzung für die Endlage:

- vor Beendigung des ersten Aushaltungsschrittes: **Positionieren** eines **Stop-Werkzeugs** in einer **Stop-Position**.

[0091] Diese Begrenzung (durch das Stop-Werkzeug in der Stop-Position) kann insbesondere zum Tragen kommen, wenn am Ende der Ausstossbewegung der Kugelkörper an dem Stop-Werkzeug ansteht.

[0092] In manchen Ausführungsformen ist das Stop-Werkzeug mit dem Rückführelement identisch, insbesondere wenn die Rückführvorrichtung keinen Energiespeicher aufweist, der durch den Kugelkörper bei der Ausstossbewegung mit Energie aufgeladen würde.

[0093] In manchen Ausführungsformen ist das Stop-Werkzeug mit dem weiter unten beschriebenen dritten Werkzeug identisch.

[0094] Das dritte Werkzeug, das ohnehin schon vorgesehen sein kann (im Zusammenhang mit dem Erzeugen des Vorlochs), kann auf diese Weise auch noch die vorgenannten Probleme beseitigen.

[0095] Aufgrund von Fertigungstoleranzen, z.B. des Rohres oder auch der Werkzeuge oder auch der Antriebe der Werkzeuge, kann es vorkommen, dass bei nominell gleichen Bedingungen verschiedene Endlagen erreicht werden und dass, wenn keine Begrenzung für die Endlage gebildet wird, der Kugelkörper (zumindest in manchen Fällen) nach dem ersten Aushaltungsschritt in eine Position kommt, aufgrund der der Rückführungsschritt mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer störenden Beschädigung der ersten Aushaltung führt.

[0096] Insbesondere wenn das zweite Werkzeug sehr schnell von der Anfangspositionierung in die Endpositionierung verschoben wird, was zu einem schnellen und damit ökonomischen Durchführen des Verfahrens beitragen kann, kann darum das Bilden einer Begrenzung für die Endlage von Vorteil sein, sei es durch den Anschlag für das Rückführelement oder durch das Positionieren eines Stop-Werkzeugs in einer Stop-Position.

[0097] Es kann also, anderen Worten, eine Begrenzung für die Ausstossbewegung gebildet werden.

[0098] Zum Beispiel kann die Endlage nicht weiter von der Anfangslage entfernt sein als es die Begrenzung zulässt.

[0099] Das Bilden der Begrenzung für die Endlage kann also verhindern helfen, dass der Kugelkörper in eine Endlage bewegt wird, bei der in dem Rückführungsschritt eine störende Beschädigung der ersten Aushaltung zu erwarten ist.

[0100] Es kann erreicht werden, dass mit hoher Prozessicherheit von dem Kugelkörper eine solche Endlage eingenommen wird, bei der bei dem Rückführungsschritt mit grosser Wahrscheinlichkeit keine störenden Beschädigungen an der Aushaltung auftreten.

[0101] In Ausführungsformen umfasst das Verfahren weiter:

- Bereitstellen eines **dritten Werkzeugs**, das optional mit dem Rückführelement identisch ist; sowie

vor dem ersten Aushaltungsschritt:

- Durchführen eines **Vorlocherzeugungsschrittes** zur Erzeugung des ersten Vorlochs;

wobei das Durchführen des Vorlocherzeugungsschrittes umfasst:

- **Erzeugen** des ersten Vorlochs mittels des dritten Werkzeugs.

[0102] Auf diese Weise kann in demselben Verfahren bzw. mit derselben Vorrichtung die Vorlocherzeugung und das Aushalten stattfinden.

[0103] Das erste Vorloch kann, wie bereits erwähnt, insbesondere eine Durchgangsöffnung in einer Wandung des Rohres aufweisen und insbesondere eine solche sein.

[0104] Insbesondere kann während des Vorlocherzeugungsschrittes das erste Werkzeug relativ zum Rohr in einer **Lochungspositionierung** positioniert sein. Die Lochungspositionierung ist dabei in der Regel verschieden von der ersten Aushaltspositionierung.

[0105] Das Verfahren kann entsprechend, vor dem Vorlocherzeugungsschritt, einen **Ausrichtungsschritt** umfassen, in welchem das erste Werkzeug und das Rohr zum Erreichen der Lochungspositionierung relativ zueinander bewegt werden. Der Ausrichtungsschritt kann ein Verschieben beinhalten, insbesondere ein Verschieben relativ zueinander von erstem Werkzeug und Rohr, insbesondere bei paralleler Ausrichtung von Werkzeugachse und Rohrachse. Insbesondere kann der Ausrichtungsschritt genau diesem Verschieben relativ zueinander entsprechen.

[0106] Insbesondere im Zusammenhang mit dem Vorlocherzeugungsschritt kann das erste Werkzeug eine **Lochungsöffnung** aufweisen. In der Lochungspositionierung können die Lochungsöffnung und das dritte Werkzeug aufeinander ausgerichtet sein, insbesondere so, dass während des Vorlocherzeugungsschrittes die Lochungsöffnung mit dem dritten Werkzeug zusammenwirkt, beispielsweise so, dass ein **Wirkende** des dritten Werkzeugs während des Vorlocherzeugungsschrittes in die Lochungsöffnung eindringt. Dies kann insbesondere vorteilhaft sein, wenn das Vorloch eine Durchgangsöffnung in der Rohrwandung ist oder umfasst.

[0107] In Ausführungsformen sind die Lochungsöffnung und die Auslassöffnung bezüglich der Werkzeugachse azimuthal gleich ausgerichtet. Mit anderen Worten: Ein Zentralpunkt der Lochungsöffnung und ein Zentralpunkt der Auslassöffnung liegen zusammen mit der Werkzeugachse in einer Ebene.

[0108] Als Zentralpunkt einer Form gilt der Schwerpunkt der Form. Bei kreisförmigen Öffnungen ist der Zentralpunkt der Mittelpunkt.

[0109] In Ausführungsformen weist das erste Werkzeug eine Werkzeugwandung auf sowie in der Werkzeugwandung die Lochungsöffnung; insbesondere kann die Lochungsöffnung eine Durchgangsöffnung in der Werkzeugwandung sein.

[0110] Es kann das Verfahren stark vereinfachen, wenn zwischen der Vorlocherzeugung und dem Ausbilden der zugehörigen Aushalsung ist keine Repositionierung des Rohres nötig ist. Auf diese Weise kann die Erzeugung von Aushalsungen schnell und/oder mit hoher Präzision stattfinden, aufgrund sehr guter Übereinstimmung von Aushalungsposition und Vorlochposition. Optional kann dafür das dritte Werkzeug identisch sein mit dem Rückführelement, es kann aber beispielsweise auch ein anderes Rückführelement vorgesehen sein, insbesondere eines, das eine Durchlassöffnung für das dritte Werkzeug bzw. für dessen Wirkende aufweist. Das Rohr kann beispielsweise vom Beginn des Vorlocherzeugungsschrittes bis zum Ende des ersten Aushalungsschrittes von der Stützvorrichtung gestützt bleiben, zum Beispiel zwischen den weiter unten beschriebenen Stützelementen eingeklemmt sein. Erst wenn an einer anderen Stelle eine weitere Aushalsung ausgebildet werden soll, öffnet sich die Stützvorrichtung, um ein Repositionieren des Rohres (typischerweise beinhaltend ein Verschieben, insbesondere im wesentlichen entlang der Rohrachse) gegenüber der Stützvorrichtung zu ermöglichen, um dann an der genannten anderen Stelle ein zweites Vorloch erzeugen zu können und dort danach dann auch eine zweite Aushalsung zu erzeugen. Dafür kann ein Abstand zwischen den unten erwähnten Stützelementen vergrößert werden, zum Beispiel können die weiter unten beschriebenen Stützelemente voneinander weg bewegt werden, um dem Repositionieren des Rohres genug Raum zu geben. Die erzeugte Aushalsung steht ja radial nach aussen vor und muss bei einem Verschieben des Rohres, typischerweise im wesentlichen entlang der Rohrachse, Platz innerhalb der Stützvorrichtung bzw. zwischen den Stützelementen haben.

[0111] In Ausführungsformen ist das dritte Werkzeug während Vorlocherzeugungsschrittes durch eine **Führung** geführt, insbesondere senkrecht zur Rohrachse und/oder senkrecht zur Werkzeugachse geführt, oder parallel zu einer solchen senkrechten Ausrichtung. Diese Führung kann insbesondere in dem unten beschriebenen ersten Stützelement (der Stützvorrichtung) ausgebildet sein; sie kann in dem unten beschriebenen ersten Stützelement (der Stützvorrichtung) integriert sein. Das erste Stützelement kann also eine Führung für das dritte Werkzeug bilden.

[0112] In Ausführungsformen ist das zweite Werkzeug während des Vorlocherzeugungsschrittes relativ zum ersten Werkzeug in der Anfangspositionierung positioniert.

[0113] In anderen Ausführungsformen ist das zweite Werkzeug während des Vorlocherzeugungsschrittes relativ zum ersten Werkzeug in einer anderen Positionierung positioniert und wird nach Beendigung des Vorlocherzeugungsschrittes von dieser anderen Position in die Anfangspositionierung gebracht, insbesondere durch Verschieben relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug, insbesondere entlang der Werkzeugachse.

[0114] Das bereits oben erwähnte Ausrichten relativ zueinander von erstem Werkzeug und Rohr zum Erreichen einer ersten Aushalspositionierung kann insbesondere nach dem Vorlocherzeugungsschritt erfolgen, und zwar beispielsweise ausgehend von der Lochungspositionierung.

[0115] In einigen Ausführungsformen erfolgt das Erzeugen des ersten Vorlochs durch Laserschneiden, insbesondere wenn das Vorloch eine Durchgangsöffnung oder eine Perforation in der Rohrwandung ist.

[0116] In einigen Ausführungsformen erfolgt das Erzeugen des ersten Vorlochs durch Wasserstrahlschneiden, insbesondere wenn das Vorloch eine Durchgangsöffnung oder eine Perforation in der Rohrwandung ist.

[0117] In einigen Ausführungsformen erfolgt das Erzeugen des ersten Vorlochs durch Bohren, insbesondere wenn das Vorloch eine Durchgangsöffnung oder eine Perforation in der Rohrwandung ist. Bohren mit einem Bohrwerkzeug kann vorteilhaft sein, beispielsweise weil das Bohrwerkzeug recht gut zum Bewirken des Rückführungsschrittes geeignet sein kann und auch zum Bilden der Begrenzung für die Endlage des Kugelkörpers bzw. als Rückführstempel.

[0118] In einigen Ausführungsformen erfolgt das Erzeugen des ersten Vorlochs durch Fräsen. Fräsen mit einem Fräs-  
werkzeug kann vorteilhaft sein, beispielsweise weil das Fräs-  
werkzeug recht gut zum Bewirken des Rückführungsschritts  
geeignet sein kann und auch zum Bilden der Begrenzung für die Endlage des Kugelkörpers bzw. als Rückführstempel.

