



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**29.03.2023 Patentblatt 2023/13**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B21C 1/24 (2006.01) B21C 3/04 (2006.01)**  
**B21C 3/16 (2006.01) B21C 37/20 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **21198852.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B21C 1/24; B21C 3/04; B21C 3/16; B21C 37/202**

(22) Anmeldetag: **24.09.2021**

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

- **HEINRICHS, Serjosha**  
**75038 Oberderdingen (DE)**
- **VÖGELE, Sascha**  
**75236 Kämpfelbach (DE)**
- **JANDT, Max Olaf**  
**75210 Keltern (DE)**

(71) Anmelder: **FELSS Systems GmbH**  
**75203 Königsbach-Stein (DE)**

(74) Vertreter: **Kohler Schmid Möbus Patentanwälte**  
**Partnerschaftsgesellschaft mbB**  
**Gropiusplatz 10**  
**70563 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **SCHEER, Jean-Marc**  
**67270 Minversheim (FR)**  
• **MISSAL, Nadezda**  
**71701 Schwieberdingen (DE)**

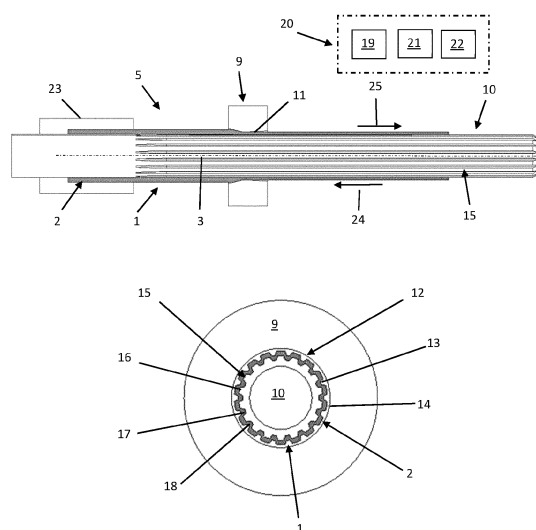
Bemerkungen:  
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **VORRICHTUNGEN UND VERFAHREN ZUM UMFORMEN EINES ROHRARTIGEN HOHLKÖRPERS**

(57) Eine Vorrichtung (5) zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers (1) weist eine Umformmatrize (9) zur Anordnung an der Außenseite des Hohlkörpers (1), einen Dorn (10) zur Anordnung im Inneren des Hohlkörpers (1) sowie einen Umformantrieb (20) mit einem Matrizenantrieb (19) auf. An der achsparallelen Außenseite einer Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenprofilvorsprünge (13) eines Matrizenprofils (12) der Umformmatrize (9) und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornprofilzwischenräume (17) eines Dornprofils (15) sowie an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenprofilzwischenräume (14) des Matrizenprofils (12) und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornprofilvorsprünge (16) des Dornprofils (15) liegen jeweils einander an der Hohlkörperwand (2) in radialer Richtung einer Hohlkörperachse (3) gegenüber.

Ein Verfahren zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers (1) wird mittels der vorgenannten Vorrichtung (5) durchgeführt. Dabei wird mittels eines Matrizenantriebs (19) die Umformmatrize (9) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Hohlkörperachse (3) relativ zu dem Hohlkörper (1) und dabei längs des im Inneren des Hohlkörpers (1) angeordneten Dorns (10) bewegt. Aufgrund der axialen Matrizenbewegung und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Mate-

rials der Hohlkörperwand (2) fließt Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung eines Innenprofils (18) der Hohlkörperwand (2) in die Dornprofilzwischenräume (17) des Dorns (10).



**Fig. 2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers, der eine Hohlkörperwand aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und eine in Längsrichtung des Hohlkörpers verlaufende Hohlkörperachse aufweist,

- mit einer Umformmatrize, die zur Anordnung an der Außenseite des Hohlkörpers ausgebildet ist und die mit einer zur Aufnahme des Hohlkörpers ausgebildeten Matrizenöffnung versehen ist,
- mit einem Dorn, der zur Anordnung im Innern des Hohlkörpers ausgebildet ist und der an seinem Umfang mit einem formgebenden Dornprofil versehen ist mit Dornprofilvorsprüngen und zwischen den Dornprofilvorsprüngen ausgebildeten Dornprofilzwischenräumen, wobei an dem im Innern des Hohlkörpers angeordneten Dorn die Dornprofilvorsprünge und die Dornprofilzwischenräume längs der Hohlkörperachse verlaufen und sich die Dornprofilzwischenräume zu der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand hin öffnen sowie
- mit einem Umformantrieb, der einen Matrizenantrieb aufweist, mittels dessen die Umformmatrize mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Hohlkörperachse relativ zu dem Hohlkörper und dabei längs des im Innern des Hohlkörpers angeordneten Dorns bewegbar ist, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand Material der Hohlkörperwand unter Ausbildung eines Innenprofils der Hohlkörperwand in die Dornprofilzwischenräume des Dorns fließt.

**[0002]** Die Erfindung betrifft außerdem eine Anordnung zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers, der eine Hohlkörperwand aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und eine in Längsrichtung des Hohlkörpers verlaufende Hohlkörperachse aufweist,

- wobei die Anordnung eine erste Umformvorrichtung und eine zweite Umformvorrichtung umfasst und die zweite Umformvorrichtung der ersten Umformvorrichtung in einem Umformprozess nachgeordnet ist,
- wobei die erste Umformvorrichtung ausgebildet ist zur Erzeugung einer Vorform eines fertig umgeformten Hohlkörpers aus dem Hohlkörper in einem Ausgangszustand,
- wobei die Vorform als rohrartiger Hohlkörper mit einer Vorformwand aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und mit einer mit der Hohlkörperachse zusammenfallenden Vorformachse ausgebildet ist und
- wobei die zweite Umformvorrichtung ausgebildet ist zur Erzeugung einer Folgeform der Vorform, insbesondere zur Erzeugung des fertig umgeformten Hohlkörpers, die eine Folgeformwand aufweist.

**[0003]** Weiterhin betrifft die Erfindung mit der vorgenannten Vorrichtung und mit der vorgenannten Anordnung durchführbare Verfahren zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers, der eine Hohlkörperwand aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und eine in Längsrichtung des Hohlkörpers verlaufende Hohlkörperachse aufweist.

**[0004]** Beispielweise bei der Fertigung von Hohlwellen für Kraftfahrzeuge sind Wellenrohlinge aus plastisch verformbaren metallischen Werkstoffen mit Außen- und/oder Innenverzahnungen zu versehen und insbesondere über Teillängen in ihrem Durchmesser und/oder in ihrer Wandstärke zu reduzieren. Ein gängiges Fertigungsverfahren zur Herstellung von Verzahnungen an Wellenrohlingen ist das Axialformen mittels eines Umformwerkzeugs, das eine den Wellenrohling an der Außenseite umschließende Umformmatrize und einen den Wellenrohling in dessen Innern stützenden Dorn umfasst. Je nach Anwendungsfall ist die Umformmatrize und/oder der Dorn mit einer formgebenden Verzahnung versehen. Ein zur Durchmesser- und/oder Wandstärkenreduzierung von Wellenrohlingen gebräuchliches Fertigungsverfahren ist das Einziehen.

**[0005]** Gattungsgemäßer Stand der Technik ist offenbart in DE 10 2019 103 926 A1.

**[0006]** Dieses Dokument betrifft ein Werkzeug und ein Verfahren zum axialen Umformen eines Rohres. Das Werkzeug umfasst eine an der Außenseite des Rohres geführte ringförmige Matrize und einen im Innern des Rohres geführten Dorn. Gleichzeitig mit einer Wandstärkenreduzierung wird die Rohrwand mit einer Innenverzahnung versehen. Zur Herstellung der Innenverzahnung an der Rohrwand wird ein Dorn mit einem zahnradförmigen Querschnitt verwendet. In den Zahnzwischenräumen an dem Dorn werden durch das aufgrund des Umformprozesses plastifizierte Material der Rohrwand die Zähne der Innenverzahnung ausgebildet.

**[0007]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Vorrichtungen und Verfahren bereitzustellen, mittels derer ein rohrartiger Hohlkörper mit einer Innenverzahnung hoher Qualität versehen werden kann.

**[0008]** Erfindungsgemäß gelöst wird diese Aufgabe durch die Vorrichtung gemäß Patentanspruch 1, die Anordnung gemäß Patentanspruch 9 und die Verfahren gemäß den Patentansprüchen 15 und 16.

**[0009]** Im Falle der Erfindung wird zur Erzeugung einer Innenverzahnung an einem rohrartigen Hohlkörper aus einem vorzugsweise metallischen Werkstoff und mit einem vorzugsweise kreisförmigen Querschnitt ein Umformwerkzeug verwendet, das eine Umformmatrize mit einer profilierten Matrizenöffnung und einen Dorn mit einem profilierten Umfang aufweist. Erfindungswesentlich ist der Umstand, dass die Umformmatrize und der Dorn um die Achse des umzuformenden Hohlkörpers relativ zueinander derart gedreht sind, dass an der einen Seite der Hohlkörperwand angeordnete Matrizenprofilvorsprünge der Umformmatrize und an der anderen Seite der Hohlkörperwand angeordnete Dornprofilzwischen-

räume einander in radialer Richtung der Hohlkörperachse gegenüberliegen. Aufgrund der erfindungsgemäßen gegenseitigen Positionierung der Matrizenprofilvorsprünge und der Dornprofilzwischenräume bewirken die Matrizenprofilvorsprünge während des Umformprozesses eine vollständige Füllung der Dornprofilzwischenräume mit plastifiziertem Material der Hohlkörperwand sowie unter Umständen auch noch eine Verdichtung des in die Dornprofilzwischenräume geflossenen Wandmaterials. Infolgedessen erzeugt der Dorn, dessen Profil die Soll-Geometrie des zu erstellenden Innenprofils der Hohlkörperwand als Negativ abbildet, das Innenprofil der Hohlkörperwand mit einer Ist-Geometrie die allenfalls minimal von der Soll-Geometrie abweicht und die folglich eine außerordentlich hohe Qualität besitzt.

**[0010]** Erfindungsgemäß kann die Erzeugung des Innenprofils der Hohlkörperwand in einem einstufigen oder in einem mehrstufigen Prozess realisiert werden.

**[0011]** Mittels der Umformvorrichtung gemäß Patentanspruch 1 und nach dem Verfahren gemäß Patentanspruch 15 wird die Hohlkörperwand in einem Schritt mit einem Innenprofil mit Soll-Geometrie versehen.

**[0012]** Mittels der Anordnung gemäß Patentanspruch 9 und nach dem Verfahren gemäß Patentanspruch 16 wird die Erstellung des Innenprofils mit Soll-Geometrie auf mehrere Verfahrensstufen verteilt.

**[0013]** In der ersten Verfahrensstufe wird mittels einer ersten Umformvorrichtung aus dem Hohlkörper im Ausgangszustand eine Vorform des fertig umgeformten Hohlkörpers erzeugt. Das Innenprofil der Vorform wird anschließend optimiert.

**[0014]** Die Optimierung des Innenprofils der Vorformwand folgt in wenigstens einer weiteren Verfahrensstufe, in welcher mittels einer weiteren Umformvorrichtung aus dem Innenprofil der Vorformwand das Innenprofil einer Folgeform der Vorform, insbesondere das Innenprofil des fertig umgeformten Hohlkörpers, erzeugt wird.

**[0015]** Erfindungsgemäß wird als mehrstufige Anordnung eine Anordnung mit zwei Umformvorrichtungen zur Durchführung eines zweistufigen Umformverfahrens bevorzugt. In diesem Fall wird aus der Vorform als Folgeform unmittelbar der fertig umgeformte Hohlkörper mit der Soll-Geometrie des Innenprofils an der Hohlkörperwand erzeugt.

**[0016]** Die axiale Matrizenbewegung kann im Falle der erfindungsgemäßen Vorrichtungen und Verfahren als kontinuierliche Bewegung in der Umformrichtung aber auch als Bewegung mit abwechselnd ausgeführten langen Hüben in Umformrichtung und kurzen Rückhüben in Gegenrichtung ("rekursives Axialformen") ausgeführt werden.

**[0017]** Besondere Ausführungsarten der Vorrichtungen und Verfahren nach den unabhängigen Patentansprüchen 1, 9, 15 und 16 ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen 2 bis 8 und 10 bis 14.

**[0018]** Die Maßnahmen der abhängigen Patentansprüche 2 bis 8 können in entsprechender Weise auch im Falle der erfindungsgemäßen Anordnung mit mehre-

ren Umformvorrichtungen und zur Durchführung eines mehrstufigen Umformverfahrens vorgesehen sein.

**[0019]** Gemäß Patentanspruch 2 wird in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung als Innenprofil an der Hohlkörperwand eine Innenverzahnung erstellt.

**[0020]** Erfindungsgemäß kann bei der Erstellung des Innenprofils der Hohlkörperwand die Größe des Hohlkörperquerschnitts unverändert bleiben, der sich senkrecht zu der Hohlkörperachse erstreckt.

**[0021]** In diesem Fall wird an der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Patentanspruch 1 eine profilierte Umformmatrize eingesetzt mit einem Matrizenprofil, dessen Fußlinie in der senkrechten Projektion auf die Stirnseite der Hohlkörperwand im Ausgangszustand außerhalb der Hohlkörperwand liegt oder mit der Außenseite der Hohlkörperwand zusammenfällt. Die Kopflinie des Matrizenprofils liegt in der senkrechten Projektion auf die Stirnseite der Hohlkörperwand im Ausgangszustand in einem Bereich, der von dem Inneren der Hohlkörperwand bis in das Innere des Hohlraums des Hohlkörpers reichen kann.

**[0022]** Im Falle von Anwendungen, bei denen eine Umformmatrize, die eine kreisförmige Matrizenöffnung mit einer formgebenden Verzahnung aufweist, zum Umformen eines zylindrischen Hohlkörpers eingesetzt wird, besitzt dementsprechend der als Fußlinie vorgesehene Fußkreis der Matrizenverzahnung einen Fußkreisdurchmesser der größer oder ebenso groß ist wie der Außendurchmesser des umzuformenden Hohlkörpers im Ausgangszustand. Der Durchmesser des Kopfkreises der Matrizenverzahnung ist kleiner als der Außendurchmesser des zylindrischen Hohlkörpers im Ausgangszustand.

**[0023]** Entsprechend stellen sich die Verhältnisse an Bauarten der erfindungsgemäßen mehrstufigen Anordnung dar, im Falle derer mittels der ersten Umformvorrichtung aus dem Hohlkörper im Ausgangszustand eine Vorform mit unveränderter Querschnittsgröße und/oder mittels der zweiten Umformvorrichtung aus der Vorform eine Folgeform mit unveränderter Querschnittsgröße gefertigt wird.

**[0024]** In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung sind die erfindungsgemäße Vorrichtung und die erfindungsgemäße Anordnung sowie die erfindungsgemäßen Verfahren derart beschaffen, dass die Erstellung des Innenprofils der Hohlkörperwand beziehungsweise der Vorformwand und/oder der Folgeformwand mit einer Reduzierung des Hohlkörper- beziehungsweise des Vorformquerschnitts einhergeht (Patentansprüche 3, 14).