[0119] In einigen Ausführungsformen erfolgt das Erzeugen des ersten Vorlochs durch Stanzen insbesondere wenn das  
Vorloch eine Durchgangsöffnung oder eine Perforation in der Rohrwandung ist. Stanzen mit einem Stanzwerkzeug kann  
vorteilhaft sein, beispielsweise weil das Stanzwerkzeug recht gut zum Bewirken des Rückführungsschritts geeignet sein  
kann und auch zum Bilden der Begrenzung für die Endlage des Kugelkörpers bzw. als Rückführstempel. Und durch ge-  
eignete Wahl der Form des Stanzwerkzeuges können auf einfache Weise verschiedenste Vorlochformen, insbesondere  
Stanzbutzenformen erzeugt werden, wie kreisrunde Formen oder verschiedenste ovale oder elliptische Formen.

[0120] Im Zusammenhang mit dem Vorlocherzeugungsschritt kann vorgesehen sein, insbesondere wenn das Vorloch  
eine Durchgangsöffnung in der Rohrwandung ist, dass

- das erste Werkzeug die bereits erwähnte **Lochungsöffnung** aufweist;
- das zweite Werkzeug eine **Aufnahmeöffnung** aufweist;
- während des Vorlocherzeugungsschrittes das zweite Werkzeug relativ zum ersten Werkzeug in einer **Aufnahme-  
positionierung** positioniert ist, in welcher die Lochungsöffnung und die Aufnahmeöffnung aufeinander ausgerich-  
tet sind;
- das dritte Werkzeug ein **Stanzwerkzeug** ist; und

dass das Erzeugen des ersten Vorlochs mittels des dritten Werkzeugs ein **Stanzen** des Rohres mittels des Stanzwerk-  
zeugs beinhaltet, bei dem die Lochungsöffnung als **Stanzmatrize** wirkt und ein bei dem Erzeugen des ersten Vorlochs  
erzeugter **Stanzbutzen** in der Aufnahmeöffnung aufgenommen wird.

[0121] Auf diese Weise wirkt das erste Werkzeug als Stanzmatrize für die Vorlocherzeugung, und ausserdem kann das  
erste Werkzeug zusammen mit dem zweiten Werkzeug dem Aufnehmen und Aufbewahren von Stanzbutzen dienen. Letz-  
teres ermöglicht ein rasches Erzeugen einer Vielzahl von Vorlöchern und Aushalsungen; und die Stanzbutzen können  
kontrolliert und effizient entsorgt werden (siehe auch unten), denn in der Aufnahmeöffnung können dann mehrere Stanz-  
butzen aufgenommen werden, bevor sie aus dem ersten Werkzeug entfernt werden.

[0122] Dass die Lochungsöffnung und die Aufnahmeöffnung aufeinander ausgerichtet sind, kann bedeuten, dass die  
Lochungsöffnung und die Aufnahmeöffnung zueinander positioniert sind.

[0123] Insbesondere können die Lochungsöffnung und die Aufnahmeöffnung axial und azimuthal aufeinander ausgerichtet  
sein.

[0124] Beispielsweise kann die Lochungsöffnung in der Aufnahmepositionierung über der Aufnahmeöffnung liegen, und  
insbesondere können die Lochungsöffnung und die Aufnahmeöffnung aneinander angrenzend sein. (Das Wort „über“ hat  
hier nichts mit der Orientierung im Schwerfeld zu tun.)

[0125] Im Zusammenhang mit dem Stanzen bzw. Stanzwerkzeug kann das erste Werkzeug eine **Entsorgungsöffnung**  
aufweisen, wobei das Verfahren, nach dem Vorlocherzeugungsschritt, weiter umfassen kann:

- Ausrichten relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug zum Erreichen einer **Herauslassposi-  
tionierung**, in welcher die Entsorgungsöffnung und die Aufnahmeöffnung aufeinander ausgerichtet sind;
- Durchführen eines **Butzenentsorgungsschrittes**, bei dem der Stanzbutzen die Aufnahmeöffnung verlässt und  
durch die Entsorgungsöffnung das erste Werkzeug verlässt.

[0126] Auf diese Weise kann der Stanzbutzen kontrolliert und effizient entsorgt werden, und wenn die Aufnahmeöffnung  
mehrere Stanzbutzen aufnehmen kann, können diese in dem Butzenentsorgungsschritt gemeinsam entsorgt werden bzw.  
das erste Werkzeug verlassen. Eine einfache und effiziente Entsorgung, gegebenenfalls unter Ausnutzung der Gravitation,  
kann ermöglicht werden.

[0127] Bei dem Butzenentsorgungsschritt kann der Stanzbutzen auch das Rohr verlassen. Beispielsweise können das  
erste Werkzeug und das Rohr vorgängig relativ zueinander so verschoben werden, dass die Entsorgungsöffnung oder  
sogar das ganze erste Werkzeug ausserhalb des Rohres angeordnet ist.

[0128] Das Ausrichten relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug zum Erreichen einer Herauslass-  
positionierung kann ein Verschieben des zweiten Werkzeugs (insbesondere entlang der Werkzeugachse) und/oder ein  
Verschieben des ersten Werkzeugs (insbesondere entlang der Werkzeugachse) beinhalten.

[0129] Die Aufnahmeöffnung kann eine durch das zweite Werkzeug hindurchgehende Öffnung (Durchgangsöffnung) sein. Auf diese Weise können Stanzbutzen an dem einen Ende der Aufnahmeöffnung (z.B. oben) eingebracht werden und die Aufnahmeöffnung an dem anderen Ende (z.B. unten) verlassen, insbesondere gravitationsunterstützt.

[0130] Dass die Entsorgungsöffnung und die Aufnahmeöffnung aufeinander ausgerichtet sind, kann bedeuten, dass die Entsorgungsöffnung und die Aufnahmeöffnung zueinander positioniert sind. Insbesondere können die Entsorgungsöffnung und die Aufnahmeöffnung axial und azimuthal aufeinander ausgerichtet sein.

[0131] Beispielsweise kann die Entsorgungsöffnung in der Herauslasspositionierung über der Aufnahmeöffnung liegen, und insbesondere können die Entsorgungsöffnung und die Aufnahmeöffnung aneinander angrenzend sein. (Das Wort „über“ hat hier nichts mit der Orientierung im Schwerfeld zu tun.)

[0132] Die Entsorgungsöffnung kann eine Durchgangsöffnung in der Werkzeugwandung sein.

[0133] Das Verfahren kann weiter umfassen ein Ausrichten relativ zueinander von erstem Werkzeug und Rohr zum Erreichen einer **Entsorgungspositionierung**, Zum Beispiel kann das erste Werkzeug so zum Rohr positioniert werden, dass die Entsorgungsöffnung ausserhalb des Rohrs angeordnet ist.

[0134] Im Zusammenhang mit der Entsorgungsöffnung und dem Butzenentsorgungsschritt kann in erstem Werkzeug eine **Hilfsöffnung** vorgesehen sein. Diese kann den Butzenentsorgungsschritt vereinfachen, insbesondere indem Luft oder ein anderes Gas durch die Hilfsöffnung in die Aufnahmeöffnung einströmen kann bzw. eingeströmt wird. Die Hilfsöffnung kann insbesondere bezüglich einer axialen Koordinate nahe der Entsorgungsöffnung angeordnet und bezüglich einer azimuthalen Koordinate von der Entsorgungsöffnung verschieden angeordnet sein, insbesondere bezüglich der Werkzeugachse gegenüber der Entsorgungsöffnung angeordnet sein.

[0135] Die Hilfsöffnung kann eine Durchgangsöffnung in der Werkzeugwandung sein.

[0136] Beispielsweise kann mittels eines Luftstosses, beispielsweise mit Pressluft, durch Hilfsöffnung in das erste Werkzeug hinein ein rasches und sicheres Entfernen des Stanzbutzens (oder der Stanzbutzen) aus dem ersten Werkzeug sichergestellt werden.

[0137] Alternativ oder zusätzlich kann das Entfernen des oder der Stanzbutzen mittels einer **Ausstossvorrichtung** erfolgen, die beispielsweise ein angetriebenes Teil, wie einen angetriebenen Stößel oder Stift, aufweisen kann. Zum Beispiel kann das Teil durch die Hilfsöffnung hindurch in das erste Werkzeug und in die Aufnahmeöffnung hinein gegen den oder die Stanzbutzen bewegt werden, um den oder die Stanzbutzen aus der Aufnahmeöffnung und durch die Entsorgungsöffnung aus dem ersten Werkzeug herauszubefördern.

[0138] Die Ausstossvorrichtung kann in der Stützeinrichtung, insbesondere in dem ersten Stützelement integriert sein.

[0139] Wenn mehr als eine Aushalsung in demselben Rohr auszubilden sind, kann das Verfahren unter anderem noch weiter umfassen, nach dem ersten Aushalsungsschritt, insbesondere nach dem Rückführungsschritt (analog zum oben Beschriebenen):

- **Ausrichten** relativ zueinander von erstem Werkzeug und Rohr zum Erreichen einer **zweiten Aushalspositionierung**, in welcher die Auslassöffnung und ein **zweites Vorloch** in dem Rohr aufeinander ausgerichtet sind, wobei in der zweiten Aushalspositionierung insbesondere die Werkzeugachse parallel zur Rohrachse ausgerichtet sein kann;
- **Durchführen** eines **zweiten Aushalsungsschrittes**, in welchem zur Ausbildung einer zweiten Aushalsung das Rohr, insbesondere in einem Verformungsbereich um das zweite Vorloch herum, durch den Kugellkörper umgeformt wird;

wobei der **zweite Aushalsungsschritt** beinhaltet:

- **Verschieben** relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug, insbesondere entlang der Werkzeugachse, von der **Anfangspositionierung** in die **Endpositionierung**, so dass der Kugellkörper - insbesondere aufgrund eines durch das Verschieben bewirkten gemeinsamen **Einwirkens** des Ausstoss-Stempels und des Anschlags auf den Kugellkörper - eine **Ausstossbewegung** von der **Anfangslage** in die **Endlage** ausführt.

[0140] Wenn das Rückführelement und/oder das dritte Werkzeug in dem bereits genannten ersten Stützelement (der Stützeinrichtung) geführt ist, kann vorgesehen sein, dass vor dem Durchführen des zweiten Aushalsungsschrittes Rohr und Stützeinrichtung relativ zueinander verschoben werden. Beispielsweise kann die Stützeinrichtung dafür geöffnet werden, dann das Rohr verschoben werden und dann die Stützeinrichtung wieder geschlossen werden (und das Rohr ggf. wieder einklemmen). Insbesondere können dafür die beiden Stützelemente voneinander weg bewegt werden, beispielsweise in zueinander entgegengesetzten Richtungen,

[0141] Und vor dem Durchführen des zweiten Aushaltungsschrittes (und gegebenenfalls nach dem soeben beschriebenen Verschieben des Rohr gegenüber der Stützvorrichtung) kann noch ein weiterer Vorlocherzeugungsschritt stattfinden - analog zu dem zuvor beschriebenen Vorlocherzeugungsschritt.