**[0025]** Unter einer Querschnittsreduzierung im Sinne der Erfindung ist zu verstehen

- eine Reduzierung ausschließlich des Hohlraumquerschnitts des umzuformenden Hohlkörpers beziehungsweise der umzuformenden Vorform (im Falle von zylindrischen Rohren des Innendurchmessers des Rohres) bei unveränderter Dicke der Hohlkörperwand beziehungsweise der Vorformwand oder

- eine Reduzierung ausschließlich der Dicke der Hohlkörperwand beziehungsweise der Vorformwand bei unverändertem Hohlraumquerschnitt des Hohlkörpers beziehungsweise der Vorform oder
- eine Reduzierung sowohl des Hohlraumquerschnitts des umzuformenden Hohlkörpers beziehungsweise der umzuformenden Vorform als auch der Dicke der Hohlkörperwand beziehungsweise der Vorformwand.

**[0026]** Für eine Querschnittsreduzierung des Hohlkörpers durch Verringerung der Dicke der Hohlkörperwand ist eine Bauart der erfindungsgemäßen Vorrichtung beziehungsweise der erfindungsgemäßen Anordnung ausgelegt, im Falle derer der gemeinsame Querschnitt des Dorns und der Hohlkörperwand im Ausgangszustand größer ist als der Öffnungsquerschnitt der Matrizenöffnung beziehungsweise im Falle derer der gemeinsame Querschnitt des ersten Dorns und der Hohlkörperwand im Ausgangszustand größer ist als der Öffnungsquerschnitt der ersten Matrizenöffnung und/oder im Falle derer der gemeinsame Querschnitt des zweiten Dorns und der Vorformwand im Ausgangszustand größer ist als der Öffnungsquerschnitt der zweiten Matrizenöffnung.

**[0027]** Gemäß Patentanspruch 4 ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung für den Hohlkörper ein ortsfestes axiales Widerlager vorgesehen, an welchem sich der Hohlkörper bei der Beaufschlagung durch die Umformmatrize in der Richtung der axialen Matrizenbewegung abstützt.

**[0028]** Die Vorrichtung gemäß Patentanspruch 5 und das mit dieser Vorrichtung durchgeführte Umformverfahren sind für Anwendungsfälle vorgesehen, in denen die Gefahr besteht, dass es aufgrund der axialen Matrizenbewegung zu Stauchungserscheinungen an dem umzuformenden Hohlkörper kommt.

**[0029]** Um eine Stauchung des Hohlkörpers zu vermeiden, weist der Umformantrieb zusätzlich zu dem Matrizenantrieb einen Dornantrieb auf. Mittels des Matrizenantriebs wird die an der Außenseite des Hohlkörpers angeordnete Umformmatrize mit der axialen Matrizenbewegung aktiv längs der Hohlkörperachse bewegt. Aufgrund der aktiven Bewegung der Umformmatrize relativ zu dem Hohlkörper wird die von der Umformmatrize beaufschlagte Hohlkörperwand durch die Umformmatrize in der Richtung der axialen Matrizenbewegung aktiv auf Druck beansprucht. Gleichzeitig wird die Hohlkörperwand infolge der zu der axialen Matrizenbewegung gegenläufigen axialen Dornbewegung in der Richtung der axialen Dornbewegung auf Zug beansprucht.

**[0030]** Mittels der Antriebssteuerung des erfindungsgemäßen Umformantriebs werden die aktive axiale Dornbewegung und die aktive axiale Matrizenbewegung der an der Außenseite des Hohlkörpers angeordneten Umformmatrize einander überlagert. Aufgrund der Überlagerung der beiden genannten Bewegungen werden die Druckspannungen, die sich in der Hohlkörperwand aufgrund der Beaufschlagung durch die Umformmatrize

über den Wandquerschnitt aufbauen, wenigstens teilweise kompensiert durch die Zugspannungen in der Hohlkörperwand infolge der aktiven axialen Dornbewegung.

**[0031]** Bei entsprechender, beispielsweise empirischer Bemessung und gegenseitiger Abstimmung der Druckbeanspruchung des Hohlkörpers durch die Umformmatrize und der Zugbeanspruchung des Hohlkörpers durch den Dorn wird ein unerwünschtes Stauchen der Hohlkörperwand an der in der Richtung der axialen Matrizenbewegung gelegenen Seite der die Hohlkörperwand beaufschlagenden Umformmatrize auch ohne zusätzliche Armierung des Hohlkörpers zumindest weitestgehend vermieden. Gleichzeitig lassen sich infolge der Überlagerung der aktiven Matrizenbewegung und der aktiven Dornbewegung hohe Umformgeschwindigkeiten erzielen.

**[0032]** Generell kann sowohl die axiale Dornbewegung als auch die axiale Matrizenbewegung sowohl positions- als auch kraftgeregelt werden.

**[0033]** Die Umformgeschwindigkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens ist von der Werkstofffestigkeit des umzuformenden Hohlkörpers weitgehend unabhängig. Bei hochfesten Werkstoffen bedarf es zwar relativ hoher Umformkräfte, gleichzeitig ist die Stauchungsneigung von Hohlkörpern aus hochfesten Werkstoffen aber relativ gering. Umgekehrt neigen rohrartige Hohlkörper aus Werkstoffen geringer Festigkeit zwar relativ stark zur Stauchung, eine Querschnittsreduzierung derartiger Hohlkörper ist aber bereits mit relativ geringen Umformkräften möglich.

**[0034]** Ausweislich Patentanspruch 6 wird im Falle der Erfindung mittels der Antriebssteuerung des Umformantriebs das Verhältnis der Geschwindigkeiten der axialen Dornbewegung und der axialen Matrizenbewegung der an der Außenseite des Hohlkörpers angeordneten Umformmatrize in Abhängigkeit von dem Verhältnis der Größe des Querschnitts des Hohlkörpers im Ausgangszustand und der Querschnittsgröße des Hohlkörpers nach dem Umformprozess eingestellt. Insbesondere im Falle einer Querschnittsreduzierung kann der Betrag der Geschwindigkeit der axialen Matrizenbewegung der an der Außenseite des Hohlkörpers angeordneten Umformmatrize größer aber auch kleiner sein als der Betrag der Geschwindigkeit der axialen Dornbewegung. Im Rahmen einer versuchsweisen Anwendung der Erfindung konnten qualitativ hochwertige Bearbeitungsergebnisse bei einer Matrizengeschwindigkeit von 30 mm/s bis 60 mm/s und einer Dorngeschwindigkeit von 21 mm/s bis 43 mm/s erzielt werden.

**[0035]** Ausweislich Patentanspruch 7 ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass das Verhältnis der Beträge der axialen Dornbewegung und der axialen Matrizenbewegung während des Umformvorgangs reziprok ist zu dem Verhältnis der Geschwindigkeiten der axialen Dornbewegung und der axialen Matrizenbewegung während des Umformvorgangs. Dadurch ist gewährleistet, dass die zur Umformung eines Hohlkörpers über eine Umformlänge ausgeführten aktiven

Dorn- und Umformmatrizenbewegungen trotz unterschiedlicher Geschwindigkeiten des Dorns und der Umformmatrize bei Erreichen der Umformlänge gleichzeitig enden.

**[0036]** Patentanspruch 8 sieht in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung vor, dass die Umformmatrize mittels des Matrizenantriebs mit einer Positionierbewegung aus einer Position abseits des umzuformenden Hohlkörpers in eine Position bewegbar ist, in welcher die Umformmatrize an der Außenseite des Hohlkörpers angeordnet ist und dass mittels der Antriebssteuerung des Vorrichtungsantriebs der Matrizenantrieb und der Dornantrieb derart gesteuert werden, dass der Dornantrieb die axiale Dornbewegung einleitet, bevor die Umformmatrize aufgrund der Positionierbewegung die Hohlkörperwand beaufschlagt. Bei dem erstmaligen Kontakt der Umformmatrize mit dem umzuformenden Hohlkörper befinden sich der Dorn und der von diesem längs der Hohlkörperachse angetriebene und während des Umformprozesses auf Zug beanspruchte Hohlkörper demnach bereits in Bewegung. Vorzugsweise wird die Positionierbewegung der Umformmatrize in der Richtung der axialen Matrizenbewegung ausgeführt.

**[0037]** Zur Durchführung des mehrstufigen Umformverfahrens können Umformvorrichtungen eingesetzt werden, deren Dorne Dornprofilzwischenräume mit unterschiedlich großen Zwischenraumquerschnitten aufweisen. Mittels des zweiten Dorns wird aus dem Innenprofil der Vorform vorzugsweise das Innenprofil mit Soll-Geometrie erzeugt. Dabei wird den in den Dornprofilzwischenräumen der ersten Umformmatrize erzeugten Profilver-sprünge des Innenprofils der Vorform durch die zweite Umformmatrize Wandmaterial zugeführt. Die ersten Dornprofilzwischenräume des ersten Dorns haben dementsprechend weniger Wandmaterial aufzunehmen als die zweiten Dornprofilzwischenräume des zweiten Dorns. Ist gleichzeitig der Querschnitt der ersten Dornprofilzwischenräume größer bemessen als der Querschnitt der zweiten Dornprofilzwischenräume, so weisen die ersten Dornprofilzwischenräume gegenüber dem an dem ersten Dornprofil erzeugten Innenprofil der Vorform ein Übermaß auf, aufgrund dessen nach Abschluss der ersten Verfahrensstufe der erste Dorn und die Vorform mit relativ geringem Kraftaufwand voneinander getrennt werden können.

**[0038]** In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung stimmen das erste formgebende Dornprofil des ersten Dorns und das zweite formgebende Dornprofil des zweiten Dorns in ihrer Geometrie miteinander überein (Patentanspruch 10). Auf diese Weise kann in besonderem Maße sichergestellt werden, dass der mittels des zweiten Dorns ausgeführte Umformprozess zu einer Optimierung des mittels des ersten Dorns erzeugten Innenprofils führt. Die Geometrie des mittels des ersten Dorns erzeugten Innenprofils wird an der zweiten Umformvorrichtung mittels der zweiten Umformmatrize und des mit dieser zusammenwirkenden zweiten Dorns mit der durch das identische Dornprofil vorgegebenen Soll-Geometrie in

Übereinstimmung gebracht oder zumindest weiter an die Soll-Geometrie angenähert.

**[0039]** Qualitativ besonders hochwertige Bearbeitungsergebnisse lassen sich erzielen, wenn in der zweiten Verfahrensstufe der gleiche Dorn eingesetzt wird wie in der ersten Verfahrensstufe (Patentanspruch 11). In diesem Fall kann der Dorn nach Beendigung der ersten Verfahrensstufe im Innern der dann vorliegenden Vorform verbleiben. Der Bearbeitung der Vorform durch die zweite Umformvorrichtung muss folglich kein die Bearbeitungsqualität möglicherweise beeinträchtigender Dornwechsel an der Vorform vorausgehen.

**[0040]** Gemäß Patentanspruch 12 weist die erste Umformmatrize der mehrstufigen Umformanordnung in Weiterbildung der Erfindung eine Matrizenöffnung mit einer glatten Wand auf. Die erfindungsgemäß optimierte Füllung der Dornprofilzwischenräume mit plastifiziertem Material der Hohlkörperwand erfolgt dementsprechend ausschließlich in dem zweiten Verfahrensschritt des erfindungsgemäßen Umformverfahrens.

**[0041]** Hiervon abweichend sind im Falle der Erfindungsbauart gemäß Patentanspruch 13 auch bereits an der ersten Umformvorrichtung der mehrstufigen Anordnung Vorkehrungen für eine optimierte Füllung der Dornprofilzwischenräume mit plastifiziertem Material der Hohlkörperwand getroffen.

**[0042]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand beispielhafter schematischer Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 ein umzuformendes Rohr in einem Ausgangszustand,
- Figur 2 eine einstufige Vorrichtung zum Umformen des Rohres gemäß Figur 1 in einem einstufigen Umformverfahren mit einer Querschnittsreduzierung und mit einer Profilierung der Rohrwand,
- Figur 3a eine erste Umformvorrichtung einer zweistufigen Umformanordnung zur Erzeugung einer Vorform eines fertig umgeformten Rohres im Rahmen eines zweistufigen Umformverfahrens,
- Figur 3b eine zweite Umformvorrichtung der zweistufigen Umformanordnung zur Erzeugung des fertig umgeformten Rohres aus der Vorform gemäß Figur 3a im Rahmen des zweistufigen Umformverfahrens und
- Figur 4 eine einstufige Vorrichtung zum Umformen des Rohres gemäß Figur 1 in einem einstufigen Umformverfahren mit einer Profilierung der Rohrwand aber ohne Querschnittsreduzierung der Rohrwand.

**[0043]** Gemäß Figur 1 ist als umzuformender Hohlkör-

per ein Rohr 1 aus einem plastisch verformbaren metallischen Werkstoff vorgesehen. Das Rohr 1 weist als Hohlkörperwand eine Rohrwand 2 und als Hohlkörperachse eine in Längsrichtung des Rohres 2 verlaufende Rohrachse 3 auf. Das Rohr 1 ist zylindrisch ausgebildet mit einem in der stirnseitigen Ansicht des Rohres 1 in Figur 1 erkennbaren kreisförmigen Rohrquerschnitt 4 als Hohlkörperquerschnitt und mit einem kreisringförmigen Wandquerschnitt.

**[0044]** Aus dem Rohr 1 ist eine Lenkwelle für ein Kraftfahrzeug zu fertigen.

**[0045]** Zu diesem Zweck werden in Figur 2 und Figur 4 dargestellte einstufige Vorrichtungen 5, 5a oder alternativ eine in den Figuren 3a und 3b gezeigte mehrstufige, in dem dargestellten Beispielsfall zweistufige Anordnung 6 eingesetzt. Die zweistufige Anordnung 6 umfasst eine erste Umformvorrichtung 7 und eine zweite Umformvorrichtung 8.

**[0046]** Die Vorrichtungen 5, 5a und die Umformvorrichtungen 7, 8 mit den jeweils umgeformten Werkstücken sind in Figur 2 und in den Figuren 3a, 3b und 4 jeweils in einer stark schematisierten Seitenansicht und außerdem in einer Ansicht auf die in der Seitenansicht rechte Stirnseite gezeigt.

**[0047]** Die Vorrichtung 5 gemäß Figur 2 ist an einer Axialformmaschine herkömmlicher Bauart montiert, beispielsweise an einer Axialformmaschine, wie sie von der Firma FELSS Systems GmbH, 75203 Königsbach-Stein, Deutschland, unter dem Produktnamen "Aximus" angeboten wird.

**[0048]** Eine zur Anordnung an der Außenseite des Rohres 1 ausgebildete Umformmatrize 9 der Vorrichtung 5 ist in einer längs der Rohrachse 3 beweglichen Werkzeugaufnahme der Axialformmaschine eingebaut. Ein ebenfalls längs der Rohrachse 3 beweglicher Dornhalter der Axialformmaschine dient zur Fixierung eines Dorns 10 der Vorrichtung 5. Die Werkzeugaufnahme für die Umformmatrize 9 und der Dornhalter für den Dorn 10 sind in Figur 2 der Einfachheit halber nicht gezeigt.

**[0049]** Die Umformmatrize 9 weist eine zur Aufnahme des Rohres 1 ausgebildete Matrizenöffnung 11 ("Kalibrierstrecke") auf. An der Matrizenöffnung 11 ist die Umformmatrize 9 mit einem formgebenden Matrizenprofil in Form einer formgebenden Matrizenverzahnung 12 versehen. Die Matrizenverzahnung 12 weist Matrizenzähne 13 als Matrizenprofilvorsprünge und zwischen den Matrizenzähnen 13 ausgebildete Matrizenzahnzwischenräume 14 als Matrizenprofilzwischenräume auf. Der Fußkreisdurchmesser der Matrizenöffnung 11 ist kleiner als der Durchmesser des Rohrquerschnitts 4 im Ausgangszustand bei noch unverformtem Rohr 1.

**[0050]** Der Dorn 10 ist zur Anordnung im Innern des Rohres 1 ausgebildet und an seinem Umfang mit einem als formgebende Dornverzahnung 15 ausgebildeten formgebenden Dornprofil versehen. Die formgebende Dornverzahnung 15 wird gebildet von Dornprofilvorsprüngen in Form von Dornzähnen 16 und von zwischen den Dornzähnen 16 als Dornprofilzwischenräume ange-

ordneten Dornzahnzwischenräumen 17.

**[0051]** An der auf der Außenseite des Rohres 1 aufsitzenden Umformmatrize 9 verlaufen die Matrizenzähne 13 und die Matrizenzahnzwischenräume 14 längs der Rohrachse 3. Die Matrizenzahnzwischenräume 14 öffnen sich dabei zu der achsparallelen Außenseite der Rohrwand 2 hin.

**[0052]** An dem Dorn 10 im Innern des Rohres 1 verlaufen die Dornzähne 16 und die Dornzahnzwischenräume 17 ebenfalls längs der Rohrachse 3. Die Dornzahnzwischenräume 17 öffnen sich zu der achsparallelen Innenseite der Rohrwand 2 hin.

**[0053]** Um die Rohrachse 3 sind die Umformmatrize 9 und der Dorn 10 relativ zueinander derart positioniert, dass die an der achsparallelen Außenseite der Rohrwand 2 angeordneten Matrizenzähne 13 und die an der achsparallelen Innenseite der Rohrwand 2 angeordneten Dornzahnzwischenräume 17 sowie die an der achsparallelen Außenseite der Rohrwand 2 angeordneten Matrizenzahnzwischenräume 14 und die an der achsparallelen Innenseite der Rohrwand 2 angeordnete Dornzähne 16 jeweils einander an der Rohrwand 2 in radialer Richtung der Rohrachse 3 gegenüberliegen.

**[0054]** Mittels der Vorrichtung 5 wird der Rohrquerschnitt 4, im Einzelnen die Wandstärke der Rohrwand 2, reduziert und gleichzeitig die Rohrwand 2 an der Innenseite mit einem Innenprofil in Form einer Innenverzahnung 18 versehen.

**[0055]** Zur Erzeugung einer hierzu erforderlichen axialen Matrizenbewegung der Umformmatrize 9 dient ein Matrizenantrieb 19 eines Umformantriebs 20 der Vorrichtung 5. Zusätzlich zu dem Matrizenantrieb 19 umfasst der Umformantrieb 20 einen Dornantrieb 21 und eine Antriebssteuerung 22.

**[0056]** Zu Beginn des Umformprozesses bewegt der Matrizenantrieb 19 die Werkzeugaufnahme der Axialformmaschine gemeinsam mit der Umformmatrize 9 längs der Rohrachse 3, bis die Umformmatrize 9 aus einer Position abseits des Rohres 1 an das in Figur 1 rechte Ende des Rohres 1 gelangt und dieses Rohrende der rohrseitigen Mündung der Matrizenöffnung 11 unmittelbar benachbart ist. Das Rohr 1 befindet sich zu diesem Zeitpunkt noch in seinem unverformten Ausgangszustand.

**[0057]** Außerdem verfährt der Dornantrieb 21 den Dornhalter der Axialformmaschine mit dem Dorn 10 längs der Rohrachse 3 ausgehend von einer Position in Figur 1 links des Rohres 1 nach rechts, bis der an dem Dornhalter fixierte Dorn 10 im Innern des Rohres 1 die Position gemäß Figur 2 einnimmt.

**[0058]** Das umzuformende Rohr 1 ist an der Axialformmaschine mit seinem in den Figuren 1 und 2 linken Ende an einem längs der Rohrachse 3 stationären axialen Widerlager 23 gelagert.

**[0059]** Zum Umformen des Rohres 1 wird die Umformmatrize 9 nun mittels des Matrizenantriebs 19 ausgehend von ihrer Ausgangsposition an dem rechten Ende des Rohres 1 mit einer axialen Matrizenbewegung relativ zu

dem an dem stationären axialen Widerlager 23 abgestützten und folglich gleichfalls stationären Rohr 1 in Richtung auf das stationäre axiale Widerlager 23 bewegt. Bei der axialen Matrizenbewegung verfährt die Umformmatrize 9 längs der Rohrachse 3 relativ zu dem Rohr 1 und dabei auch längs des im Innern des Rohres 1 angeordneten Dorns 10. Die Bewegungsrichtung der Umformmatrize 9 bei der axialen Matrizenbewegung ist in Figur 2 durch einen Pfeil 24 veranschaulicht.

[0060] Aufgrund des Übermaßes des unverformten Rohrquerschnitts 4 gegenüber dem Öffnungsquerschnitt der Matrizenöffnung 11 bewirkt die axiale Matrizenbewegung der Umformmatrize 9, dass an der in der Richtung des Pfeils 24 gelegenen Seite der Umformmatrize 9 die Fließgrenze des Materials der Rohrwand 2 überschritten wird. Der Rohrquerschnitt 4 wird aufgrund der axialen Matrizenbewegung reduziert und Material der Rohrwand 2 fließt unter Ausbildung der Innenverzahnung 18 der Rohrwand 2 und bei gleichzeitiger Längung der Rohrwand 2 in die Dornzahnzwischenräume 17 des Dorns 10.

[0061] Dabei sorgen die Matrizenzähne 13 der Matrizenverzahnung 12 aufgrund ihrer Anordnung gegenüber den Dornzahnzwischenräumen 17 des Dorns 10 dafür, dass die Dornzahnzwischenräume 17 vollständig mit dem fließenden Material der Rohrwand 2 gefüllt werden und die Innenverzahnung 18 der Rohrwand 2 folglich exakt mit ihrer durch die Dornverzahnung 15 vorgegebenen Soll-Geometrie erzeugt wird.

[0062] In Figur 2 ist ein Zeitpunkt des Umformprozesses veranschaulicht, zu welchem die Bearbeitung des Rohres 1 noch nicht abgeschlossen ist und die Umformmatrize 9 folglich noch einen Restweg in Richtung auf das axiale Widerlager 23 zurückzulegen hat.

[0063] Besteht im Falle des Rohres 1 etwa aufgrund der Rohrlänge die Gefahr einer Stauchung des Rohres 1 während des Umformprozesses wird die vorstehende Kinematik des Umformprozesses abgewandelt.

[0064] Abweichend von den vorstehend beschriebenen Abläufen wird zur Vermeidung einer Stauchung des Rohres 1 der axialen Matrizenbewegung der Umformmatrize 9 mittels der Antriebssteuerung 22 eine zu der axialen Matrizenbewegung gegenläufige und in Richtung eines Pfeils 25 in Figur 2 ausgeführte axiale Dornbewegung des Dorns 10 überlagert.

[0065] Die Geschwindigkeiten der axialen Matrizenbewegung und der axialen Dornbewegung können dabei unterschiedlich bemessen sein. Beispielsweise kann mittels der Antriebssteuerung 22 die Geschwindigkeit der axialen Matrizenbewegung der Umformmatrize 9 in Richtung des Pfeils 24 auf 60 mm/s und die Geschwindigkeit der axialen Dornbewegung des Dorns 10 in Richtung des Pfeils 25 auf 15 mm/s eingestellt werden.

[0066] Mit dem Einlaufen des freien Endes des Rohres 1 in die Matrizenöffnung 11 zu Beginn des Umformprozesses wird die Rohrwand 2 in dem betreffenden Bereich gegen den Dorn 10 gedrückt. Dadurch wird zwischen der Rohrwand 2 und dem Dorn 10 ein Kraftschluss erzeugt.

[0067] Gleichzeitig wird die Rohrwand 2 aufgrund der

axialen Matrizenbewegung durch die Umformmatrize 9 an deren in Richtung des Pfeils 24 gelegenen Seite auf Druck beansprucht und dadurch die Fließgrenze des Materials der Rohrwand 2 überschritten. Das axiale Widerlager 23, welches das von der Umformmatrize 9 beaufschlagte Rohr 1 abstützt, ist auch bei gegenseitiger Überlagerung einer axialen Matrizenbewegung und einer axialen Dornbewegung während der Beaufschlagung des Rohres 1 durch die Umformmatrize 9 längs der Rohrachse 3 ortsfest.

[0068] Infolge des Kraftschlusses zwischen der Rohrwand 2 und dem Dorn 10 wird die an der Außenseite von der Umformmatrize 9 beaufschlagte Rohrwand 2 mittels des Dorns 10 in Richtung des Pfeils 25 auf Zug beansprucht. Der mittels des Dornantriebs 21 angetriebene Dorn 10 zieht folglich die Rohrwand 2 aktiv in Richtung des Pfeils 25 durch die Matrizenöffnung 11 und die Dicke der Rohrwand 2 wird reduziert bei gleichzeitiger Längung des Rohres 1 und bei gleichzeitiger Erzeugung der Innenverzahnung 18 an der Rohrwand 2.

[0069] Aufgrund einer entsprechenden Abstimmung der axialen Matrizenbewegung in Richtung des Pfeils 24 und der axialen Dornbewegung in Richtung des Pfeils 25, d.h. durch entsprechende Steuerung des Matrizenantriebs 19 und des Dornantriebs 21 mittels der Antriebssteuerung 22, erfolgt die Umformung der Rohrwand 2, ohne dass es an der in Richtung des Pfeils 24 gelegenen Seite der Umformmatrize 9 zu einer Stauchung des Rohres 1 kommt. Infolgedessen bedarf es zur Vermeidung einer Stauchung des Rohres 1 im Falle der Vorrichtung 5 auch keiner zusätzlichen Armierung an der Außenseite des Rohres 1.

[0070] Durch entsprechende Steuerung des Matrizenantriebs 19 und des Dornantriebs 21 wird dafür Sorge getragen, dass bei Erreichen der gewünschten Umformlänge an dem Rohr 1 der Matrizenantrieb 19 und der Dornantrieb 21 gleichzeitig stillgesetzt werden können.

[0071] Aufgrund des Umstands, dass gleichzeitig eine axiale Matrizenbewegung und eine dazu gegenläufige axiale Dornbewegung ausgeführt werden, lässt sich eine hohe Umformgeschwindigkeit erzielen. Ungeachtet der hohen Umformgeschwindigkeit ergibt sich ein qualitativ hochwertiges Bearbeitungsergebnis an dem Rohr 1.

[0072] Während mittels der Vorrichtungen 5, 5a gemäß Figur 2 und gemäß Figur 4 die Innenverzahnung an der Rohrwand 2 in einem einstufigen Umformprozess erzeugt wird, dient die in den Figuren 3a und 3b dargestellte Anordnung 6 mit der ersten Umformvorrichtung 7 und der zweiten Umformvorrichtung 8 zur Durchführung eines zweistufigen Umformverfahrens.

[0073] Die erste Umformvorrichtung 7 der Anordnung 6 (Figur 3a) umfasst eine erste Umformmatrize 26 zur Anordnung an der Außenseite des Rohres 1 sowie einen ersten Dorn 27 zur Anordnung im Innern des Rohres 1.

[0074] Die erste Umformmatrize 26 der ersten Umformvorrichtung 7 ist mit einer ersten Matrizenöffnung 28 zur Aufnahme des Rohres 1 ausgebildet. Die erste Matrizenöffnung 28 ist in dem dargestellten Beispielsfall

glattwandig. Der Durchmesser der ersten Matrizenöffnung 28 entspricht dem Fußkreisdurchmesser der verzahnten Matrizenöffnung 11 an der Umformmatrize 9 gemäß Figur 2 und ist folglich ebenfalls kleiner als der Durchmesser des Rohrquerschnitts 4 des Rohres 1 im unverformten Ausgangszustand.

**[0075]** Der erste Dorn 27 der ersten Umformvorrichtung 7 weist an seinem Umfang als erstes formgebendes Dornprofil eine erste formgebende Dornverzahnung 29 auf mit ersten Dornprofilvorsprüngen in Form von ersten Dornzähnen 30 und zwischen den ersten Dornzähnen 30 ausgebildeten ersten Dornzahnzwischenräumen 31 als erste Dornprofilzwischenräume. An dem im Innern des Rohres 1 angeordneten ersten Dorn 27 verlaufen die ersten Dornzähne 30 und die ersten Dornzahnzwischenräume 31 längs der Rohrachse 3. Die ersten Dornzahnzwischenräume 31 öffnen sich zu der achsparallelen Innenseite der Rohrwand 2 hin. Die Verzahnungsgeometrie des verzahnten ersten Dorns 27 der ersten Umformvorrichtung 7 bildet die Soll-Geometrie der verzahnten Innenseite der Rohrwand 2 an dem fertig umgeformten Rohr ab.

**[0076]** In einer ersten Verfahrensstufe des zweistufigen Umformprozesses wird aus dem unverformten Rohr 1 im Ausgangszustand eine Vorform 32 des fertig umgeformten Rohres erzeugt.

**[0077]** Die Abläufe der ersten Verfahrensstufe des zweistufigen Umformprozesses entsprechen grundsätzlich den vorstehend im Einzelnen beschriebenen Abläufen des einstufigen Umformverfahrens gemäß Figur 2.

**[0078]** Ein erster Matrizenantrieb 33 eines ersten Umformantriebs 34 der ersten Umformvorrichtung 7 erzeugt eine axiale Matrizenbewegung der auf dem Rohr 1 aufsitzen den ersten Umformmatrize 26 relativ zu dem Rohr 1 längs der Rohrachse 3 und längs des im Inneren des Rohres 1 angeordneten ersten Dorns 27.

**[0079]** Bei Stauchgefahr wird der axialen Matrizenbewegung der ersten Umformmatrize 26 eine mittels eines ersten Dornantriebs 35 des Umformantriebs 34 ausgeführte und zu der axialen Matrizenbewegung der ersten Umformmatrize 26 gegenläufige axiale Dornbewegung des ersten Dorns 27 überlagert. Die aktive axiale Matrizenbewegung der ersten Umformmatrize 26 und die aktive axiale Dornbewegung des ersten Dorns 27 werden gegebenenfalls von einer ersten Antriebssteuerung 36 des ersten Umformantriebs 34 aufeinander abgestimmt gesteuert.

**[0080]** Als Produkt der ersten Verfahrensstufe des zweistufigen Umformprozesses ergibt sich die Vorform 32 des fertig umgeformten Rohres mit einer mit der Rohrachse 3 zusammenfallenden Vorformachse 37 und einer Vorformwand 38. Die Wandstärke der Vorformwand 38 ist gegenüber der Wandstärke der Rohrwand 2 reduziert. Außerdem ist die Vorformwand 38 mit einem Innenprofil in Form einer Innenverzahnung 39 versehen.

**[0081]** Da die Geometrie der Innenverzahnung 39 an der Vorformwand 38 gegenüber der Soll-Geometrie des fertig umgeformten Rohres noch eine zu große Toleranz

aufweist, schließt sich an die erste Verfahrensstufe gemäß Figur 3a die mittels der zweiten Umformvorrichtung 8 durchgeführte zweite Verfahrensstufe des zweistufigen Umformprozesses an.

**[0082]** Gemäß Figur 3b umfasst die zweite Umformvorrichtung 8 eine zweite Umformmatrize 40 zur Anordnung an der Außenseite der Vorform 32 und einen zweiten Dorn 41 zur Anordnung im Inneren der Vorform 32.