[0142] In Ausführungsformen umfasst das Verfahren desweiteren:

- Bereitstellen einer **Stützvorrichtung** zum Stützen des Rohres;
- **Stützen** des Rohres in der Stützvorrichtung während des ersten Aushaltungsschrittes.

[0143] Weiter kann das Verfahren aufweisen:

- **Stützen** des Rohres in der Stützvorrichtung während des Rückführungsschrittes.

[0144] Weiter kann das Verfahren aufweisen:

- **Stützen** des Rohres in der Stützvorrichtung während des Vorlocherzeugungsschrittes.

[0145] Weiter kann das Verfahren aufweisen:

- **Stützen** des Rohres in der Stützvorrichtung während des Butzenentsorgungsschrittes.

[0146] Weiter kann das Verfahren aufweisen:

- **Stützen** des Rohres in der Stützvorrichtung während des zweiten Aushaltungsschrittes.

[0147] Die Stützelemente können beispielsweise als Stützbacken ausgebildet sein.

[0148] Insbesondere kann die Stützvorrichtung, wie bereits erwähnt, ein **erstes Stützelement** und ein **zweites Stützelement** aufweisen. Insbesondere kann das Rohr zwischen den Stützelementen einklemmbar sein.

[0149] In Ausführungsformen beinhaltet das Stützen des Rohres entsprechend ein Einklemmenthalten des Rohrs zwischen dem ersten und dem zweiten Stützelement.

[0150] Das Verfahren kann weiter umfassen:

- vor dem ersten Aushaltungsschritt: Einklemmen des Rohres zwischen dem ersten und dem zweiten Stützelement; und
- Einklemmenthalten des Rohres zwischen dem ersten und dem zweiten Stützelement während des ersten Aushaltungsschrittes.

[0151] Die Stützelemente können beispielsweise als Klemmbacken ausgebildet sein.

[0152] In Ausführungsformen ist in dem ersten Stützelement eine **Führung** ausgebildet zum Führen des Rückführelementes während der Rückföhrbewegung, und das Verfahren umfasst, während des Rückführungsschrittes,

- Stützen des Rohrs durch die Stützvorrichtung; und
- **Föhren** des Rückführelementes mittels der Führung.

[0153] Die in dem ersten Stützelement integrierte Führung kann insbesondere zur Führung des Rückführelementes bei einer auf das Rohr oder auf die Rohrachse zu gerichteten Bewegung des Rückführelementes ausgelegt sein, beispielsweise kann die Führung eine auf die Rohrachse zu gerichtete Bohrung umfassen oder als eine solche ausgebildet sein.

[0154] Die genannte Führung kann insbesondere auch gleichzeitig eine Führung für das dritte Werkzeug sein, insbesondere zum Föhren des dritten Werkzeugs während des Vorlocherzeugungsschrittes, und das Verfahren umfasst während des Vorlocherzeugungsschrittes,

- Stützen des Rohrs durch die Stützvorrichtung ; und
- **Föhren** des dritten Werkzeugs mittels der Führung.

[0155] Dabei kann, wie bereits erwähnt, insbesondere das Rückführelement mit dem dritten Werkzeug identisch sein.

[0156] Die **Vorrichtung** kann eine Vorrichtung zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens sein und/oder eine Vorrichtung zum Erstellen eines mit einer **Aushalsung** versehenen **Rohres**, die aufweist:

- ein **erstes Werkzeug**, das eine **Werkzeugwandung** und innerhalb der Werkzeugwandung ein **Innenvolumen** aufweist, das ein **Aufnahmevolumen** beinhaltet, wobei durch das erste Werkzeug eine **Werkzeugachse** definiert sein kann;
- ein **zweites Werkzeug**, das, insbesondere entlang der Werkzeugachse, relativ zu dem ersten Werkzeug innerhalb des ersten Werkzeugs verschiebbar ist.

[0157] Das **erste Werkzeug** kann eine an das Aufnahmevolumen anschliessende **Auslassöffnung** in der Werkzeugwandung aufweisen. Und das zweite Werkzeug kann aufweisen:

- einen **Ausstoss-Stempel** zum Bewirken, durch **Verschieben** relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug, insbesondere entlang der Werkzeugachse, einer **Ausstossbewegung** eines Kugelkörpers, bei der sich der Kugelkörper aus einer **Anfangslage** herausbewegt, sich zumindest partiell durch die Auslassöffnung bewegt und schliesslich eine **Endlage** erreicht.

[0158] Dabei kann die **Anfangslage** dadurch definiert sein, dass der Kugelkörper zumindest überwiegend innerhalb des Aufnahmevolmens angeordnet ist und die **Endlage** dadurch definiert sein, dass der Kugelkörper überwiegend ausserhalb des Aufnahmevolmens angeordnet ist.

[0159] Und während dieses Verschiebens relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug kann das zweite Werkzeug, zumindest teilweise, innerhalb des ersten Werkzeugs angeordnet sein, insbesondere durch das erste Werkzeug geführt sein.

[0160] Insbesondere kann durch das Rohr eine **Rohrachse** definiert sein und das erste Werkzeug in das Rohr einführbar sein und das erste Werkzeug kann, in das Rohr eingeführt, in dem Rohr, geführt durch das Rohr, entlang der Rohrachse relativ zu dem Rohr verschiebbar sein. Dadurch kann das Aufnahmevolumen und somit der Kugelkörper auf einfache Weise an verschiedene axiale Positionen (Positionen entlang der Rohrachse) transportiert werden.

[0161] Insbesondere kann weiter das zweite Werkzeug geführt durch das erste Werkzeug relativ zu dem ersten Werkzeug innerhalb des ersten Werkzeugs verschiebbar sein, insbesondere entlang der Werkzeugachse.

[0162] Aufgrund der Ausstossbewegung kann das Rohr durch den Kugelkörper umgeformt werden, zur Ausbildung der Aushalsung. Insbesondere kann sich dazu das erste Werkzeug zumindest teilweise innerhalb des Rohres befinden, insbesondere kann sich die Auslassöffnung und insbesondere auch Aufnahmevolumen innerhalb des Rohres befinden.

[0163] Das **erste Werkzeug** kann weiter einen **Anschlag** aufweisen. Das kann insbesondere ein Anschlag zum Begrenzen einer Bewegbarkeit in eine erste Richtung entlang der Werkzeugachse eines zumindest überwiegend in dem Aufnahmevolumen befindlichen Kugelkörpers sein.

[0164] Und bei der Ausstossbewegung kann der Kugelkörper die Ausstossbewegung, insbesondere geführt durch den Anschlag und geführt und geschoben durch eine Schrägfläche des zweiten Werkzeugs, durchführen.

[0165] Der Anschlag kann eine Begrenzung des Aufnahmevolmens bilden.

[0166] Ein Ausstoss-Stempel des zweiten Werkzeugs kann eine Begrenzung des Aufnahmevolmens bilden, insbesondere die Schrägfläche des Ausstoss-Stempels kann eine Begrenzung des Aufnahmevolmens bilden.

[0167] Die Gehäusewandung kann eine Begrenzung des Aufnahmevolmens bilden.

[0168] Das Aufnahmevolumen kann ein Aufnahmevolumen zum Aufnehmen mindestens eines Grossteils des Kugelkörpers sein.

[0169] Weiter kann die Vorrichtung eine **Rückführvorrichtung** aufweisen, zum Bewirken eines **Rückführungsschrittes**, durch welchen der Kugelkörper von der Endlage in die Anfangslage zurückbewegt wird. Die Rückführvorrichtung kann ein Rückführelement aufweisen, zum Einwirken auf den Kugelkörper zum Bewirken des Rückführungsschrittes. Mittels des Rückführelementes kann dann also der Kugelkörper in die Anfangslage zurückbewegt werden, insbesondere wobei dazu das Rückführelement mit dem Kugelkörper in direktem physischen Kontakt sein kann.

[0170] Wie oben beim Verfahren bereits beschrieben, kann die Rückführvorrichtung einen Antrieb zum Antreiben des Rückführelementes zur Durchführung der Rückführbewegung aufweisen. Sie kann auch einen Energiespeicher zum Betreiben des Antriebes aufweisen. Und der Energiespeicher kann insbesondere ein wiederaufladbarer Energiespeicher zum Speichern mechanischer Energie sein, beispielsweise eine Feder oder ein fluidgefüllter Kolben. Zum Beispiel kann die Rückführvorrichtung einen Federraum aufweisen, der an gegenüberliegenden Seiten begrenzt ist, wobei die eine Be-

grenzung beweglich ist und durch das Rückführelement gebildet ist. Es kann vorgesehen sein, dass der Energiespeicher durch Energie aus der Ausstossbewegung aufladbar ist.

[0171] Weiter kann die Vorrichtung eine **Führung** zur Führung des Rückführelementes bei einer **Rückführbewegung** beinhalten, bei der sich das Rückführelement auf das Rohr zu oder auf die Rohrachse zu bewegt.

[0172] Zum Bewirken eines Rückführungsschrittes kann das Rückführelement auf den Kugelkörper einwirken.

[0173] Das Rückführelement kann auch während der Rückführbewegung mit dem Kugelkörper zusammenwirken.

[0174] Die Rolle, die das Rückführelement beim Bilden einer Begrenzung für die Endlage spielen kann, ist oben bereits beschrieben.

[0175] Die Vorrichtung kann weiter auch den Kugelkörper aufweisen.

[0176] Die Vorrichtung kann weiter ein **drittes Werkzeug** aufweisen, das optional mit dem Rückführelement identisch ist und/oder mit dem Stop-Werkzeug identisch ist, zum **Erzeugen eines Vorlochs** in dem Rohr. Insbesondere kann das dritte Werkzeug ein **Stanzwerkzeug** sein. Es kann auch ein Laserschneidwerkzeug oder ein Wasserstrahlschneidwerkzeug oder ein Bohrwerkzeug oder ein Fräswerkzeug sein.

[0177] Die Rolle, die das dritte Werkzeug beim Bilden einer Begrenzung für die Endlage spielen kann, ist oben bereits beschrieben.

[0178] Desweiteren kann vorgesehen sein, dass

- das dritte Werkzeug ein **Stanzwerkzeug** zum Erzeugen des Vorlochs durch Stanzen ist;
- das erste Werkzeug eine **Lochungsöffnung** aufweist, die beim Erzeugen des Vorlochs durch Stanzen mittels des dritten Werkzeugs als **Stanzmatrize** wirkt;
- das zweite Werkzeug eine **Aufnahmeöffnung** aufweist zur Aufnahme von beim Erzeugen des Vorlochs durch Stanzen mittels des dritten Werkzeugs erzeugter **Stanzbutzen**.

[0179] Die Lochungsöffnung kann in der Werkzeugwandung sein.

[0180] Die Vorrichtung kann einen **Antrieb** für eine Relativbewegung von Rohr und Stützvorrichtung aufweisen, insbesondere für axiale Relativbewegungen sowie für rotatorische Relativbewegungen, also für Relativbewegungen bezüglich azimuthaler Orientierung.