**[0083]** Eine zweite Matrizenöffnung 42 der zweiten Umformmatrize 40 ist zur Aufnahme der Vorform 32 ausgebildet und weist an der Öffnungswand eine formgebende Matrizenverzahnung 43 als formgebendes Matrizenprofil auf. Die formgebende Matrizenverzahnung 43 wird gebildet von Matrizenprofilvorsprüngen in Form von Matrizenzähnen 44 und zwischen den Matrizenzähnen 44 als Matrizenprofilzwischenräume ausgebildeten Matrizenzahnzwischenräumen 45.

**[0084]** Bei auf der Außenseite der Vorform 32 angeordneter zweiter Umformmatrize 40 verlaufen die Matrizenzähne 44 und die Matrizenzahnzwischenräume 45 längs der Vorformachse 37. Die Matrizenzahnzwischenräume 45 öffnen sich zu der achsparallelen Außenseite der Vorformwand 38 hin. Der Fußkreisdurchmesser der Matrizenverzahnung 43 an der zweiten Matrizenöffnung 42 der zweiten Umformmatrize 40 entspricht dem Durchmesser der glattwandigen ersten Matrizenöffnung 28 an der ersten Umformmatrize 26 der ersten Umformvorrichtung 7.

**[0085]** Der zweite Dorn 41 der zweiten Umformvorrichtung 8 ist baugleich mit dem ersten Dorn 27 der ersten Umformvorrichtung 7.

**[0086]** Der zweite Dorn 41 weist an seinem Umfang als zweites formgebendes Zahnprofil eine zweite formgebende Dornverzahnung 46 auf mit zweiten Dornprofilvorsprüngen in Form von zweiten Dornzähnen 47 und mit zweiten Dornprofilzwischenräumen in Form von zweiten Dornzahnzwischenräumen 48. Auch die zweite formgebende Dornverzahnung 46 bildet die an dem fertig umgeformten Rohr zu erstellende Innenverzahnung mit ihrer Soll-Geometrie ab.

**[0087]** An dem im Innern der Vorform 32 angeordneten zweiten Dorn 41 verlaufen die zweiten Dornzähne 47 und die zweiten Dornzahnzwischenräume 48 längs der Vorformachse 37. Die zweiten Dornzahnzwischenräume 48 öffnen sich zu der achsparallelen Innenseite der Vorformwand 38 hin.

**[0088]** Um die Vorformachse 37 sind die zweite Umformmatrize 40 und der zweite Dorn 41 relativ zueinander derart angeordnet, dass die an der achsparallelen Außenseite der Vorformwand 38 angeordneten Matrizenzähne 44 und die an der achsparallelen Innenseite der Vorformwand 38 angeordnete zweiten Dornzahnzwischenräume 48 sowie die an der achsparallelen Außenseite der Vorformwand 38 angeordneten Matrizenzahnzwischenräume 45 und die an der achsparallelen Innenseite der Vorformwand 38 angeordneten zweiten Dornzähne 47 jeweils einander an der Vorformwand 38 in radialer Richtung der Vorformachse 37 gegenüberlie-



gen. Die Dornzahnzwischenräume 48 nehmen dabei zu Beginn der zweiten Verfahrensstufe des Umformprozesses das in der ersten Verfahrensstufe erzeugte Innenprofil 39 der Vorform 32 auf.

**[0089]** Auch die Abläufe der zweiten Verfahrensstufe des zweistufigen Umformprozesses entsprechen grundsätzlich den Abläufen des mittels der Vorrichtung 5 durchgeführten einstufigen Umformprozesses gemäß Figur 2.

**[0090]** Ein zweiter Matrizenantrieb 49 eines zweiten Umformantriebs 50 bewegt die auf der Vorform 32 auf sitzende zweite Umformmatrize 40 mit einer axialen Matrizenbewegung relativ zu der Vorform 32 längs der Vorformachse 37 und längs des im Inneren der Vorform 32 angeordneten zweiten Dorns 41.

**[0091]** Bei Stauchgefahr wird der axialen Matrizenbewegung der zweiten Umformmatrize 40 eine mittels eines zweiten Dornantriebs 51 erzeugte gegenläufige axiale Dornbewegung des zweiten Dorns 41 überlagert. Dabei werden der zweite Matrizenantrieb 49 und der zweite Dornantrieb 51 durch eine zweite Antriebssteuerung 52 des zweiten Umformantriebs 50 aufeinander abgestimmt gesteuert.

**[0092]** Während der zweiten Verfahrensstufe sorgen die Matrizenzähne 44 der Matrizenverzahnung 43 an der zweiten Umformmatrize 40 aufgrund ihrer Anordnung gegenüber den zweiten Dornzahnzwischenräumen 48 des zweiten Dorns 41 dafür, dass die zweiten Dornzahnzwischenräume 48 vollständig mit dem fließenden Material der Vorformwand 38 gefüllt werden und dass sich folglich an dem fertig umgeformten Rohr als Innenprofil eine Innenverzahnung 53 ergibt, deren Geometrie exakt ihrer durch die zweite Dornverzahnung 46 vorgegebenen Soll-Geometrie entspricht.

**[0093]** Ebenso wie die Vorrichtung 5 gemäß Figur 2 und auch die Umformvorrichtungen 7, 8 gemäß den Figuren 3a, 3b ist auch die Vorrichtung 5a gemäß Figur 4 an einer Axialformmaschine herkömmlicher Bauart montiert.

**[0094]** Eine Umformmatrize 9a der Vorrichtung 5a weist eine zur Aufnahme des Rohres 1 ausgebildete Matrizenöffnung 11a ("Kalibrierstrecke") auf. An der Matrizenöffnung 11a ist die Umformmatrize 9a mit einem formgebenden Matrizenprofil in Form einer formgebenden Matrizenverzahnung 12a versehen. Die Matrizenverzahnung 12a weist Matrizenzähne 13a als Matrizenprofilvorsprünge und zwischen den Matrizenzähnen 13a ausgebildete Matrizenzahnzwischenräume 14a als Matrizenprofilzwischenräume auf.

**[0095]** Abweichend von der Umformmatrize 9 gemäß Figur 2 ist an der Umformmatrize 9a der Fußkreisdurchmesser der Matrizenverzahnung 12a größer als der Außendurchmesser des Rohres 1 im Ausgangszustand bei noch unverformtem Rohr 1. Der Kopfkreisdurchmesser der Matrizenverzahnung 12a ist geringfügig kleiner als der Innendurchmesser des Rohres 1 im Ausgangszustand.

**[0096]** Ein Dorn 10a ist zur Anordnung im Inneren des

Rohres 1 ausgebildet und an seinem Umfang mit einem als formgebende Dornverzahnung 15a ausgebildeten formgebenden Dornprofil versehen. Die formgebende Dornverzahnung 15a wird gebildet von Dornprofilvorsprüngen in Form von Dornzähnen 16a und von zwischen den Dornzähnen 16a als Dornprofilzwischenräume angeordneten Dornzahnzwischenräumen 17a.

**[0097]** An der auf der Außenseite des Rohres 1 auf sitzenden Umformmatrize 9a verlaufen die Matrizenzähne 13a und die Matrizenzahnzwischenräume 14a längs der Rohrachse 3. Die Matrizenzahnzwischenräume 14a öffnen sich dabei zu der achsparallelen Außenseite der Rohrwand 2 hin.

**[0098]** An dem Dorn 10a im Inneren des Rohres 1 verlaufen die Dornzähne 16a und die Dornzahnzwischenräume 17a ebenfalls längs der Rohrachse 3. Die Dornzahnzwischenräume 17a öffnen sich zu der achsparallelen Innenseite der Rohrwand 2 hin.

**[0099]** Um die Rohrachse 3 sind die Umformmatrize 9a und der Dorn 10a relativ zueinander derart positioniert, dass die an der achsparallelen Außenseite der Rohrwand 2 angeordneten Matrizenzähne 13a und die an der achsparallelen Innenseite der Rohrwand 2 angeordneten Dornzahnzwischenräume 17a sowie die an der achsparallelen Außenseite der Rohrwand 2 angeordneten Matrizenzahnzwischenräume 14a und die an der achsparallelen Innenseite der Rohrwand 2 angeordnete Dornzähne 16a jeweils einander an der Rohrwand 2 in radialer Richtung der Rohrachse 3 gegenüberliegen.

**[0100]** Aufgrund der Bemessung des Kopf- und des Fußkreisdurchmessers an der Matrizenverzahnung 12a erzeugt die Vorrichtung 5a an der Innenseite der Rohrwand 2 ein Innenprofil in Form einer Innenverzahnung 18a, ohne dass dabei die Wandstärke der Rohrwand 2 reduziert wird.

**[0101]** Die Abläufe bei der Umformung des Rohres 1 mittels der Vorrichtung 5a entsprechen ebenfalls den Abläufen an der Vorrichtung 5 gemäß Figur 2.

**[0102]** Zur Erzeugung einer axialen Matrizenbewegung der Umformmatrize 9a dient ein Matrizenantrieb 19a eines Umformantriebs 20a der Vorrichtung 5a. Zusätzlich zu dem Matrizenantrieb 19a umfasst der Umformantrieb 20a einen Dornantrieb 21a und eine Antriebssteuerung 22a.

**[0103]** Zum Umformen des Rohres 1 wird die Umformmatrize 9a mittels des Matrizenantriebs 19a ausgehend von ihrer Ausgangsposition an dem rechten Ende des Rohres 1 mit einer axialen Matrizenbewegung relativ zu dem an dem stationären axialen Widerlager 23 abgestützten und folglich gleichfalls stationären Rohr 1 in Richtung auf das stationäre axiale Widerlager 23 bewegt. Bei der axialen Matrizenbewegung verfährt die Umformmatrize 9a in Richtung des Pfeils 24 längs der Rohrachse 3 relativ zu dem Rohr 1 und dabei auch längs des im Inneren des Rohres 1 angeordneten Dorns 10a.

**[0104]** Aufgrund des Übermaßes der unverformten Rohrwand 2 gegenüber dem Kopfkreisdurchmesser der Matrizenverzahnung 12a fließt Material der Rohrwand 2

unter Ausbildung der Innenverzahnung 18a der Rohrwand 2 in die Dornzahnzwischenräume 17a des Dorns 10a.

**[0105]** Auch die Matrizenzähne 13a der Matrizenverzahnung 12a sorgen aufgrund ihrer Anordnung gegenüber den Dornzahnzwischenräumen 17a des Dorns 10a dafür, dass die Dornzahnzwischenräume 17a vollständig mit dem fließenden Material der Rohrwand 2 gefüllt werden und die Innenverzahnung 18a der Rohrwand 2 folglich exakt mit ihrer durch die Dornverzahnung 15a vorgegebenen Soll-Geometrie erzeugt wird.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers (1), der eine Hohlkörperwand (2) aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und eine in Längsrichtung des Hohlkörpers (1) verlaufende Hohlkörperachse (3) aufweist,

- mit einer Umformmatrize (9, 9a), die zur Anordnung an der Außenseite des Hohlkörpers (1) ausgebildet ist und die mit einer zur Aufnahme des Hohlkörpers (1) ausgebildeten Matrizenöffnung (11, 11a) versehen ist,

- mit einem Dorn (10, 10a), der zur Anordnung im Innern des Hohlkörpers (1) ausgebildet ist und der an seinem Umfang mit einem formgebenden Dornprofil (15, 15a) versehen ist mit Dornprofilvorsprüngen (16, 16a) und zwischen den Dornprofilvorsprüngen (16, 16a) ausgebildeten Dornprofilzwischenräumen (17, 17a), wobei an dem im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten Dorn (10, 10a) die Dornprofilvorsprünge (16, 16a) und die Dornprofilzwischenräume (17, 17a) längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die Dornprofilzwischenräume (17, 17a) zu der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen sowie

- mit einem Umformantrieb (20, 20a), der einen Matrizenantrieb (19, 19a) aufweist, mittels dessen die Umformmatrize (9, 9a) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Hohlkörperachse (3) relativ zu dem Hohlkörper (1) und dabei längs des im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten Dorns (10, 10a) bewegbar ist, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand (2) Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung eines Innenprofils (18, 18a) der Hohlkörperwand (2) in die Dornprofilzwischenräume (17, 17a) des Dorns (10, 10a) fließt,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Umformmatrize (9, 9a) an der Matrizenöffnung (11, 11a) mit einem formgebenden Matrizenprofil (12, 12a) versehen ist

mit Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) und zwischen den Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) ausgebildeten Matrizenprofilzwischenräumen (14, 14a), wobei bei mit der axialen Matrizenbewegung bewegter Umformmatrize (9, 9a)

- die Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) und die Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) zu der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen und

- an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornprofilzwischenräume (17, 17a) sowie an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornprofilvorsprünge (16, 16a) jeweils einander an der Hohlkörperwand (2) in radialer Richtung der Hohlkörperachse (3) gegenüberliegen, wobei die Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung des Innenprofils (18, 18a) der Hohlkörperwand (2) in Richtung auf die den Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) gegenüberliegenden Dornprofilzwischenräume (17, 17a) beaufschlagen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** als formgebendes Dornprofil (15, 15a) ein dornseitiges Verzahnungsprofil mit Dornzähnen als Dornprofilvorsprünge (16, 16a) und mit Dornzahnzwischenräumen als Dornprofilzwischenräume (17, 17a) vorgesehen ist und
- **dass** als formgebendes Matrizenprofil (12, 12a) ein matrizenseitiges Verzahnungsprofil mit Matrizenzähnen als Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) und mit Matrizenzahnzwischenräumen als Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) vorgesehen ist,

wobei an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenzähne und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornzahnzwischenräume sowie an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenzahnzwischenräume und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornzähne jeweils einander an der Hohlkörperwand (2) in radialer Richtung der Hohlkörperachse (3) gegenüberliegen und wobei die Matrizenzähne Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung des Innenprofils (18, 18a) der Hohlkörperwand (2) in Richtung auf die den Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) gegenüberliegenden Dornprofilzwischenräume (17, 17a) beaufschlagen.

körperwand (2) in Richtung auf die den Matrizenzähnen gegenüberliegenden Dornzahnzwischenräume beaufschlagen.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Matrizenöffnung (11) einen Öffnungsquerschnitt aufweist, der kleiner ist als ein sich senkrecht zu der Hohlkörperachse (3) erstreckender Hohlkörperquerschnitt (4) in einem Ausgangszustand und dass aufgrund der axialen Matrizenbewegung und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand (2) der Querschnitt (4) des Hohlkörpers (1) reduziert wird. 5
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Hohlkörper (1) ein axiales Widerlager (23) vorgesehen ist, an welchem der Hohlkörper (1) in der Richtung der axialen Matrizenbewegung abgestützt ist und welches bei der von der Umformmatrize (9) relativ zu dem Hohlkörper (1) ausgeführten axialen Matrizenbewegung längs der Hohlkörperachse (3) ortsfest ist. 10 20 25
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
  - **dass** der Umformantrieb (20, 20a) zusätzlich zu dem Matrizenantrieb (19, 19a) einen Dornantrieb (21, 21a) sowie eine Antriebssteuerung (22, 22a) aufweist, 30
  - **dass** mittels des Dornantriebs (21, 21a) der im Innern des Hohlkörpers (1) angeordnete Dorn (10, 10a) mit einer der axialen Matrizenbewegung entgegen gerichteten axialen Dornbewegung längs der Hohlkörperachse (3) durch die Matrizenöffnung (11, 11a) bewegbar ist, 35
  - **dass** die Hohlkörperwand (2) aufgrund der axialen Dornbewegung mittels des Dorns (10, 10a) in einer Richtung der axialen Dornbewegung auf Zug beanspruchbar und dadurch relativ zu der Umformmatrize (9, 9a) in der Richtung der axialen Dornbewegung durch die Matrizenöffnung (11, 11a) ziehbar ist und 40 45
  - **dass** mittels der Antriebssteuerung (22, 22a) des Umformantriebs (20, 20a) der Dornantrieb (21, 21a) und der Matrizenantrieb (19, 19a) derart steuerbar sind, dass die axiale Dornbewegung und die axiale Matrizenbewegung einander überlagert sind. 50
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Antriebssteuerung (22, 22a) der Matrizenantrieb (19, 19a) und der Dornantrieb (21, 21a) derart steuerbar sind, dass das Verhältnis der Geschwindigkeiten der axialen Dornbewegung und der axialen Matrizenbewegung abhän- 55

gig ist von dem Verhältnis des Querschnitts des Hohlkörpers (1) im Ausgangszustand und des Querschnitts des Hohlkörpers (1) nach dem Umformprozess.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Beträge der axialen Dornbewegung und der axialen Matrizenbewegung reziprok ist zu dem Verhältnis der Geschwindigkeiten der axialen Dornbewegung und der axialen Matrizenbewegung.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,**
  - **dass** die Umformmatrize (9, 9a) mittels des Matrizenantriebs (19, 19a) mit einer Positionierbewegung aus einer Position abseits des umzuformenden Hohlkörpers (1) in eine Position bewegbar ist, in welcher die Umformmatrize (9, 9a) an der Außenseite des Hohlkörpers (1) angeordnet ist und
  - **dass** mittels der Antriebssteuerung (22, 22a) der Matrizenantrieb (19, 19a) und der Dornantrieb (21, 21a) derart steuerbar sind, dass der Dornantrieb (21, 21a) die axiale Dornbewegung einleitet, bevor die Umformmatrize (9, 9a) aufgrund der Positionierbewegung der Umformmatrize (9, 9a) an der Außenseite des Hohlkörpers (1) angeordnet ist.
9. Anordnung zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers (1), der eine Hohlkörperwand (2) aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und eine in Längsrichtung des Hohlkörpers (1) verlaufende Hohlkörperachse (3) aufweist,
  - wobei die Anordnung eine erste Umformvorrichtung (7) und eine zweite Umformvorrichtung (8) umfasst und die zweite Umformvorrichtung (8) der ersten Umformvorrichtung (7) in einem Umformprozess nachgeordnet ist,
  - wobei die erste Umformvorrichtung (7) ausgebildet ist zur Erzeugung einer Vorform (32) eines fertig umgeformten Hohlkörpers aus dem Hohlkörper (1) in einem Ausgangszustand,
  - wobei die Vorform (32) als rohrartiger Hohlkörper mit einer Vorformwand (38) aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und mit einer mit der Hohlkörperachse (3) zusammenfallenden Vorformachse (37) ausgebildet ist und
  - wobei die zweite Umformvorrichtung (8) ausgebildet ist zur Erzeugung einer Folgeform der Vorform (32), insbesondere zur Erzeugung des fertig umgeformten Hohlkörpers, die eine Folgeformwand aufweist,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** als erste Umformvorrichtung (7) eine Umformvorrichtung vorgesehen ist,

- mit einer ersten Umformmatrize (26), die zur Anordnung an der Außenseite des Hohlkörpers (1) ausgebildet ist und die mit einer zur Aufnahme des Hohlkörpers (1) ausgebildeten ersten Matrizenöffnung (28) versehen ist, 5
- mit einem ersten Dorn (27), der zur Anordnung im Innern des Hohlkörpers (1) ausgebildet ist und der an seinem Umfang mit einem ersten formgebenden Dornprofil (29) versehen ist mit ersten Dornprofilvorsprüngen (30) und zwischen den ersten Dornprofilvorsprüngen (30) ausgebildeten ersten Dornprofilzwischenräumen (31), wobei an dem im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten ersten Dorn (27) die ersten Dornprofilvorsprünge (30) und die ersten Dornprofilzwischenräume (31) längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die ersten Dornprofilzwischenräume (31) zu der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen sowie 10
- mit einem ersten Umformantrieb (34), der einen ersten Matrizenantrieb (33) aufweist, mittels dessen die erste Umformmatrize (26) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Hohlkörperachse (3) relativ zu dem Hohlkörper (1) und dabei längs des im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten ersten Dorns (27) bewegbar ist, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung der ersten Umformmatrize (26) und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand (2) Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung eines Innenprofils (39) der Vorformwand (38) in die ersten Dornprofilzwischenräume (31) des ersten Dorns (27) fließt, und 15 20 25 30 35

**dass** als zweite Umformvorrichtung (8) eine Umformvorrichtung vorgesehen ist, 40

- mit einer zweiten Umformmatrize (40), die zur Anordnung an der Außenseite der Vorform (32) ausgebildet ist und die eine zur Aufnahme der Vorform (32) ausgebildete zweite Matrizenöffnung (42) aufweist, 45
- mit einem zweiten Dorn (41), der zur Anordnung im Innern der Vorform (32) ausgebildet ist und der an seinem Umfang mit einem zweiten formgebenden Dornprofil (46) versehen ist mit zweiten Dornprofilvorsprüngen (47) und zwischen den zweiten Dornprofilvorsprüngen (47) ausgebildeten zweiten Dornprofilzwischenräumen (48), wobei an dem im Innern der Vorform (32) angeordneten zweiten Dorn (41) die zweiten Dornprofilvorsprünge (47) und die zweiten Dornprofilzwischenräume (48) längs der Vor- 50 55

formachse (37) verlaufen und wobei sich die zweiten Dornprofilzwischenräume (48) zu der achsparallelen Innenseite der Vorformwand (38) hin öffnen und das Innenprofil (39) der Vorformwand (38) aufnehmen sowie

- mit einem zweiten Umformantrieb (50), der einen zweiten Matrizenantrieb (49) aufweist, mittels dessen die zweite Umformmatrize (40) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Vorformachse (37) relativ zu der Vorform (32) und dabei längs des im Innern der Vorform (32) angeordneten zweiten Dorns (41) bewegbar ist, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung der zweiten Umformmatrize (40) und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Vorformwand (38) Material der Vorform (32) unter Ausbildung eines Innenprofils (53) der Folgeformwand in die zweiten Dornprofilzwischenräume (48) des zweiten Dorns (41) fließt, 60

wobei die zweite Umformmatrize (40) an der zweiten Matrizenöffnung (42) mit einem formgebenden Matrizenprofil (43) versehen ist mit Matrizenprofilvorsprüngen (44) und zwischen den Matrizenprofilvorsprüngen (44) ausgebildeten Matrizenprofilzwischenräumen (45) und wobei bei mit der axialen Matrizenbewegung bewegter zweiter Umformmatrize (40) 65

- die Matrizenprofilvorsprünge (44) und die Matrizenprofilzwischenräume (45) der zweiten Umformmatrize (40) längs der Vorformachse (37) verlaufen und sich die Matrizenprofilzwischenräume (45) zu der achsparallelen Außenseite der Vorformwand (38) hin öffnen und
- an der achsparallelen Außenseite der Vorformwand (38) angeordnete Matrizenprofilvorsprünge (44) und an der achsparallelen Innenseite der Vorformwand (38) angeordnete zweite Dornprofilvorsprünge (47) jeweils einander an der Vorformwand (38) in radialer Richtung der Vorformachse (37) gegenüberliegen, wobei die Matrizenprofilvorsprünge (44) Material der Vorformwand (38) unter Ausbildung des Innenprofils (53) der Folgeformwand in Richtung auf die den Matrizenprofilvorsprüngen (44) gegenüberliegenden zweiten Dornprofilzwischenräume (48) beaufschlagen. 70 75

**10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass** das erste formgebende Dornprofil (29) des ersten Dorns (27) und das zweite formge-

bende Dornprofil (46) des zweiten Dorns (41) in ihrer Geometrie miteinander übereinstimmen.

11. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** als zweiter Dorn (41) der erste Dorn (27) vorgesehen ist. 5
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Matrizenöffnung (28) der ersten Umformmatrize (26) eine glatte Öffnungswand aufweist. 10
13. Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Umformmatrize (26) an der ersten Matrizenöffnung (28) mit einem ersten formgebenden Matrizenprofil versehen ist mit ersten Matrizenprofilvorsprüngen und zwischen den ersten Matrizenprofilvorsprüngen ausgebildeten ersten Matrizenprofilzwischenräumen, wobei bei mit der axialen Matrizenbewegung bewegter erster Umformmatrize (26) 20
  - die ersten Matrizenprofilvorsprünge und die ersten Matrizenprofilzwischenräume längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die ersten Matrizenprofilzwischenräume zu der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen und 25
  - an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete erste Matrizenprofilvorsprünge und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete erste Dornprofilzwischenräume sowie an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete erste Matrizenprofilzwischenräume und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete erste Dornprofilvorsprünge jeweils einander an der Hohlkörperwand (2) in radialer Richtung der Hohlkörperachse (3) gegenüberliegen, wobei die ersten Matrizenprofilvorsprünge Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung des Innenprofils (39) der Vorformwand (38) in Richtung auf die den ersten Matrizenprofilvorsprüngen gegenüberliegenden ersten Dornprofilzwischenräume beaufschlagen und 4045

**dass** die zweite Umformmatrize (40) als formgebendes Matrizenprofil ein zweites formgebendes Matrizenprofil aufweist mit zweiten Matrizenprofilvorsprüngen und zwischen den zweiten Matrizenprofilvorsprüngen ausgebildeten zweiten Matrizenprofilzwischenräumen. 50
14. Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet,** 55
  - **dass** die erste Matrizenöffnung (28) der ersten

Umformmatrize (26) einen Öffnungsquerschnitt aufweist, der kleiner ist als ein sich senkrecht zu der Hohlkörperachse (3) erstreckender Hohlkörperquerschnitt (4) des Hohlkörpers (1) im Ausgangszustand, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung der ersten Umformmatrize (26) und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand (2) der Querschnitt (4) des Hohlkörpers (1) reduziert wird und/oder

• **dass** die zweite Matrizenöffnung (42) der zweiten Umformmatrize (40) einen Öffnungsquerschnitt aufweist, der kleiner ist als ein sich senkrecht zu der Vorformachse (37) erstreckender Vorformquerschnitt der Vorform (32), wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung der zweiten Umformmatrize (40) und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Vorformwand (38) der Querschnitt der Vorform (32) reduziert wird.

15. Verfahren zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers (1), der eine Hohlkörperwand (2) aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und eine in Längsrichtung des Hohlkörpers (1) verlaufende Hohlkörperachse (3) aufweist,

• wobei an der Außenseite des Hohlkörpers (1) eine Umformmatrize (9, 9a) angeordnet wird, die mit einer zur Aufnahme des Hohlkörpers (1) ausgebildeten Matrizenöffnung (11, 11a) versehen ist,

• wobei im Innern des Hohlkörpers (1) ein Dorn (10, 10a) angeordnet wird, der an seinem Umfang mit einem formgebenden Dornprofil (15, 15a) versehen ist mit Dornprofilvorsprüngen (16, 16a) und zwischen den Dornprofilvorsprüngen (16, 16a) ausgebildeten Dornprofilzwischenräumen (17, 17a), wobei an dem im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten Dorn (10, 10a) die Dornprofilvorsprünge (16, 16a) und die Dornprofilzwischenräume (17, 17a) längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die Dornprofilzwischenräume (17, 17a) zu der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen und

• wobei die Umformmatrize (9, 9a) mittels eines Matrizenantriebs (19, 19a) eines Umformantriebs (20, 20a) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Hohlkörperachse (3) relativ zu dem Hohlkörper (1) und dabei längs des im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten Dorns (10, 10a) bewegt wird, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand (2) Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung eines Innenprofils (18, 18a) der Hohlkörperwand (2) in

die Dornprofilzwischenräume (17, 17a) des Dorns (10, 10a) fließt,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

mittels des Matrizenantriebs (19, 19a) mit der axialen Matrizenbewegung eine Umformmatrize (9, 9a) relativ zu dem Hohlkörper (1) bewegt wird, die an der Matrizenöffnung (11, 11a) mit einem formgebenden Matrizenprofil (12, 12a) versehen ist mit Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) und zwischen den Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) ausgebildeten Matrizenprofilzwischenräumen (14, 14a), wobei bei mit der axialen Matrizenbewegung bewegter Umformmatrize (9, 9a)

- die Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) und die Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) zu der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen und
- an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornprofilzwischenräume (17, 17a) sowie an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornprofilvorsprünge (16, 16a) jeweils einander an der Hohlkörperwand (2) in radialer Richtung der Hohlkörperachse (3) gegenüberliegen, wobei die Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung des Innenprofils (18, 18a) der Hohlkörperwand (2) in Richtung auf die den Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) gegenüberliegenden Dornprofilzwischenräume (17, 17a) beaufschlagen.

16. Verfahren zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers (1), der eine Hohlkörperwand (2) aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und eine in Längsrichtung des Hohlkörpers (1) verlaufende Hohlkörperachse (3) aufweist,

- wobei das Verfahren eine erste Verfahrensstufe und eine zweite Verfahrensstufe umfasst und die zweite Verfahrensstufe der ersten Verfahrensstufe in dem Verfahren nachfolgt,
- wobei in der ersten Verfahrensstufe aus dem Hohlkörper (1) in einem Ausgangszustand eine Vorform (32) eines fertig umgeformten Hohlkörpers erzeugt wird,
- wobei die Vorform (32) als rohrartiger Hohlkörper (1) mit einer Vorformwand (38) aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und mit einer mit der Hohlkörperachse (3) zusammenfallen-

den Vorformachse (37) ausgebildet ist und

- wobei in der zweiten Verfahrensstufe eine Folgeform der Vorform (32), insbesondere der fertig umgeformte Hohlkörper erzeugt wird, die eine Folgeformwand aufweist,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** in der ersten Verfahrensstufe

- eine erste Umformmatrize (26) einer ersten Umformvorrichtung (7) an der Außenseite des Hohlkörpers (1) angeordnet wird, derart, dass die erste Umformmatrize (26) den Hohlkörper (1) an einer ersten Matrizenöffnung (28) aufnimmt,
- im Innern des Hohlkörpers (1) ein erster Dorn (27) der ersten Umformvorrichtung (7) angeordnet wird, der an seinem Umfang mit einem ersten formgebenden Dornprofil (29) versehen ist mit ersten Dornprofilvorsprüngen (30) und zwischen den ersten Dornprofilvorsprüngen (30) ausgebildeten ersten Dornprofilzwischenräumen (31), wobei an dem im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten ersten Dorn (27) die ersten Dornprofilvorsprünge (30) und die ersten Dornprofilzwischenräume (31) längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die ersten Dornprofilzwischenräume (31) zu der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen und
- die erste Umformmatrize (26) mittels eines ersten Matrizenantriebs (33) eines ersten Umformantriebs (34) der ersten Umformvorrichtung (7) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Hohlkörperachse (3) relativ zu dem Hohlkörper (1) und dabei längs des im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten ersten Dorns (27) bewegt wird, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung der ersten Umformmatrize (26) und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand (2) Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung eines Innenprofils (39) der Vorformwand (38) in die ersten Dornprofilzwischenräume (31) des ersten Dorns (27) fließt, und