[0181] Die Vorrichtung kann weiter einen Antrieb für das zweite Werkzeug aufweisen, insbesondere einen Antrieb für das Verschieben des zweiten Werkzeugs, insbesondere relativ zum ersten Werkzeug bzw. wie beschrieben.

[0182] Die Vorrichtung kann weiter einen Antrieb für das erste Werkzeug aufweisen, insbesondere einen Antrieb für das Ausrichten des zweiten Werkzeugs, insbesondere relativ zum Rohr bzw. wie beschrieben.

[0183] Die Vorrichtung kann weiter einen Antrieb für das Stop-Werkzeug aufweisen, insbesondere einen Antrieb

- zum Positionieren des stop-Werkzeugs der einer Stop-Position.

[0184] Die Vorrichtung kann weiter einen Antrieb für das dritte Werkzeug aufweisen, insbesondere einen Antrieb für eine **Stanzbewegung** des dritten Werkzeugs zum Stanzen des Rohres mittels des Stanzwerkzeugs.

[0185] In manchen Ausführungsformen ist der Antrieb für das Stop-Werkzeug identisch mit dem Antrieb für das dritte Werkzeug, insbesondere wenn das Stop-Werkzeug identisch ist mit dem dritten Werkzeug.

[0186] Die Erfindung umfasst weiter Vorrichtungen mit Merkmalen, die den Merkmalen von beschriebenen Verfahren entsprechen und umgekehrt auch Verfahren mit Merkmalen, die den Merkmalen von beschriebenen Vorrichtungen entsprechen.

[0187] Weitere Ausführungsformen und Vorteile gehen aus den abhängigen Patentansprüchen und den Figuren hervor.

[0188] Im folgenden wird der Erfindungsgegenstand anhand von Ausführungsbeispielen und den beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen schematisch:

- Figs. 1A, 1B eine Vorrichtung zum Erstellen eines mit einer Aushalsung versehenen Rohres zu Beginn eines Vorlocherzeugungsschrittes;
- Figs. 2A, 2B die Vorrichtung von Figs. 1A, 1B während des Vorlocherzeugungsschrittes;
- Figs. 3A, 3B die Vorrichtung von Figs. 1A, 1B zu Beginn des Aushalsungsschrittes;

- Figs. 4A, 4B die Vorrichtung von Figs. 1A, 1B während des Aushalungsschrittes;  
 Figs. 5A, 5B die Vorrichtung von Figs. 1A, 1B am Ende des Rückführungsschrittes;  
 Figs. 6A, 6B die Vorrichtung von Figs. 1A, 1B während des Butzenentsorgungsschrittes;  
 Figs. 1A - 6A die Vorrichtung in einem Schnitt, der die Rohrachse enthält;  
 Figs. 1B - 6B die Vorrichtung in einem Schnitt, der senkrecht zur Rohrachse ausgerichtet ist;  
 Fig. 7 ein erstes Stützelement einer Stützevorrichtung mit einem Aushalmatrixeinsatz, geschnitten;  
 Fig. 8 ein Detail einer Vorrichtung mit Rückführvorrichtung für den Kugelkörper, geschnitten;  
 Fig. 9 ein erstes Stützelement einer Stützevorrichtung mit Aushalmatrixeinsatz mit integrierter Rückführvorrichtung, geschnitten.

[0189] Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche oder gleichwirkende Teile mit gleichen oder ähnlichen Bezugszeichen versehen. Für das Verständnis der Erfindung nicht wesentliche Teile sind zum Teil nicht dargestellt. Die beschriebenen Ausführungsbeispiele stehen beispielhaft für den Erfindungsgegenstand oder dienen seiner Erläuterung und haben keine beschränkende Wirkung.

[0190] Die Figuren 1A bis 6A und 1B bis 6B zeigen eine Vorrichtung zum Erstellen eines mit einer Aushalung versehenen Rohres 8 und illustrieren ein Verfahren zum Erstellen eines mit einer Aushalung versehenen Rohres 8. In den Figs. 1A bis 6A ist die entsprechende Vorrichtung in einem Schnitt dargestellt, der die Rohrachse A8 enthält. In den Figs. 1B bis 6B ist die entsprechende Vorrichtung in einem Schnitt dargestellt, der senkrecht zur Rohrachse A8 ausgerichtet ist, wobei dieser Schnitt in den Figs. 1B bis 5B durch die als A3 bzw. A4 bezeichnete Achse verläuft, mit Blickrichtung entgegen der als R1 bezeichneten Richtung und in der Fig. 6B durch die als A0 bezeichnete Achse verläuft, mit Blickrichtung in der als R1 bezeichneten Richtung.

[0191] Die Vorrichtung kann noch weitere, nicht dargestellte Bestandteile aufweisen, Beispielsweise sind in den Figuren keine Antriebe dargestellt, ausser in den Figuren 8 und 9, wo ein Antrieb zum Antreiben des Rückführelementes illustriert ist.

[0192] Die Vorrichtung zum Erstellen eines mit einer Aushalung versehenen Rohres 8 weist ein erstes Werkzeug 1 auf, mit einem Anschlag 11 und einer Auslassöffnung 12 sowie einer Lochungsöffnung 13, einer Entsorgungsöffnung 14 und einer Hilfsöffnung 15. Das erste Werkzeug weist eine Werkzeugwandung 18 auf und innerhalb der Werkzeugwandung 18 ein Innenvolumen 17, das ein Aufnahmenvolumen 16 beinhaltet. Weiter weist die Vorrichtung ein zweites Werkzeug 2 auf, das einen Ausstoss-Stempel 21 und eine Aufnahmeöffnung 22 aufweist.

[0193] Ausserdem weist die Vorrichtung ein Rückführelement und ein drittes Werkzeug auf, die hier allerdings identisch sind. Je nach dargestellter Funktion ist dieses hier als Rückführelement 31 oder als drittes Werkzeug 4 gekennzeichnet. Das Rückführelement 31 ist Teil einer Rückführvorrichtung 3.

[0194] Weiter weist die Vorrichtung eine Stützevorrichtung 5 mit einem ersten Stützelement 51 und einem zweiten Stützelement 52 auf, wobei das erste Stützelement 51 eine Führung 53 für das Rückführelement 31 und eine mit der Führung 53 identische Führung 54 für das dritte Werkzeug bildet, beispielsweise in Form einer Bohrung. Ausserdem bildet das erste Stützelement 51 eine Aushalmatrixe 55 für das Erzeugen der Aushalung (Figs. 4A, 4B). Das Rohr 8 kann zwischen den Stützelementen 51 und 52 eingeklemmt werden.

[0195] Weiter weist die Vorrichtung einen Kugelkörper 6 auf, beispielsweise eine Stahlkugel.

[0196] In dem Rohr 8, durch das eine Rohrachse A8 definiert ist, wird durch das dargestellte Verfahren ein erstes Vorloch 85 in Form einer Durchgangsöffnung in der Rohrwandung und anschliessend am Ort des ersten Vorlochs 85 eine erste Aushalung 81 erzeugt. Später werden die dabei anfallenden Stanzbutzen entsorgt (Figs. 6A, 6B).

[0197] Figs. 1A, 1B zeigen die Vorrichtung zu Beginn eines Vorlocherzeugungsschrittes, bei dem mittels des dritten Werkzeugs 4 das erste Vorloch 85 (siehe Figs. 2A, 3A, 3B) im Rohr 8 erzeugt wird. Figs. 2A, 2B zeigen die Vorrichtung während des Vorlocherzeugungsschrittes.

[0198] Das erste Werkzeug 1 ist relativ zum Rohr 8 in einer **Lochungspositionierung** positioniert, in der die Lochungsöffnung 13 am Ort des zu erzeugenden Vorlochs 85 angeordnet ist. Weiter ist das zweite Werkzeug relativ zum ersten Werkzeug 1 in einer **Aufnahmepositionierung** positioniert, in welcher die Lochungsöffnung 13 und die Aufnahmeöffnung 22 aufeinander ausgerichtet sind.

[0199] Falls vorher eine andere Positionierung vorliegt, kann zunächst ein Ausrichtungsschritt stattfinden, in dem erstes Werkzeug 1 und Rohr 8 zum Erreichen einer Lochungspositionierung relativ zueinander bewegt werden.

[0200] Das Stanzwerkzeug 4 bewegt sich für die Vorlocherzeugung entlang der Achse A4 auf die Rohrachse 8 zu, geführt durch die Führung 54, und durchdringt die Rohrwandung, insbesondere durchdringt ein **Wirkende** 41 des dritten

Werkzeugs die Rohrwandung. Dabei wirkt die Lochungsöffnung 13 als Stanzmatrize (für das Stanzen des Vorlochs 85; Figs. 2A, 2B), so dass ein Stanzbutzen 90 entsteht, der in der Aufnahmeöffnung 22 aufgenommen wird (Figs. 2A, 2B). Anschliessend wird das dritte Werkzeug 4 wieder zurückbewegt.

[0201] Anschliessend findet ein Ausrichten relativ zueinander von erstem Werkzeug 1 und Rohr 8 statt, zum Erreichen einer ersten **Aushalspositionierung** (siehe Figs. 3A, 3B), in welcher die Werkzeugachse A1 mit der Rohrachse A8 identisch ist, und die Auslassöffnung 12 und das soeben erzeugte erste Vorloch 85 aufeinander ausgerichtet sind. Das Ausrichten entspricht im dargestellten Fall einem Verschieben des ersten Werkzeugs relativ zum Rohr 8 entgegengesetzt der Richtung R1.

[0202] Figs. 3A, 3B zeigen die Vorrichtung zu Beginn eines Aushalsungsschrittes, der nach dem Vorlocherzeugungsschritt erfolgt. Der Kugelkörper befindet sich jetzt noch, wie auch schon in den Figs. 1A, 1B, 2A, 2B, in dem Aufnahmevolumen 16.

[0203] Dann wird eine **Ausstossbewegung** des Kugelkörper 6 bewirkt, indem das zweite Werkzeug 2 von einer Anfangspositionierung (Figs. 3A, 3B) in eine Endpositionierung (Figs. 4A, 4B) verschoben wird, in Richtung R1. Figs. 4A, 4B zeigen die Vorrichtung während des Aushalsungsschrittes. Durch das Verschieben wird der Kugelkörper 6 herausbewegt aus einer **Anfangslage** (Figs. 3A, 3B), in der er sich innerhalb des Aufnahmevolumens 16 befindet, um schliesslich eine **Endlage** (Figs. 4A, 4B) zu erreichen, in der er sich überwiegend ausserhalb des ersten Werkzeugs 1 befindet. Durch Zusammenwirken des Ausstoss-Stempels 21 mit dem Anschlag 11 wird diese Ausstossbewegung erzeugt.

[0204] Durch die Ausstossbewegung wird die erste Aushalsung 81 durch Umformung des Rohrs durch den Kugelkörper ausgebildet.

[0205] Dabei kann das erste Stützelement 51 als Aushalsmatrize 55 dienen (Figs. 4A, 4B).

[0206] Fig. 7 zeigt, geschnitten, ein erstes Stützelement 51 einer Stützvorrichtung 5 mit einem Aushalsmatrizeneinsatz 56 und einer Aufnahme dafür, in welcher der Aushalsmatrizeneinsatz 56 aufgenommen ist. Der Aushalsmatrizeneinsatz 56 bildet die Aushalsmatrize 55 und kann auswechselbar sein. Durch das Ausbilden der Aushalsungen ist die Aushalsmatrize 55 mechanischen Belastungen ausgesetzt, die zu Verschleiss führen können. Indem auswechselbare Aushalsmatrizeneinsätze 56 verwendet werden, kann auf einfache Weise, nämlich durch Einsetzen eines neuen Aushalsmatrizeneinsatzes 56 in die Aufnahme der Stützvorrichtung 5, bei Bedarf eine neue Aushalsmatrize 55 vorgesehen werden, nämlich als Teil eines Aushalsmatrizeneinsatzes 56 - ohne dass die Stützvorrichtung 5 bzw. das erste Stützelement 51 dafür ausgetauscht oder nachgearbeitet werden müsste. Ausserdem macht das Vorsehen von Aushalsmatrizeneinsätzen 56 die Vorrichtung dahingehend flexibler, dass sie an besonders einfach an wechselnde Anforderungen anpassbar ist, beispielsweise wenn andere Aushalsungsdurchmesser oder andere Krümmungsradien am Aushalsungsansatz zu erzeugen sind.

[0207] Der Aushalsmatrizeneinsatz 56 kann beispielsweise in die Aufnahme eingeschraubt sein, wie in Fig. 7 durch das symbolisierte Gewinde 57 dargestellt. Natürlich sind auch andere Arten und Weisen, einen Aushalsmatrizeneinsatz 56 in der Stützvorrichtung 5 bzw. im ersten Stützelement 51 zu befestigen, möglich.

[0208] Vor dem Aushalsungsschritt können Rohr 8 und Stützvorrichtung 5 relativ zueinander neu ausgerichtet werden, zum Beispiel durch Beenden der Klemmung des Rohres 8 zwischen den Stützelementen 51, 52 durch Auseinanderfahren der Stützelemente 51, 52 (in Richtungen R2 bzw. R3), anschliessendens Verschieben des Rohres 8 relativ zur Stützvorrichtung 5 und darauffolgendes erneutes Klemmen des Rohres 8 durch aufeinander-zu-Fahren der Stützelemente 51, 52.

[0209] Während der Ausstossbewegung bzw. während des Verschiebens des zweiten Werkzeugs 2 kann das dritte Werkzeug 4 bzw. das Rückföhrelement 3 in einer Stop-Position positioniert sein (und als Stop-Werkzeug wirken und so eine Begrenzung für die Endlage bilden), um zum Beispiel ein zu weites Herausbewegen des Kugelkörpers aus dem ersten Werkzeug 1 oder aus dem Rohr 8 oder ein zu weites Entfernen des Kugelkörpers von der Rohrachse A8 oder von der neu erzeugten Aushalsung 81 zu verhindern.

[0210] Anschliessend findet ein **Rückführungsschritt** statt, in dem der Kugelkörper 6 von der Endlage in die Anfangslage zurückbewegt wird, also zurück in das Aufnahmevolumen 16. Figs. 5A, 5B zeigt die Vorrichtung am Ende des Rückführungsschrittes.

[0211] Der Rückführungsschritt wird durch das Rückföhrelement 31 bewirkt, indem dieses auf den Kugelkörper 6 einwirkt, zum Beispiel den Kugelkörper 6 beschleunigt, während es eine **Rückföhrelementbewegung** ausführt, bei der es sich entlang der Achse A3 auf die Rohrachse A8 zu bewegt, geführt durch die Führung 53.

[0212] Anschliessend wird das Rückföhrelement 31 wieder zurückbewegt. Und es kann ein weiterer Vorlocherzeugungsschritt stattfinden, wofür das erste Werkzeug 1 relativ zum Rohr 8 in eine weitere **Lochungspositionierung** positioniert werden kann. Dafür können, wie oben bereits beschrieben, die Stützelemente 51, 52 (in Richtungen R2 bzw. R3) auseinanderfahren, um ein Repositionieren zu ermöglichen und anschliessend wieder aufeinander-zu-Fahren.

[0213] Der Vorgang kann sich also wiederholen, z.B. ab Figs. 1A, 1B.

[0214] Wenn sich ein oder mehrere Stanzbutzen 90 in dem zweiten Werkzeug angesammelt haben, kann ein **Butzenentsorgungsschritt** stattfinden. Vorteilhaft, weil zeitsparend, kann jeweils ein Vorloch erzeugt werden und anschliessend am Ort des Vorlochs eine Aushalsung ausgebildet werden, und dies mehrmals, bis dann ein Butzenentsorgungsschritt stattfindet.

[0215] In dem Butzenentsorgungsschritt verlässt der Stanzbutzen 90 (oder verlassen die Stanzbutzen 90) die Aufnahmeöffnung 22 und, durch die Entsorgungsöffnung 14, das erste Werkzeug 1, siehe Figs. 6A, 6B.

[0216] Dazu werden zweites Werkzeug 2 und erstes Werkzeug 1 zum Erreichen einer **Herauslasspositionierung** relativ zueinander ausgerichtet, in welcher die Entsorgungsöffnung 14 und die Aufnahmeöffnung 22 aufeinander ausgerichtet sind. Und bei Bedarf kann ein Ausrichten relativ zueinander von erstem Werkzeug 1 und Rohr 8 zum Erreichen einer **Entsorgungspositionierung** durchgeführt werden, so dass die Stanzbutzen 90 ausserhalb des Rohrs 8 aus dem ersten Werkzeug 1 entfernt werden. Dafür können, wie oben bereits beschrieben, die Stützelemente 51, 52 (in Richtungen R2 bzw. R3) auseinanderfahren, um ein Repositionieren zu ermöglichen.

[0217] Ein Luftstoss durch die Hilfsöffnung 15 kann das Entfernen der Stanzbutzen 90 vereinfachen bzw. schnell und sicherer machen. Alternativ oder zusätzlich kann das Entfernen der Stanzbutzen 90 mittels einer **Ausstossvorrichtung** erfolgen (in den Figuren nicht dargestellt). Dabei kann sich ein Teil der Ausstossvorrichtung, zum Beispiel ein Stössel oder ein Stift, gegen mindestens einen der Stanzbutzen 90 bewegen, um den oder die Stanzbutzen 90 aus der Aufnahmeöffnung 22 und dem ersten Werkzeug 1 herauszubefördern. Beispielsweise kann die Ausstossvorrichtung einen Stössel aufweisen, der entlang der Achse A0 durch die Hilfsöffnung 15 in das erste Werkzeug 1 und in die Aufnahmeöffnung 22 hinein bewegt wird, um die Stanzbutzen 90 aus der Aufnahmeöffnung 22 und durch die Entsorgungsöffnung 15 aus dem ersten Werkzeug 1 heraus zu bewegen.

[0218] Fig. 8 zeigt ein Detail einer Vorrichtung, die der in den Figuren 1A, 1B bis 6A, 6B entspricht und insbesondere, auch bezüglich der Darstellung, der Fig. 4A entspricht. wobei aber ein Rückführelement 31 vorgesehen ist, die nicht mit dem dritten Werkzeug 4 identisch ist. Die entsprechende Rückführvorrichtung 3 in Fig. 8 ist am ersten Stützelement 51 befestigt (in Fig. 8 symbolisiert durch zwei Schrauben) und weist das Rückführelement 31 auf sowie einen Energiespeicher 32 mit einer Schraubenfeder 32. Das Rückführelement 31 ist ringförmig, mit einer zentralen Durchlassöffnung 31a, durch welche ein Abschnitt des dritten Werkzeugs 4 (insbesondere dessen Wirkende 41) zum Erzeugen der Vorlochs hindurchbewegt werden kann. Bei der Erzeugung der Aushalsung 81 (vergleiche Figs. 4A, 4B) drückt der Kugelkörper 6, angetrieben vom Ausstoss-Stempel 21, das Rückführelement 32 in eine radiale Richtung weg von der Werkzeugachse A1. Dadurch wird die Schraubenfeder 32 zusammengedrückt, so dass sie eine Vorspannung aufbaut bzw. mechanische Energie speichert. Wenn dann, nach der Erzeugung der Aushalsung 81, der Ausstoss-Stempel 21 wieder zurückbewegt wird (entgegen der Richtung R1, zum Beispiel zurück in die Anfangspositionierung), ist im zweiten Werkzeug 2 wieder Platz für den Kugelkörper 6 freigegeben (der Aufnahmebereich), und der Kugelkörper 6 wird, automatisch, vom Rückführelement 31, angetrieben durch die Schraubenfeder 32, die dabei die Vorspannung wieder abbaut, in das zweite Werkzeug 2 zurückgedrückt und kann in die Anfangslage zurückkehren. Alternativ könnte statt der Feder 32 beispielsweise auch ein gasgefüllter Kolben vorgesehen sein (nicht dargestellt). Dann würde das Gas bei der Ausstossbewegung des Kugelkörpers 6 via Rückführelement 31 komprimiert; und beim Abbau des entsprechenden Überdrucks würde der Kugelkörper 6 wieder in das zweite Werkzeug (in die Anfangslage, in den Aufnahmebereich) zurückbewegt.

[0219] In weiteren Alternativen für die Rückführvorrichtung 3 ist ein Antrieb zum Durchführen des Rückführungsschrittes vorgesehen (nicht dargestellt), der sich nicht, zumindest nicht ausschliesslich, aus der Energie der Ausstossbewegung speist. Beispielsweise kann ein Elektromotor oder ein penumatischer oder hydraulischer Antrieb vorgesehen sein, um den Kugelkörper (mittels eines Rückführelementes) zurück in die Anfangslage zu bewegen.

[0220] Es kann auch vorgesehen sein, dass eine Ausstossvorrichtung 3 in einen Aushalsmatrizeneinsatz 56 integriert ist.

[0221] Fig. 9 zeigt, geschnitten, ein erstes Stützelement 51 einer Stützevorrichtung 50 mit einem Aushalsmatrizeneinsatz 56, in den eine Rückführvorrichtung 3 integriert ist. Die Rückführvorrichtung 3 entspricht in weiten Teilen der aus Fig. 8. Allerdings weist die Rückführvorrichtung 3 in Fig. 9 einen Anschlag 33 für das Rückführelement 31 auf.

[0222] Dadurch kann verhindert werden, dass der Kugelkörper 6 am Ende der Ausstossbewegung eine Endlage erreicht, die zu weit (weiter als gewünscht) von der Rohrachse entfernt ist. Die maximale Entfernung des Kugelkörpers 6 (in der Endlage) ist dann dadurch gegeben, dass der Kugelkörper 6 mit dem Rückführelement 31 in Kontakt ist, das wiederum am Anschlag 33 ansteht. Entsprechend kann das Rückführelement 31, zusammenwirkend mit dem Anschlag 33, als Stop-Werkzeug wirken, das eine Begrenzung für die Endlage bildet. Details der Befestigung des Aushalsmatrizeneinsatzes 56 in der entsprechenden Aufnahme im ersten Stützelement 51 sind in Fig. 9 nicht dargestellt. Es ist klar, dass das Verfahren nicht notwendigerweise die Vorlocherzeugung (Figs. 1A, 1B, 2A, 2B) umfassen muss, sondern dass alternativ eine oder mehrere Aushalsungen auch in einem bereits mit einem oder mehreren Vorlöchern versehenen Rohr erzeugt werden können (Figs. 3A bis 5A und 3B bis 5B). Und wie weiter oben beschrieben muss ein Vorloch keine Durchgangsöffnung sein, sondern kann auch beispielsweise eine Perforation oder eine Materialausdünnung aufweisen oder sein.