**dass** in der zweiten Verfahrensstufe

- eine zweite Umformmatrize (40) einer zweiten Umformvorrichtung (8) an der Außenseite der Vorform (32) angeordnet wird, derart, dass die zweite Umformmatrize (40) die Vorform (32) an einer zweiten Matrizenöffnung (42) aufnimmt,
- im Innern der Vorform (32) ein zweiter Dorn (41) der zweiten Umformvorrichtung (8) angeordnet wird, der an seinem Umfang mit einem zweiten formgebenden Dornprofil (46) versehen ist mit zweiten Dornprofilvorsprüngen (47) und

zwischen den zweiten Dornprofilvorsprüngen (47) ausgebildeten zweiten Dornprofilzwischenräumen (48), wobei an dem im Innern der Vorform (32) angeordneten zweiten Dorn (41) die zweiten Dornprofilvorsprünge (47) und die zweiten Dornprofilzwischenräume (48) längs der Vorformachse (37) verlaufen und wobei sich die zweiten Dornprofilzwischenräume (48) zu der achsparallelen Innenseite der Vorformwand (38) hin öffnen und das Innenprofil der Vorformwand (38) aufnehmen und

- die zweite Umformmatrize (40) mittels eines zweiten Matrizenantriebs (49) eines zweiten Umformantriebs (50) der zweiten Umformvorrichtung (8) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Vorformachse (37) relativ zu der Vorform (32) und dabei längs des im Innern der Vorform (32) angeordneten zweiten Dorns (41) bewegt wird, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung der zweiten Umformmatrize (40) und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Vorformwand (38) Material der Vorform (32) unter Ausbildung eines Innenprofils (53) der Folgeformwand in die zweiten Dornprofilzwischenräume (48) des zweiten Dorns (41) fließt,

wobei mittels des zweiten Matrizenantriebs (49) mit der axialen Matrizenbewegung eine zweite Umformmatrize (40) relativ zu der Vorform (32) bewegt wird, die an der zweiten Matrizenöffnung (42) mit einem formgebenden Matrizenprofil (43) versehen ist mit Matrizenprofilvorsprüngen (44) und zwischen den Matrizenprofilvorsprüngen (44) ausgebildeten Matrizenprofilzwischenräumen (45), wobei bei mit der axialen Matrizenbewegung bewegter zweiter Umformmatrize (40)

- die Matrizenprofilvorsprünge (44) und die Matrizenprofilzwischenräume (45) der zweiten Umformmatrize (40) längs der Vorformachse (37) verlaufen und sich die Matrizenprofilzwischenräume (45) zu der achsparallelen Außenseite der Vorformwand (38) hin öffnen und

- an der achsparallelen Außenseite der Vorformwand (38) angeordnete Matrizenprofilvorsprünge (44) und an der achsparallelen Innenseite der Vorformwand (38) angeordnete zweite Dornprofilzwischenräume (48) sowie an der achsparallelen Außenseite der Vorformwand (38) angeordnete Matrizenprofilzwischenräume (45) und an der achsparallelen Innenseite der Vorformwand (38) angeordnete zweite Dornprofilvorsprünge (47) jeweils einander an der Vorformwand (38) in radialer Richtung der Vorformachse (37) gegenüberliegen, wobei die Matrizenprofilvorsprünge (44) Material der Vorformwand (38) unter Ausbildung des Innenpro-

files (53) der Folgeformwand in Richtung auf die den Matrizenprofilvorsprüngen (44) gegenüberliegenden zweiten Dornprofilzwischenräume (48) beaufschlagen.

## Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Vorrichtung zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers (1), der eine Hohlkörperwand (2) aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und eine in Längsrichtung des Hohlkörpers (1) verlaufende Hohlkörperachse (3) aufweist,

- mit einer Umformmatrize (9, 9a), die zur Anordnung an der Außenseite des Hohlkörpers (1) ausgebildet ist und die mit einer zur Aufnahme des Hohlkörpers (1) ausgebildeten Matrizenöffnung (11, 11a) versehen ist,

- mit einem Dorn (10, 10a), der zur Anordnung im Innern des Hohlkörpers (1) ausgebildet ist und der an seinem Umfang mit einem formgebenden Dornprofil (15, 15a) versehen ist mit Dornprofilvorsprüngen (16, 16a) und zwischen den Dornprofilvorsprüngen (16, 16a) ausgebildeten Dornprofilzwischenräumen (17, 17a), wobei an dem im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten Dorn (10, 10a) die Dornprofilvorsprünge (16, 16a) und die Dornprofilzwischenräume (17, 17a) längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die Dornprofilzwischenräume (17, 17a) zu der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen sowie

- mit einem Umformantrieb (20, 20a), der einen Matrizenantrieb (19, 19a) aufweist, mittels dessen die Umformmatrize (9, 9a) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Hohlkörperachse (3) relativ zu dem Hohlkörper (1) und dabei längs des im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten Dorns (10, 10a) bewegbar ist, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand (2) Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung eines Innenprofils (18, 18a) der Hohlkörperwand (2) in die Dornprofilzwischenräume (17, 17a) des Dorns (10, 10a) fließt,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Umformmatrize (9, 9a) an der Matrizenöffnung (11, 11a) mit einem formgebenden Matrizenprofil (12, 12a) versehen ist mit Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) und zwischen den Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) ausgebildeten Matrizenprofilzwischenräumen (14, 14a), wobei bei mit der axialen Matrizenbewegung bewegter Umformmatrize (9, 9a)

- die Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) und die

Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) zu der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen und

- an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornprofilzwischenräume (17, 17a) sowie an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornprofilvorsprünge (16, 16a) jeweils einander an der Hohlkörperwand (2) in radialer Richtung der Hohlkörperachse (3) gegenüberliegen, wobei die Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung des Innenprofils (18, 18a) der Hohlkörperwand (2) in Richtung auf die den Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) gegenüberliegenden Dornprofilzwischenräume (17, 17a) beaufschlagen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** als formgebendes Dornprofil (15, 15a) ein dornseitiges Verzahnungsprofil mit Dornzähnen als Dornprofilvorsprünge (16, 16a) und mit Dornzahnzwischenräumen als Dornprofilzwischenräume (17, 17a) vorgesehen ist und
- **dass** als formgebendes Matrizenprofil (12, 12a) ein matrizenseitiges Verzahnungsprofil mit Matrizenzähnen als Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) und mit Matrizenzahnzwischenräumen als Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) vorgesehen ist, wobei an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenzähne und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornzahnzwischenräume sowie an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenzahnzwischenräume und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornzähne jeweils einander an der Hohlkörperwand (2) in radialer Richtung der Hohlkörperachse (3) gegenüberliegen und wobei die Matrizenzähne Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung des Innenprofils (18, 18a) der Hohlkörperwand (2) in Richtung auf die den Matrizenzähnen gegenüberliegenden Dornzahnzwischenräume beaufschlagen.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Hohlkörper (1) ein axiales Widerlager (23) vorgese-

hen ist, an welchem der Hohlkörper (1) in der Richtung der axialen Matrizenbewegung abgestützt ist und welches bei der von der Umformmatrize (9) relativ zu dem Hohlkörper (1) ausgeführten axialen Matrizenbewegung längs der Hohlkörperachse (3) ortsfest ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** der Umformantrieb (20, 20a) zusätzlich zu dem Matrizenantrieb (19, 19a) einen Dornantrieb (21, 21a) sowie eine Antriebssteuerung (22, 22a) aufweist,
- **dass** mittels des Dornantriebs (21, 21a) der im Innern des Hohlkörpers (1) angeordnete Dorn (10, 10a) mit einer der axialen Matrizenbewegung entgegen gerichteten axialen Dornbewegung längs der Hohlkörperachse (3) durch die Matrizenöffnung (11, 11a) bewegbar ist,
- **dass** die Hohlkörperwand (2) aufgrund der axialen Dornbewegung mittels des Dorns (10, 10a) in einer Richtung der axialen Dornbewegung auf Zug beanspruchbar und dadurch relativ zu der Umformmatrize (9, 9a) in der Richtung der axialen Dornbewegung durch die Matrizenöffnung (11, 11a) ziehbar ist und
- **dass** mittels der Antriebssteuerung (22, 22a) des Umformantriebs (20, 20a) der Dornantrieb (21, 21a) und der Matrizenantrieb (19, 19a) derart steuerbar sind, dass die axiale Dornbewegung und die axiale Matrizenbewegung einander überlagert sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Antriebssteuerung (22, 22a) der Matrizenantrieb (19, 19a) und der Dornantrieb (21, 21a) derart steuerbar sind, dass das Verhältnis der Geschwindigkeiten der axialen Dornbewegung und der axialen Matrizenbewegung abhängig ist von dem Verhältnis des Querschnitts des Hohlkörpers (1) im Ausgangszustand und des Querschnitts des Hohlkörpers (1) nach dem Umformprozess.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Beträge der axialen Dornbewegung und der axialen Matrizenbewegung reziprok ist zu dem Verhältnis der Geschwindigkeiten der axialen Dornbewegung und der axialen Matrizenbewegung.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die Umformmatrize (9, 9a) mittels des Matrizenantriebs (19, 19a) mit einer Positionierungsbewegung aus einer Position abseits des um-



zuformenden Hohlkörpers (1) in eine Position bewegbar ist, in welcher die Umformmatrize (9, 9a) an der Außenseite des Hohlkörpers (1) angeordnet ist und

• **dass** mittels der Antriebssteuerung (22, 22a) 5  
der Matrizenantrieb (19, 19a) und der Dornantrieb (21, 21a) derart steuerbar sind, dass der Dornantrieb (21, 21a) die axiale Dornbewegung einleitet, bevor die Umformmatrize (9, 9a) aufgrund der Positionierbewegung der Umformmatrize (9, 9a) an der Außenseite des Hohlkörpers (1) angeordnet ist. 10

8. Anordnung zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers (1), der eine Hohlkörperwand (2) aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und eine in Längsrichtung des Hohlkörpers (1) verlaufende Hohlkörperachse (3) aufweist, 15

• wobei die Anordnung eine erste Umformvorrichtung (7) und eine zweite Umformvorrichtung (8) umfasst und die zweite Umformvorrichtung (8) der ersten Umformvorrichtung (7) in einem Umformprozess nachgeordnet ist, 20

• wobei die erste Umformvorrichtung (7) ausgebildet ist zur Erzeugung einer Vorform (32) eines fertig umgeformten Hohlkörpers aus dem Hohlkörper (1) in einem Ausgangszustand, 25

• wobei die Vorform (32) als rohrartiger Hohlkörper mit einer Vorformwand (38) aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und mit einer mit der Hohlkörperachse (3) zusammenfallenden Vorformachse (37) ausgebildet ist und 30

• wobei die zweite Umformvorrichtung (8) ausgebildet ist zur Erzeugung einer Folgeform der Vorform (32), insbesondere zur Erzeugung des fertig umgeformten Hohlkörpers, die eine Folgeformwand aufweist, 35

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** als erste Umformvorrichtung (7) eine Umformvorrichtung vorgesehen ist, 40

• mit einer ersten Umformmatrize (26), die zur Anordnung an der Außenseite des Hohlkörpers (1) ausgebildet ist und die mit einer zur Aufnahme des Hohlkörpers (1) ausgebildeten ersten Matrizenöffnung (28) versehen ist, 45

• mit einem ersten Dorn (27), der zur Anordnung im Innern des Hohlkörpers (1) ausgebildet ist und der an seinem Umfang mit einem ersten formgebenden Dornprofil (29) versehen ist mit ersten Dornprofilvorsprüngen (30) und zwischen den ersten Dornprofilvorsprüngen (30) ausgebildeten ersten Dornprofilzwischenräumen (31), wobei an dem im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten ersten Dorn (27) die ersten Dornprofilvorsprünge (30) und die ersten Dornprofilzwischenräume (31) längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die ersten 50

Dornprofilzwischenräume (31) zu der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen sowie

• mit einem ersten Umformantrieb (34), der einen ersten Matrizenantrieb (33) aufweist, mittels dessen die erste Umformmatrize (26) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Hohlkörperachse (3) relativ zu dem Hohlkörper (1) und dabei längs des im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten ersten Dorns (27) bewegbar ist, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung der ersten Umformmatrize (26) und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand (2) Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung eines Innenprofils (39) der Vorformwand (38) in die ersten Dornprofilzwischenräume (31) des ersten Dorns (27) fließt, und

**dass** als zweite Umformvorrichtung (8) eine Umformvorrichtung vorgesehen ist,

• mit einer zweiten Umformmatrize (40), die zur Anordnung an der Außenseite der Vorform (32) ausgebildet ist und die eine zur Aufnahme der Vorform (32) ausgebildete zweite Matrizenöffnung (42) aufweist,

• mit einem zweiten Dorn (41), der zur Anordnung im Innern der Vorform (32) ausgebildet ist und der an seinem Umfang mit einem zweiten formgebenden Dornprofil (46) versehen ist mit zweiten Dornprofilvorsprüngen (47) und zwischen den zweiten Dornprofilvorsprüngen (47) ausgebildeten zweiten Dornprofilzwischenräumen (48), wobei an dem im Innern der Vorform (32) angeordneten zweiten Dorn (41) die zweiten Dornprofilvorsprünge (47) und die zweiten Dornprofilzwischenräume (48) längs der Vorformachse (37) verlaufen und wobei sich die zweiten Dornprofilzwischenräume (48) zu der achsparallelen Innenseite der Vorformwand (38) hin öffnen und das Innenprofil (39) der Vorformwand (38) aufnehmen sowie

• mit einem zweiten Umformantrieb (50), der einen zweiten Matrizenantrieb (49) aufweist, mittels dessen die zweite Umformmatrize (40) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Vorformachse (37) relativ zu der Vorform (32) und dabei längs des im Innern der Vorform (32) angeordneten zweiten Dorns (41) bewegbar ist, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung der zweiten Umformmatrize (40) und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Vorformwand (38) Material der Vorform (32) unter Ausbildung eines Innenprofils (53) der Folgeformwand in die zweiten Dornprofilzwischenräume (48) des zweiten Dorns (41) fließt,

wobei die zweite Umformmatrize (40) an der zweiten Matrizenöffnung (42) mit einem form-

gebenden Matrizenprofil (43) versehen ist mit Matrizenprofilvorsprüngen (44) und zwischen den Matrizenprofilvorsprüngen (44) ausgebildeten Matrizenprofilzwischenräumen (45) und wobei bei mit der axialen Matrizenbewegung bewegter zweiter Umformmatrize (40)

- die Matrizenprofilvorsprünge (44) und die Matrizenprofilzwischenräume (45) der zweiten Umformmatrize (40) längs der Vorformachse (37) verlaufen und sich die Matrizenprofilzwischenräume (45) zu der achsparallelen Außenseite der Vorformwand (38) hin öffnen und

- an der achsparallelen Außenseite der Vorformwand (38) angeordnete Matrizenprofilvorsprünge (44) und an der achsparallelen Innenseite der Vorformwand (38) angeordnete zweite Dornprofilzwischenräume (48) sowie an der achsparallelen Außenseite der Vorformwand (38) angeordnete Matrizenprofilzwischenräume (45) und an der achsparallelen Innenseite der Vorformwand (38) angeordnete zweite Dornprofilvorsprünge (47) jeweils einander an der Vorformwand (38) in radialer Richtung der Vorformachse (37) gegenüberliegen, wobei die Matrizenprofilvorsprünge (44) Material der Vorformwand (38) unter Ausbildung des Innenprofils (53) der Folgeformwand in Richtung auf die den Matrizenprofilvorsprüngen (44) gegenüberliegenden zweiten Dornprofilzwischenräume (48) beaufschlagen.

9. Anordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste formgebende Dornprofil (29) des ersten Dorns (27) und das zweite formgebende Dornprofil (46) des zweiten Dorns (41) in ihrer Geometrie miteinander übereinstimmen.

10. Anordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** als zweiter Dorn (41) der erste Dorn (27) vorgesehen ist.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Matrizenöffnung (28) der ersten Umformmatrize (26) eine glatte Öffnungswand aufweist.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Umformmatrize (26) an der ersten Matrizenöffnung (28) mit einem ersten formgebenden Matrizenprofil versehen ist mit ersten Matrizenprofilvorsprüngen und zwischen den ersten Matrizenprofilvorsprüngen ausgebildeten ersten Matrizenprofilzwischenräumen, wobei bei mit der axialen Matrizenbewegung bewegter erster Umformmatrize (26)

- die ersten Matrizenprofilvorsprünge und die ersten Matrizenprofilzwischenräume längs der

Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die ersten Matrizenprofilzwischenräume zu der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen und

- an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete erste Matrizenprofilvorsprünge und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete erste Dornprofilzwischenräume sowie an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete erste Matrizenprofilzwischenräume und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete erste Dornprofilvorsprünge jeweils einander an der Hohlkörperwand (2) in radialer Richtung der Hohlkörperachse (3) gegenüberliegen, wobei die ersten Matrizenprofilvorsprünge Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung des Innenprofils (39) der Vorformwand (38) in Richtung auf die den ersten Matrizenprofilvorsprüngen gegenüberliegenden ersten Dornprofilzwischenräume beaufschlagen und

**dass** die zweite Umformmatrize (40) als formgebendes Matrizenprofil ein zweites formgebendes Matrizenprofil aufweist mit zweiten Matrizenprofilvorsprüngen und zwischen den zweiten Matrizenprofilvorsprüngen ausgebildeten zweiten Matrizenprofilzwischenräumen.

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die erste Matrizenöffnung (28) der ersten Umformmatrize (26) einen Öffnungsquerschnitt aufweist, der kleiner ist als ein sich senkrecht zu der Hohlkörperachse (3) erstreckender Hohlkörperquerschnitt (4) des Hohlkörpers (1) im Ausgangszustand, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung der ersten Umformmatrize (26) und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand (2) der Querschnitt (4) des Hohlkörpers (1) reduziert wird und/oder

- **dass** die zweite Matrizenöffnung (42) der zweiten Umformmatrize (40) einen Öffnungsquerschnitt aufweist, der kleiner ist als ein sich senkrecht zu der Vorformachse (37) erstreckender Vorformquerschnitt der Vorform (32), wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung der zweiten Umformmatrize (40) und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Vorformwand (38) der Querschnitt der Vorform (32) reduziert wird.

14. Verfahren zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers (1), der eine Hohlkörperwand (2) aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und eine in Längsrichtung des Hohlkörpers (1) verlaufende Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die ersten Matrizenprofilzwischenräume zu der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen und

- an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete erste Matrizenprofilvorsprünge und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete erste Dornprofilzwischenräume sowie an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete erste Matrizenprofilzwischenräume und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete erste Dornprofilvorsprünge jeweils einander an der Hohlkörperwand (2) in radialer Richtung der Hohlkörperachse (3) gegenüberliegen, wobei die ersten Matrizenprofilvorsprünge Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung des Innenprofils (39) der Vorformwand (38) in Richtung auf die den ersten Matrizenprofilvorsprüngen gegenüberliegenden ersten Dornprofilzwischenräume beaufschlagen und

**dass** die zweite Umformmatrize (40) als formgebendes Matrizenprofil ein zweites formgebendes Matrizenprofil aufweist mit zweiten Matrizenprofilvorsprüngen und zwischen den zweiten Matrizenprofilvorsprüngen ausgebildeten zweiten Matrizenprofilzwischenräumen.

perachse (3) aufweist,

- wobei an der Außenseite des Hohlkörpers (1) eine Umformmatrize (9, 9a) angeordnet wird, die mit einer zur Aufnahme des Hohlkörpers (1) ausgebildeten Matrizenöffnung (11, 11a) versehen ist, 5
  - wobei im Innern des Hohlkörpers (1) ein Dorn (10, 10a) angeordnet wird, der an seinem Umfang mit einem formgebenden Dornprofil (15, 15a) versehen ist mit Dornprofilvorsprüngen (16, 16a) und zwischen den Dornprofilvorsprüngen (16, 16a) ausgebildeten Dornprofilzwischenräumen (17, 17a), wobei an dem im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten Dorn (10, 10a) die Dornprofilvorsprünge (16, 16a) und die Dornprofilzwischenräume (17, 17a) längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die Dornprofilzwischenräume (17, 17a) zu der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen und 10
  - wobei die Umformmatrize (9, 9a) mittels eines Matrizenantriebs (19, 19a) eines Umformantriebs (20, 20a) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Hohlkörperachse (3) relativ zu dem Hohlkörper (1) und dabei längs des im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten Dorns (10, 10a) bewegt wird, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand (2) Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung eines Innenprofils (18, 18a) der Hohlkörperwand (2) in die Dornprofilzwischenräume (17, 17a) des Dorns (10, 10a) fließt, 20
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- mittels des Matrizenantriebs (19, 19a) mit der axialen Matrizenbewegung eine Umformmatrize (9, 9a) relativ zu dem Hohlkörper (1) bewegt wird, die an der Matrizenöffnung (11, 11a) mit einem formgebenden Matrizenprofil (12, 12a) versehen ist mit Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) und zwischen den Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) ausgebildeten Matrizenprofilzwischenräumen (14, 14a), wobei bei mit der axialen Matrizenbewegung bewegter Umformmatrize (9, 9a) 25
- die Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) und die Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) zu der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen und 30
  - an der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornprofilzwischenräume (17, 17a) sowie an 35

der achsparallelen Außenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Matrizenprofilzwischenräume (14, 14a) und an der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) angeordnete Dornprofilvorsprünge (16, 16a) jeweils einander an der Hohlkörperwand (2) in radialer Richtung der Hohlkörperachse (3) gegenüberliegen, wobei die Matrizenprofilvorsprünge (13, 13a) Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung des Innenprofils (18, 18a) der Hohlkörperwand (2) in Richtung auf die den Matrizenprofilvorsprüngen (13, 13a) gegenüberliegenden Dornprofilzwischenräume (17, 17a) beaufschlagen.

**15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass** an der Außenseite des Hohlkörpers (1) eine Umformmatrize (9) angeordnet wird mit einer Matrizenöffnung (11), deren Öffnungsquerschnitt kleiner ist als ein sich senkrecht zu der Hohlkörperachse (3) erstreckender Hohlkörperquerschnitt (4) in einem Ausgangszustand und dass aufgrund der axialen Matrizenbewegung und des damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand (2) der Querschnitt (4) des Hohlkörpers (1) reduziert wird. 25

**16. Verfahren zum Umformen eines rohrartigen Hohlkörpers (1), der eine Hohlkörperwand (2) aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und eine in Längsrichtung des Hohlkörpers (1) verlaufende Hohlkörperachse (3) aufweist,**

- wobei das Verfahren eine erste Verfahrensstufe und eine zweite Verfahrensstufe umfasst und die zweite Verfahrensstufe der ersten Verfahrensstufe in dem Verfahren nachfolgt,
  - wobei in der ersten Verfahrensstufe aus dem Hohlkörper (1) in einem Ausgangszustand eine Vorform (32) eines fertig umgeformten Hohlkörpers erzeugt wird,
  - wobei die Vorform (32) als rohrartiger Hohlkörper (1) mit einer Vorformwand (38) aus einem plastisch verformbaren Werkstoff und mit einer mit der Hohlkörperachse (3) zusammenfallenden Vorformachse (37) ausgebildet ist und
  - wobei in der zweiten Verfahrensstufe eine Folgeform der Vorform (32), insbesondere der fertig umgeformte Hohlkörper erzeugt wird, die eine Folgeformwand aufweist, 35
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** in der ersten Verfahrensstufe
- eine erste Umformmatrize (26) einer ersten Umformvorrichtung (7) an der Außenseite des Hohlkörpers (1) angeordnet wird, derart, dass die erste Umformmatrize (26) den Hohlkörper (1) an einer ersten Matrizenöffnung (28) aufnimmt,
  - im Innern des Hohlkörpers (1) ein erster Dorn 40

(27) der ersten Umformvorrichtung (7) angeordnet wird, der an seinem Umfang mit einem ersten formgebenden Dornprofil (29) versehen ist mit ersten Dornprofilvorsprüngen (30) und zwischen den ersten Dornprofilvorsprüngen (30) ausgebildeten ersten Dornprofilzwischenräumen (31), wobei an dem im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten ersten Dorn (27) die ersten Dornprofilvorsprünge (30) und die ersten Dornprofilzwischenräume (31) längs der Hohlkörperachse (3) verlaufen und sich die ersten Dornprofilzwischenräume (31) zu der achsparallelen Innenseite der Hohlkörperwand (2) hin öffnen und

- die erste Umformmatrize (26) mittels eines ersten Matrizenantriebs (33) eines ersten Umformantriebs (34) der ersten Umformvorrichtung (7) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Hohlkörperachse (3) relativ zu dem Hohlkörper (1) und dabei längs des im Innern des Hohlkörpers (1) angeordneten ersten Dorns (27) bewegt wird, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung der ersten Umformmatrize (26) und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Hohlkörperwand (2) Material der Hohlkörperwand (2) unter Ausbildung eines Innenprofils (39) der Vorformwand (38) in die ersten Dornprofilzwischenräume (31) des ersten Dorns (27) fließt, und

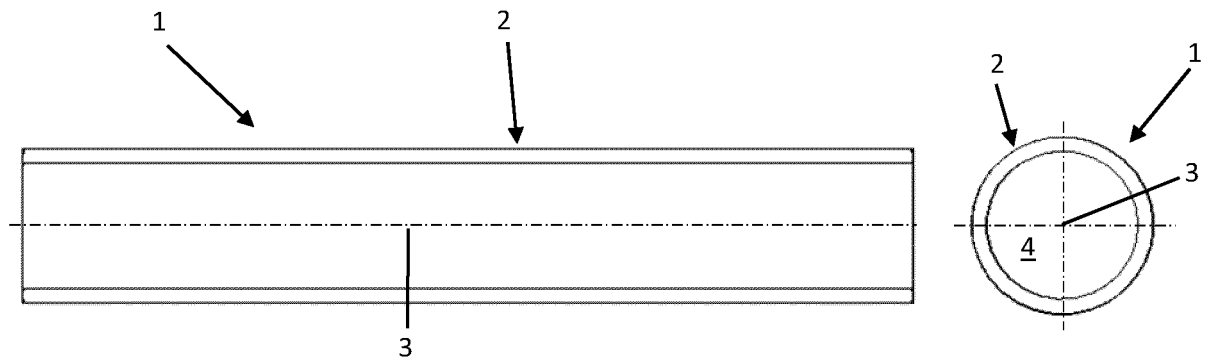
**dass** in der zweiten Verfahrensstufe

- eine zweite Umformmatrize (40) einer zweiten Umformvorrichtung (8) an der Außenseite der Vorform (32) angeordnet wird, derart, dass die zweite Umformmatrize (40) die Vorform (32) an einer zweiten Matrizenöffnung (42) aufnimmt,
- im Innern der Vorform (32) ein zweiter Dorn (41) der zweiten Umformvorrichtung (8) angeordnet wird, der an seinem Umfang mit einem zweiten formgebenden Dornprofil (46) versehen ist mit zweiten Dornprofilvorsprüngen (47) und zwischen den zweiten Dornprofilvorsprüngen (47) ausgebildeten zweiten Dornprofilzwischenräumen (48), wobei an dem im Innern der Vorform (32) angeordneten zweiten Dorn (41) die zweiten Dornprofilvorsprünge (47) und die zweiten Dornprofilzwischenräume (48) längs der Vorformachse (37) verlaufen und wobei sich die zweiten Dornprofilzwischenräume (48) zu der achsparallelen Innenseite der Vorformwand (38) hin öffnen und das Innenprofil der Vorformwand (38) aufnehmen und
- die zweite Umformmatrize (40) mittels eines zweiten Matrizenantriebs (49) eines zweiten Umformantriebs (50) der zweiten Umformvorrichtung (8) mit einer axialen Matrizenbewegung längs der Vorformachse (37) relativ zu der Vorform (32) und dabei längs des im Innern der Vorform (32) angeordneten zweiten Dorns (41) be-

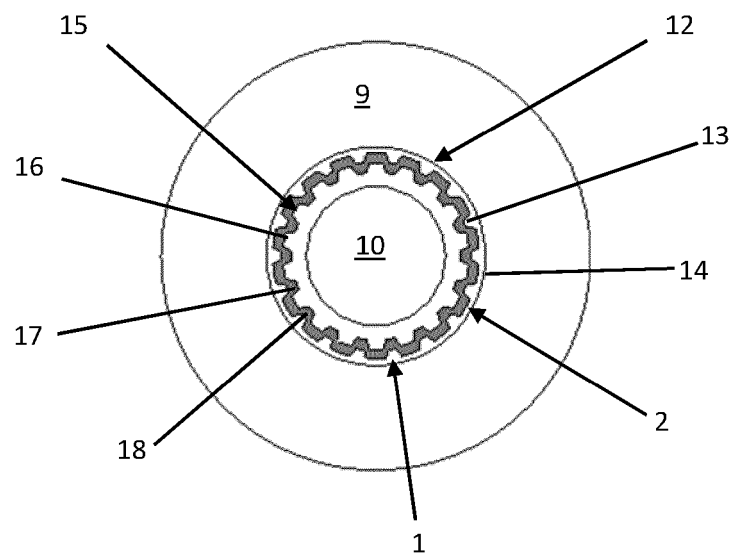
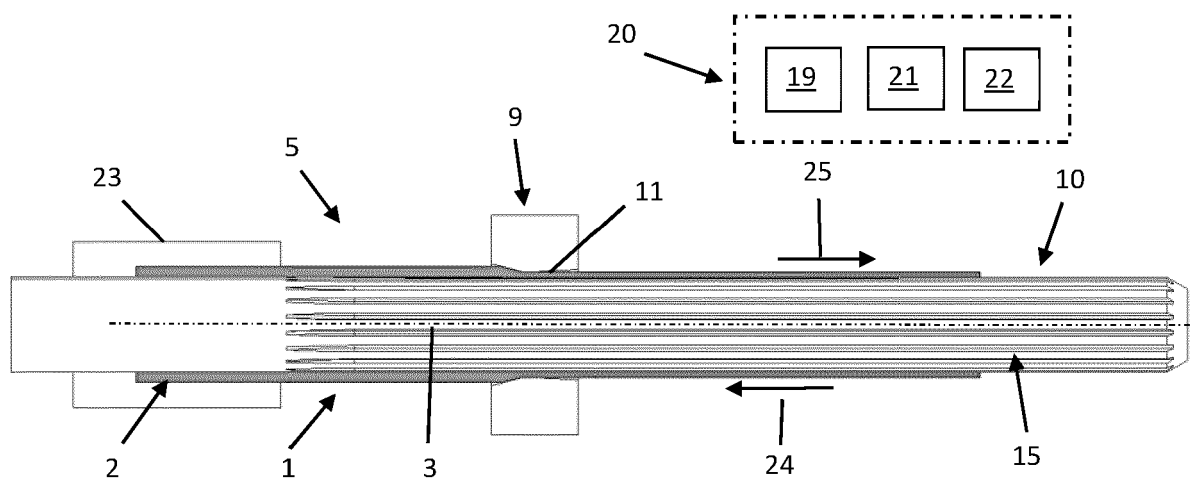
wegt wird, wobei aufgrund der axialen Matrizenbewegung der zweiten Umformmatrize (40) und eines damit verbundenen Überschreitens der Fließgrenze des Materials der Vorformwand (38) Material der Vorform (32) unter Ausbildung eines Innenprofils (53) der Folgeformwand in die zweiten Dornprofilzwischenräume (48) des zweiten Dorns (41) fließt,

wobei mittels des zweiten Matrizenantriebs (49) mit der axialen Matrizenbewegung eine zweite Umformmatrize (40) relativ zu der Vorform (32) bewegt wird, die an der zweiten Matrizenöffnung (42) mit einem formgebenden Matrizenprofil (43) versehen ist mit Matrizenprofilvorsprüngen (44) und zwischen den Matrizenprofilvorsprüngen (44) ausgebildeten Matrizenprofilzwischenräumen (45), wobei bei mit der axialen Matrizenbewegung bewegter zweiter Umformmatrize (40)