[0223] Die beschriebenen Vorrichtungen und Verfahren erlauben ein effizientes Erzeugen von Aushalsungen in Rohren mit oder ohne Vorloch.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Erstellen eines mit einer **Aushalsung** versehenen **Rohres**, umfassend
  - Bereitstellen eines **ersten Werkzeugs**, das eine **Auslassöffnung** aufweist,
  - Bereitstellen eines **zweiten Werkzeugs**, aufweisend einen **Ausstoss-Stempel**;

- Bereitstellen eines **Kugelhörpers**, insbesondere einer Metallkugel;
  - **Einbringen** des ersten Werkzeugs in das Rohr;
  - **Ausrichten** relativ zueinander von erstem Werkzeug und Rohr zum Erreichen einer **ersten Aushalspositionierung**, in welcher die Auslassöffnung und ein **erstes Vorloch** in dem Rohr aufeinander ausgerichtet sind;
  - **Durchführen** eines **ersten Aushaltungsschrittes**, in welchem zur Ausbildung der Aushaltung das Rohr durch den Kugelhörper umgeformt wird;
- wobei der **erste Aushaltungsschritt** beinhaltet:
- **Verschieben** relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug von einer **Anfangspositionierung** in eine **Endpositionierung**, so dass der Kugelhörper eine **Ausstossbewegung** ausführt, bei der sich der Kugelhörper aus einer **Anfangslage** herausbewegt und schliesslich eine **Endlage** erreicht;
- wobei die **Anfangslage** dadurch definiert ist, dass der Kugelhörper zumindest überwiegend innerhalb des ersten Werkzeugs angeordnet ist; und
- wobei die **Endlage** dadurch definiert ist, dass der Kugelhörper überwiegend ausserhalb des ersten Werkzeugs angeordnet ist;
- wobei das Verfahren, nach dem Durchführen des ersten Aushaltungsschrittes, weiter umfasst:
- **Durchführen** eines **Rückführungsschrittes**, in welchem der Kugelhörper von der Endlage in die Anfangslage zurückbewegt wird.
2. Verfahren gemäss Anspruch 1, wobei der **Rückführungsschritt** durch eine **Rückführvorrichtung** bewirkt wird, die ein **Rückführelement** aufweist, wobei der Rückführungsschritt beinhaltet:
    - Einwirken des Rückführelementes auf den Kugelhörper zum Bewirken des Rückführungsschrittes, wobei das Rückführelement eine **Rückföhrbewegung** ausführt und dabei auf den Kugelhörper einwirkt, so dass der Rückführungsschritt bewirkt wird.
  3. Verfahren gemäss Anspruch 2, wobei die Rückführvorrichtung einen **Antrieb** für das Rückführelement und einen **Energiespeicher** zum Betreiben des Antriebs aufweist, wobei der Kugelhörper bei der Ausstossbewegung das Rückführelement verschiebt und durch das Verschieben des Rückführelementes der Energiespeicher mit **Energie** aufgeladen wird, die zum Betreiben des Antriebs zur Durchführung der Rückföhrbewegung verwendet wird, insbesondere wobei der Energiespeicher eine mechanische Feder oder einen fluidgefüllten Kolben aufweist.
  4. Verfahren gemäss Anspruch 2 oder Anspruch 3, weiter umfassend,
    - Bilden einer **Begrenzung** für die Endlage;
 insbesondere wobei das Bilden der Begrenzung beinhaltet
    - Vorsehen eines **Anschlags** für das Rückführelement, wobei die Begrenzung zum Tragen kommt, wenn am Ende der Ausstossbewegung das Rückführelement an dem Anschlag ansteht und der Kugelhörper an dem Rückführelement ansteht, oder
    - vor Beendigung des ersten Aushaltungsschrittes: **Positionieren** eines **Stop-Werkzeugs** in einer **Stop-Position**, wobei die Begrenzung zum Tragen kommt, wenn am Ende der Ausstossbewegung der Kugelhörper an dem Stop-Werkzeug ansteht, wobei optional das Stop-Werkzeug mit dem Rückführelement identisch ist.
  5. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4, weiter umfassend:
    - Bereitstellen eines **dritten Werkzeugs**; sowie umfassend, vor dem ersten Aushaltungsschritt:
      - Durchführen eines **Vorlocherzeugungsschrittes** zur Erzeugung des ersten Vorlochs, insbesondere wobei das Vorloch eine Durchgangsöffnung in einer Wandung des Rohres aufweist, wobei das Durchführen des Vorlocherzeugungsschrittes umfasst:
        - **Erzeugen** des ersten Vorlochs mittels des dritten Werkzeugs; insbesondere wobei während des Vorlocherzeugungsschrittes das erste Werkzeug relativ zum Rohr in einer **Lochungspositionierung** positioniert ist.
  6. Verfahren gemäss Anspruch 5, wobei
    - das erste Werkzeug eine **Lochungsöffnung** aufweist,
    - das zweite Werkzeug eine **Aufnahmeöffnung** aufweist;
    - während des Vorlocherzeugungsschrittes das zweite Werkzeug relativ zum ersten Werkzeug in einer **Aufnahmepositionierung** positioniert ist, in welcher die Lochungsöffnung und die Aufnahmeöffnung aufeinander ausgerichtet sind;
    - das dritte Werkzeug ein **Stanzwerkzeug** ist;
 wobei das Erzeugen des ersten Vorlochs mittels des dritten Werkzeugs ein **Stanz** des Rohres mittels des Stanzwerkzeugs beinhaltet, bei dem die Lochungsöffnung als **Stanzmatrize** wirkt und ein bei dem Erzeugen des ersten Vorlochs erzeugter **Stanzbutzen** in der Aufnahmeöffnung aufgenommen wird.
  7. Verfahren gemäss Anspruch 6, wobei das erste Werkzeug eine **Entsorgungöffnung** aufweist, wobei das Verfahren, nach dem Vorlocherzeugungsschritt, weiter umfasst:
    - Ausrichten relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug zum Erreichen einer **Herauslasspositionierung**, in welcher die Entsorgungöffnung und die Aufnahmeöffnung aufeinander ausgerichtet sind;
    - Durchführen eines **Butzenentsorgungsschrittes**, bei dem der Stanzbutzen die Aufnahmeöffnung verlässt und durch die Entsorgungöffnung das erste Werkzeug verlässt.

8. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 7, weiter umfassend, nach dem ersten Aushalungsschritt, insbesondere nach dem Rückführungsschritt,
  - **Ausrichten** relativ zueinander von erstem Werkzeug und Rohr zum Erreichen einer **zweiten Aushalpositionierung**, in welcher die Auslassöffnung und ein **zweites Vorloch** in dem Rohr aufeinander ausgerichtet sind;
  - **Durchführen** eines **zweiten Aushalungsschrittes**, in welchem zur Ausbildung einer zweiten Aushalung das Rohr durch den Kugelkörper umgeformt wird;
 wobei der **zweite Aushalungsschritt** beinhaltet:
  - **Verschieben** relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug von der **Anfangspositionierung** in die **Endpositionierung**, so dass der Kugelkörper eine **Ausstossbewegung** von der **Anfangslage** in die **Endlage** ausführt.
9. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 8, weiter umfassend
  - Bereitstellen einer **Stützvorrichtung** zum Stützen des Rohres;
  - **Stützen** des Rohres in der Stützvorrichtung während des ersten Aushalungsschrittes.
10. Verfahren gemäss Anspruch 2 und Anspruch 9, wobei in dem ersten Stützelement eine **Führung** ausgebildet ist zum Führen des Rückführelementes während der Rückföhrbewegung, und wobei das Verfahren weiter umfasst, während des Rückführungsschrittes,
  - Stützen des Rohrs durch die Stützvorrichtung; und
  - **Föhren** des Rückführelementes mittels der Führung.
11. **Vorrichtung** zum Erstellen eines mit einer **Aushalung** versehenen **Rohres**, aufweisend
  - ein **erstes Werkzeug**, das eine **Werkzeugwandung** und innerhalb der Werkzeugwandung ein **Innenvolumen** aufweist, das ein **Aufnahmenvolumen** beinhaltet, insbesondere wobei durch das Rohr eine **Rohrachse** definiert ist und das erste Werkzeug in das Rohr einführbar ist und, in das Rohr eingeföhrt, in dem Rohr, geföhrt durch das Rohr, entlang der Rohrachse relativ zu dem Rohr verschiebbar ist;
  - ein **zweites Werkzeug**, das relativ zu dem ersten Werkzeug innerhalb des ersten Werkzeugs, insbesondere geföhrt durch das erste Werkzeug, verschiebbar ist;
 wobei das erste Werkzeug eine an das Aufnahmenvolumen anschliessende **Auslassöffnung** in der Werkzeugwandung aufweist, und
  - wobei das **zweite Werkzeug** aufweist
    - einen **Ausstoss-Stempel** zum Bewirken, durch **Verschieben** relativ zueinander von zweitem Werkzeug und erstem Werkzeug, einer **Ausstossbewegung** eines Kugelkörpers, bei der sich der Kugelkörper aus einer **Anfangslage** herausbewegt, sich zumindest partiell durch die Auslassöffnung bewegt und schliesslich eine **Endlage** erreicht;
    - wobei die **Anfangslage** dadurch definiert ist, dass der Kugelkörper zumindest überwiegend innerhalb des Aufnahmenvolumens angeordnet ist; und
    - wobei die **Endlage** dadurch definiert ist, dass der Kugelkörper überwiegend ausserhalb des Aufnahmenvolumens angeordnet ist.
12. Vorrichtung gemäss Anspruch 11, weiter aufweisend eine **Rückföhrvorrichtung**, zum Bewirken eines **Rückföhrungsschrittes**, durch welchen der Kugelkörper von der Endlage in die Anfangslage zurückbewegt wird, wobei die Rückföhrvorrichtung ein **Rückföhrelement** aufweist zum Einwirken auf den Kugelkörper zum Bewirken des Rückföhrungsschrittes. insbesondere wobei die Vorrichtung eine **Föhrtung** zur Führung des Rückföhrelementes bei einer **Rückföhrbewegung** beinhaltet, bei der sich das Rückföhrelement auf das Rohr zu bewegt.
13. Vorrichtung gemäss Anspruch 11 oder Anspruch 12, weiter aufweisend den Kugelkörper, insbesondere wobei der Kugelkörper eine Metallkugel ist.
14. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 11 bis 13, aufweisend ein **drittes Werkzeug**, das optional mit dem Rückföhrelement identisch ist, zum **Erzeugen eines Vorlochs** in dem Rohr, insbesondere wobei das dritte Werkzeug ein **Stanzwerkzeug** ist.
15. Vorrichtung gemäss Anspruch 14, wobei
  - das dritte Werkzeug ein **Stanzwerkzeug** zum Erzeugen des Vorlochs durch Stanzen ist;
  - das erste Werkzeug eine **Lochungsöffnung** aufweist, die beim Erzeugen des Vorlochs durch Stanzen mittels des dritten Werkzeugs als **Stanzmatrize** wirkt;
  - das zweite Werkzeug eine **Aufnahmeöffnung** aufweist zur Aufnahme von beim Erzeugen des Vorlochs durch Stanzen mittels des dritten Werkzeugs erzeugter **Stanzbutzen**.

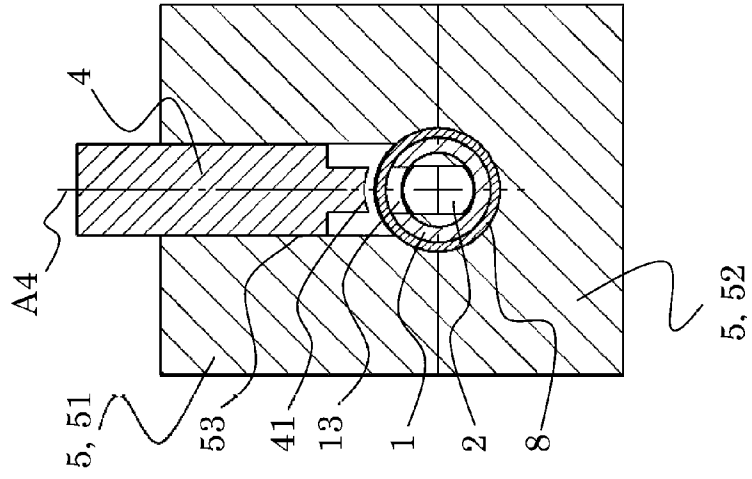


Fig. 1B

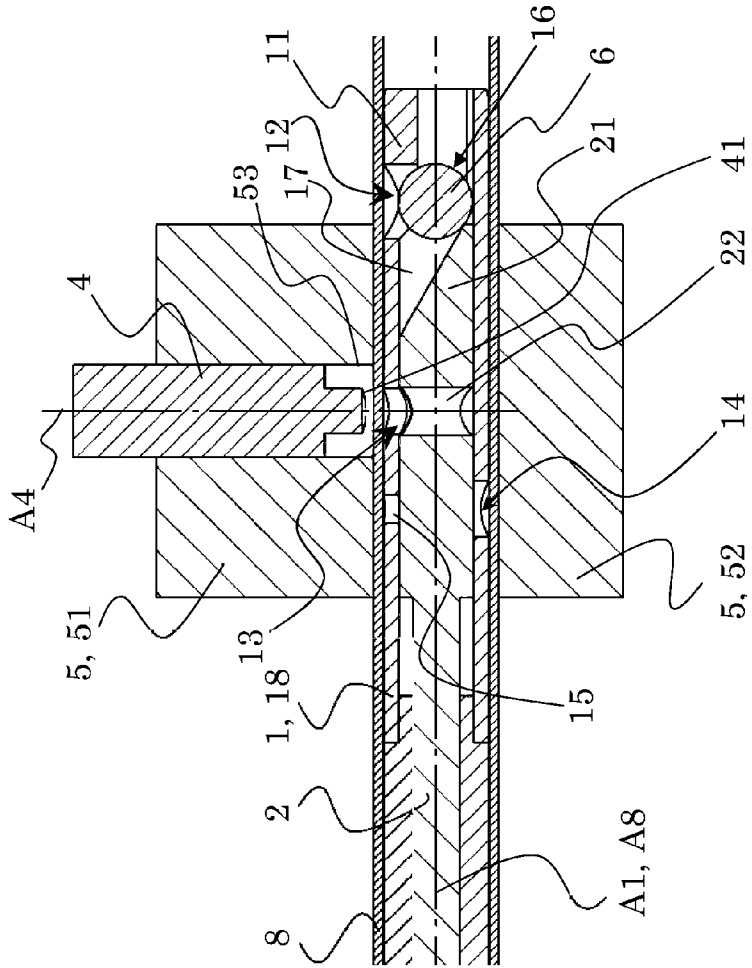


Fig. 1A

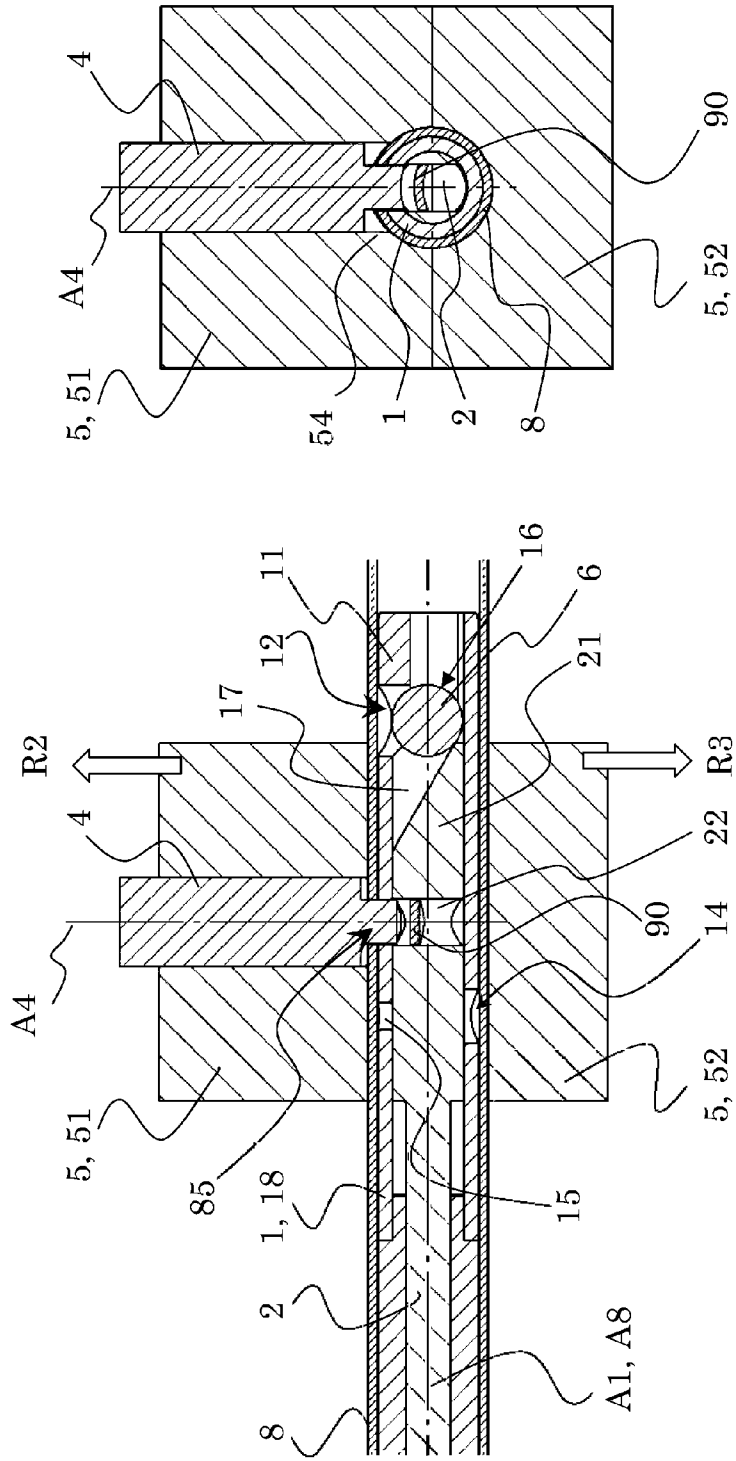


Fig. 2B

Fig. 2A

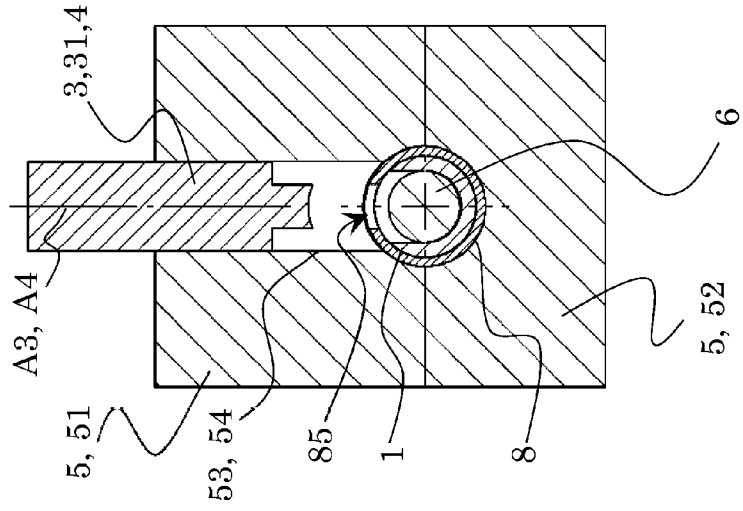


Fig. 3A

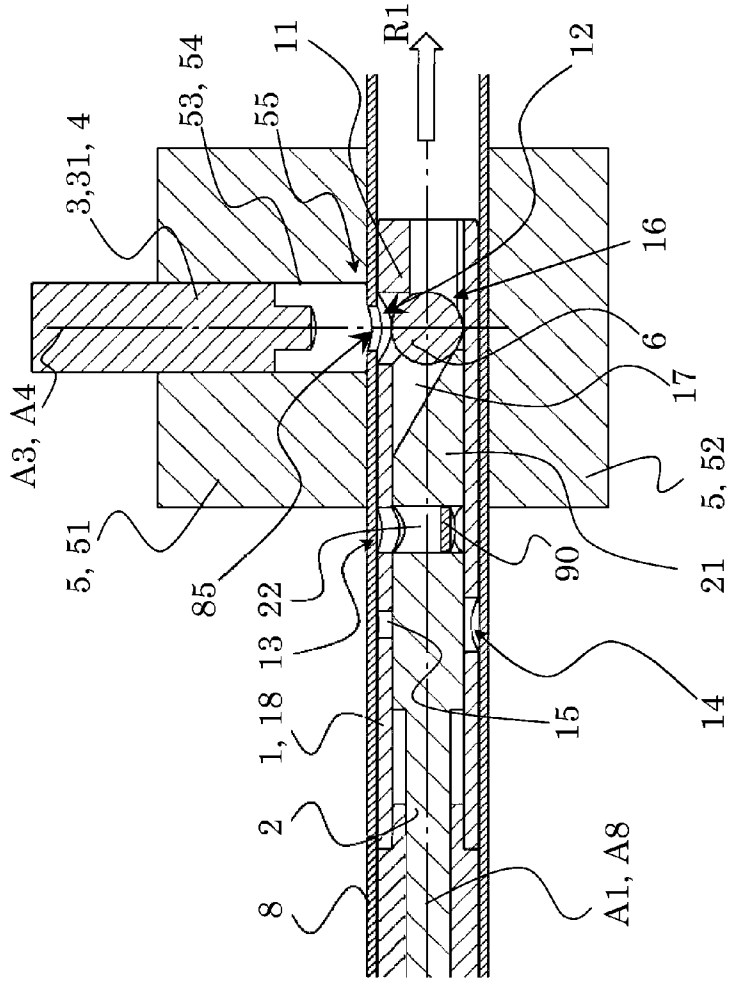


Fig. 3B

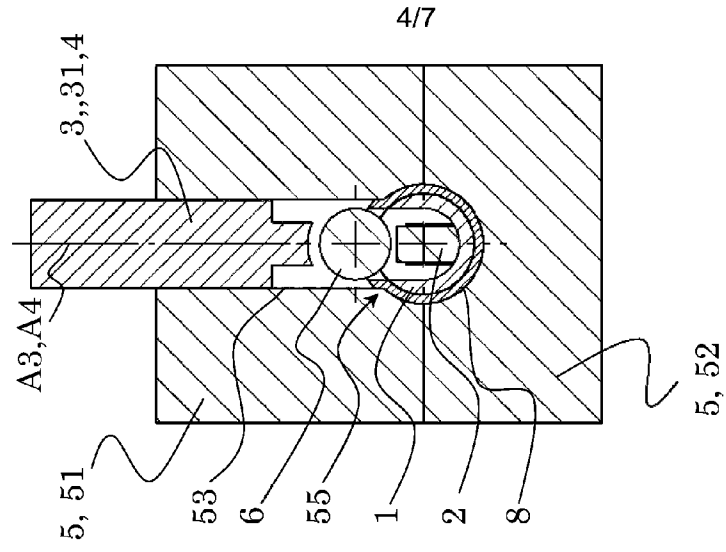


Fig. 4A

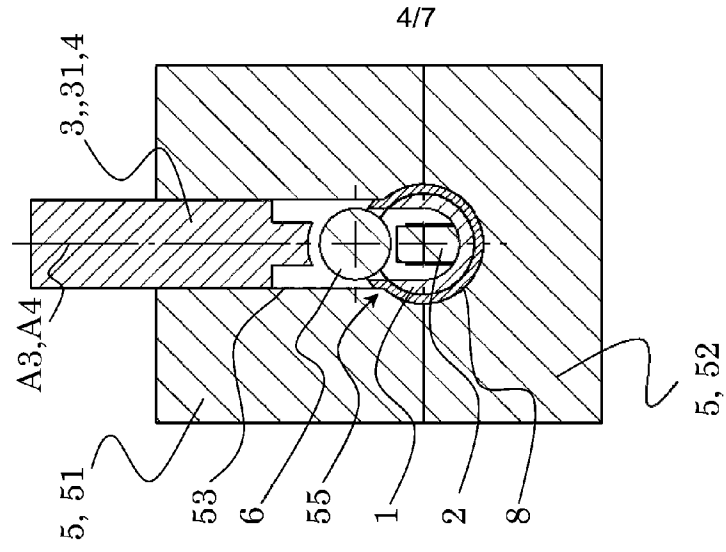


Fig. 4B





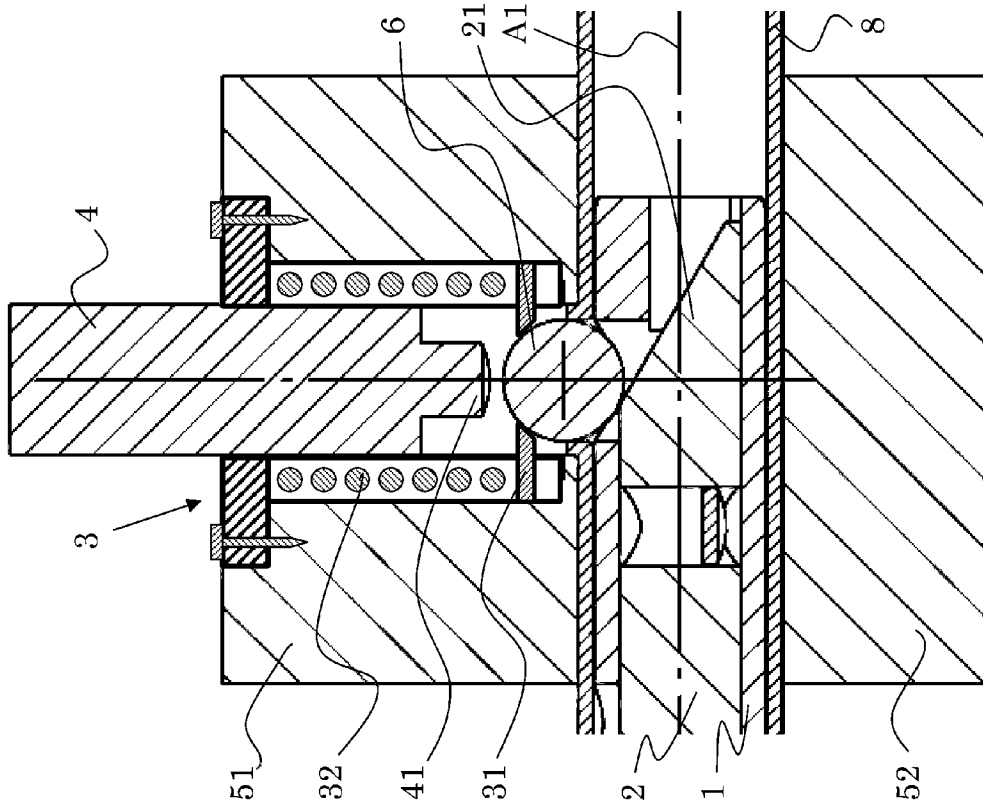


Fig. 8

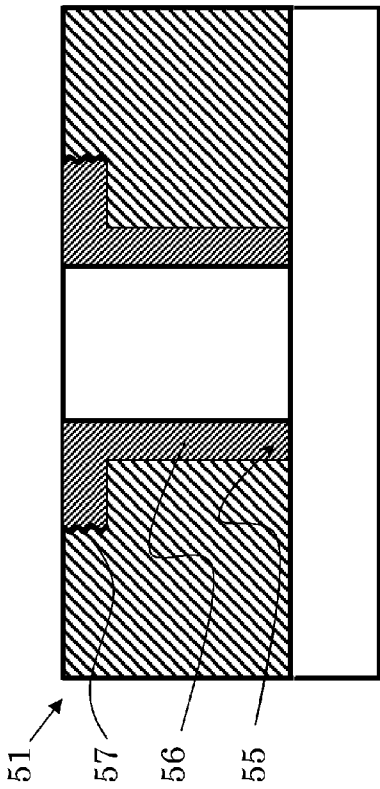


Fig. 7

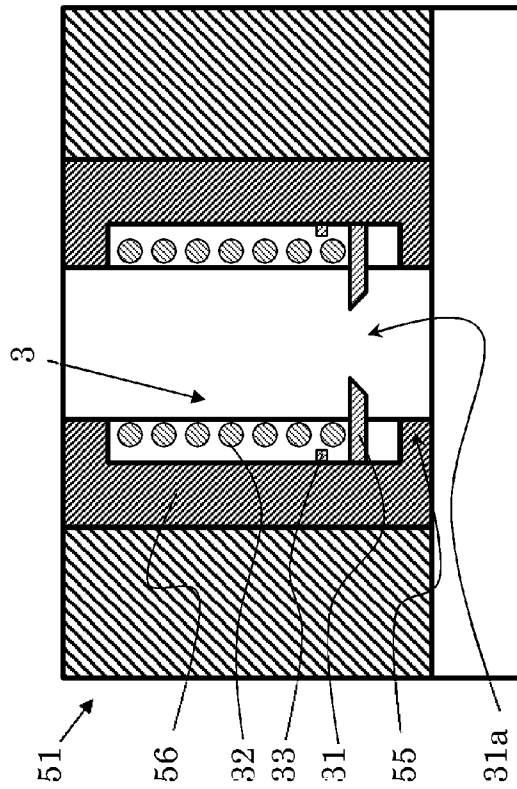


Fig. 9

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

**BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART**

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG	AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS  P5188 CH
Nationales Aktenzeichen  3332023	Anmeldedatum  27-03-2023
Anmeldeland  CH	Beanspruchtes Prioritätsdatum
Anmelder (Name)  Ernst Grob AG	
Datum des Antrags auf eine Recherche Internationaler Art  20-07-2023	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat  SN84291
<b>I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)	
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC  Siehe Recherchenbericht	
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>	
Recherchierter Mindestprüfstoff	
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
IPC	Siehe Recherchenbericht
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen	
<b>III.</b> <input type="checkbox"/> EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	
<b>IV.</b> <input type="checkbox"/> MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	

Formblatt PCT/ISA 201 A (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 3332023

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B21D19/08 B21D28/28 B21C37/29 ADD. B21D45/00 B21D45/04		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B21D B21L B21C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 673 580 A (OHNO YOSHIO [JP]) 7. Oktober 1997 (1997-10-07)	1, 2, 5-15
Y	* Spalte 4, Zeile 62 - Spalte 7, Zeile 50; Abbildungen 1-4 *	3, 4
X	JP S63 171222 A (NISSAN MOTOR) 15. Juli 1988 (1988-07-15)	1, 10-13
Y	* Abbildungen 6, 9 *	3, 4
X	CN 111 215 498 A (ANHUI ZHONGJU INTELLIGENT TECH CO LTD) 2. Juni 2020 (2020-06-02)	1, 3, 10, 11, 13
A	US 2001/047677 A1 (PANEK GREGORY C [US]) 6. Dezember 2001 (2001-12-06)	1-15
	* Abbildungen 1-7 *	
	----- -/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "G" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art 26. September 2023		Absenddatum des Berichts über die Recherche internationaler Art
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Vassoille, Philippe

1

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche  
CH 3332023

C.(Fortsetzung). ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2020/188978 A1 (HAYASE TOMOMI [JP] ET AL) 18. Juni 2020 (2020-06-18) * Abbildungen 3-11 * -----	1-15

1

**BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 3332023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5673580	A	07-10-1997	CA 2168061 A1 27-07-1996
			JP 3492797 B2 03-02-2004
			JP H08197151 A 06-08-1996
			KR 960029014 A 17-08-1996
			US 5673580 A 07-10-1997
-----			
JP S63171222	A	15-07-1988	KEINE
-----			
CN 111215498	A	02-06-2020	KEINE
-----			
US 2001047677	A1	06-12-2001	KEINE
-----			
US 2020188978	A1	18-06-2020	CN 110709180 A 17-01-2020
			DE 112018004810 T5 18-06-2020
			JP 6920922 B2 18-08-2021
			JP 2019037995 A 14-03-2019
			US 2020188978 A1 18-06-2020
			WO 2019039503 A1 28-02-2019
-----			