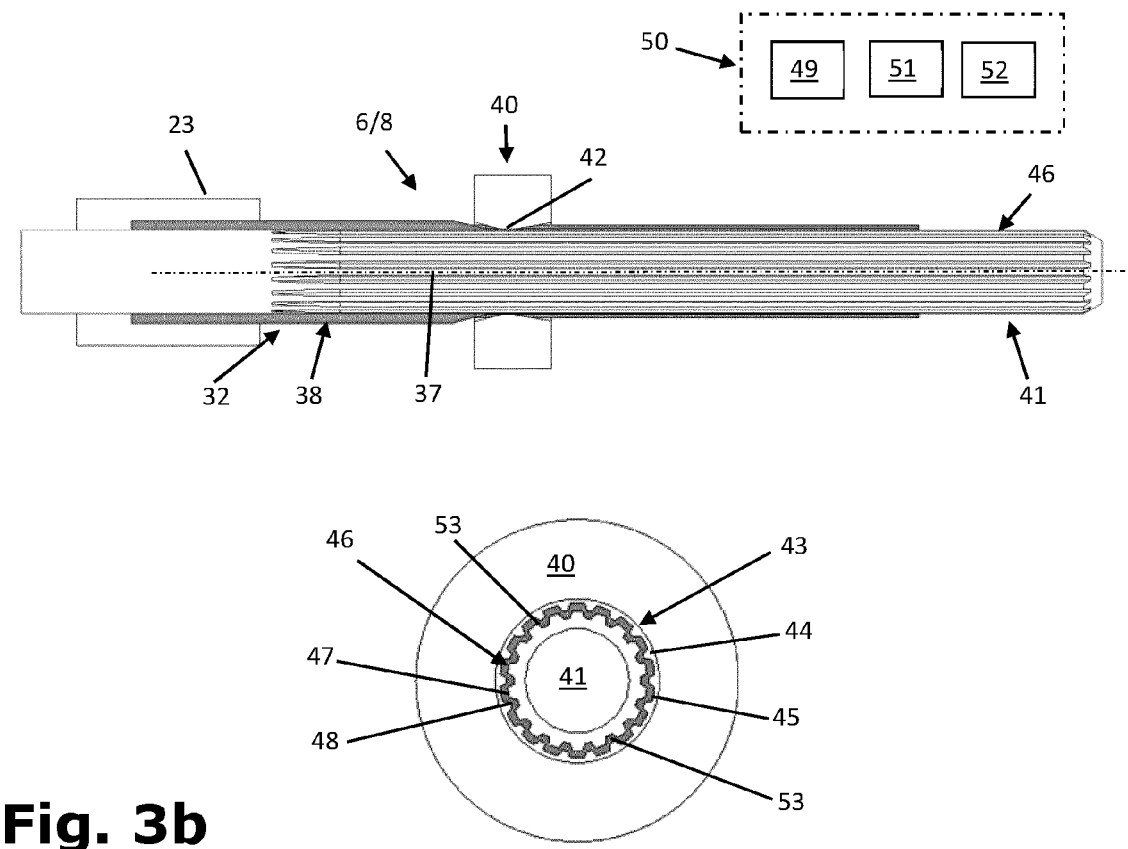
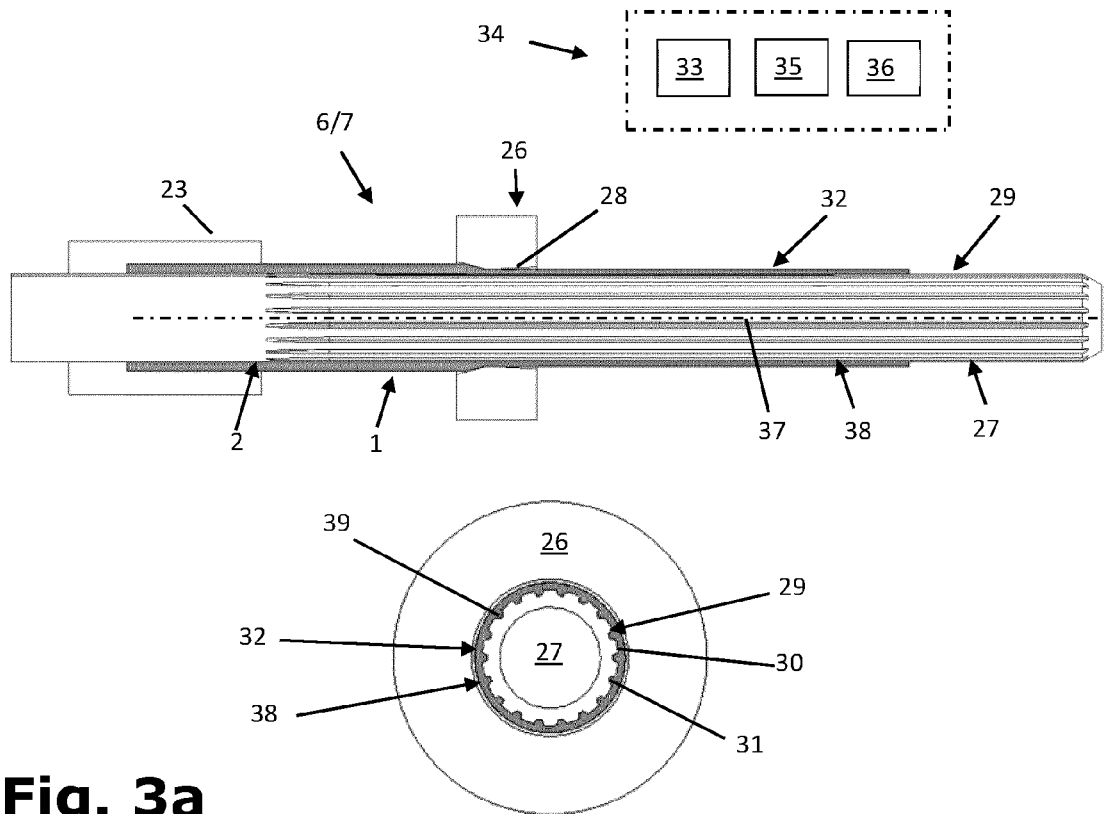
- die Matrizenprofilvorsprünge (44) und die Matrizenprofilzwischenräume (45) der zweiten Umformmatrize (40) längs der Vorformachse (37) verlaufen und sich die Matrizenprofilzwischenräume (45) zu der achsparallelen Außenseite der Vorformwand (38) hin öffnen und
- an der achsparallelen Außenseite der Vorformwand (38) angeordnete Matrizenprofilvorsprünge (44) und an der achsparallelen Innenseite der Vorformwand (38) angeordnete zweite Dornprofilvorsprünge (47) jeweils einander an der Vorformachse (37) gegenüberliegen, wobei die Matrizenprofilvorsprünge (44) Material der Vorformwand (38) unter Ausbildung des Innenprofils (53) der Folgeformwand in Richtung auf die den Matrizenprofilvorsprüngen (44) gegenüberliegenden zweiten Dornprofilzwischenräume (48) beaufschlagen.

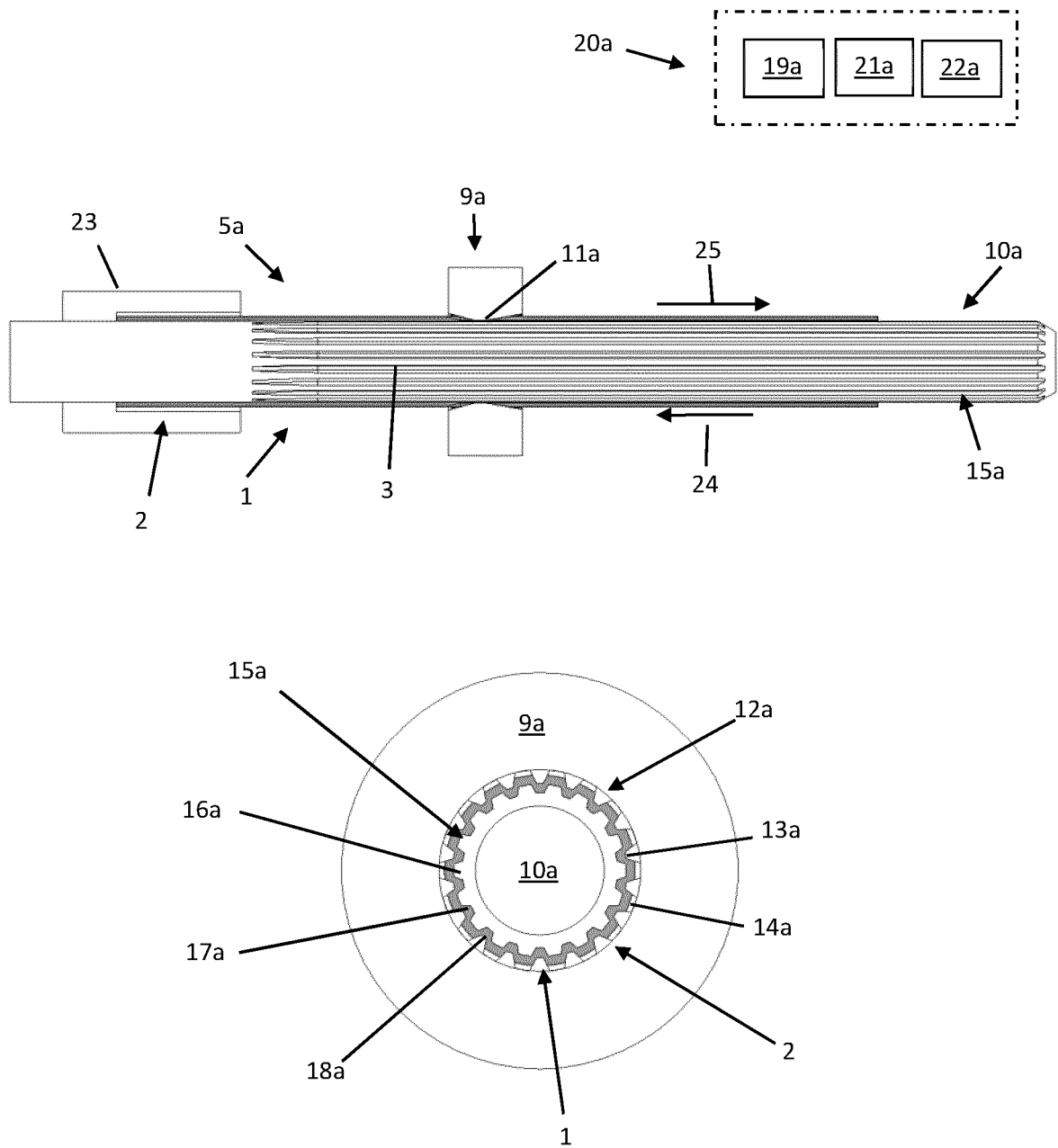


**Fig. 1**



**Fig. 2**





**Fig. 4**



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 19 8852

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A, D	WO 2020/165082 A1 (WALTER HENRICH GMBH [DE]) 20. August 2020 (2020-08-20) * Seite 12, letzter Absatz - Seite 13, Absatz 3 * * Seite 20, letzter Absatz - Seite 21, Absatz 1; Abbildungen 1, 15 *	1-16	INV. B21C1/24 B21C3/04 B21C3/16 B21C37/20
A	DE 30 16 135 A1 (MANNESMANN AG [DE]) 29. Oktober 1981 (1981-10-29) * Seite 6, Absatz 4 - Seite 9, Absatz 1; Abbildungen 4, 7 *	1-16	
A	GB 1 071 456 A (ANACONDA AMERICAN BRASS CO) 7. Juni 1967 (1967-06-07) * Seite 2, Zeile 12 - Zeile 52; Abbildungen 1-3 *	1-16	
A	EP 1 857 722 A1 (SUMITOMO METAL IND [JP]) 21. November 2007 (2007-11-21) * Absatz [0055] - Absatz [0061]; Abbildungen 5-9 *	1-16	
A	WO 99/54065 A1 (CERRO COPPER TUBE CO [US]) 28. Oktober 1999 (1999-10-28) * Seite 4, Zeile 7 - Seite 10, Zeile 10; Abbildungen 1-8 *	1-16	
A	JP S51 63355 A (OSAKA STEEL TUBE) 1. Juni 1976 (1976-06-01) * Abbildungen 1-12 *	1-16	
A	US 5 388 329 A (RANDLETT MYRON R [US] ET AL) 14. Februar 1995 (1995-02-14) * Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 3, Zeile 6; Abbildung 1 *	1-16	
1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>4. März 2022</b>	Prüfer <b>Ritter, Florian</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



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

EP 21 19 8852

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

04-03-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>WO 2020165082 A1</b>	<b>20-08-2020</b>	<b>CA 3130018 A1</b>	<b>20-08-2020</b>
		<b>CN 113396023 A</b>	<b>14-09-2021</b>
		<b>DE 102019103926 A1</b>	<b>20-08-2020</b>
		<b>EP 3924114 A1</b>	<b>22-12-2021</b>
		<b>WO 2020165082 A1</b>	<b>20-08-2020</b>
-----			
<b>DE 3016135 A1</b>	<b>29-10-1981</b>	<b>BE 888549 A</b>	<b>17-08-1981</b>
		<b>DE 3016135 A1</b>	<b>29-10-1981</b>
		<b>ES 8200576 A1</b>	<b>01-11-1981</b>
		<b>FR 2481153 A1</b>	<b>30-10-1981</b>
		<b>IT 1169232 B</b>	<b>27-05-1987</b>
		<b>NL 8100302 A</b>	<b>16-11-1981</b>
		<b>SE 446311 B</b>	<b>01-09-1986</b>
-----			
<b>GB 1071456 A</b>	<b>07-06-1967</b>	<b>KEINE</b>	
-----			
<b>EP 1857722 A1</b>	<b>21-11-2007</b>	<b>BR PI0607951 A2</b>	<b>27-10-2009</b>
		<b>EP 1857722 A1</b>	<b>21-11-2007</b>
		<b>JP WO2006088138 A1</b>	<b>03-07-2008</b>
		<b>US 2009158799 A1</b>	<b>25-06-2009</b>
		<b>WO 2006088138 A1</b>	<b>24-08-2006</b>
-----			
<b>WO 9954065 A1</b>	<b>28-10-1999</b>	<b>AU 3209899 A</b>	<b>08-11-1999</b>
		<b>US 5881592 A</b>	<b>16-03-1999</b>
		<b>WO 9954065 A1</b>	<b>28-10-1999</b>
-----			
<b>JP S5163355 A</b>	<b>01-06-1976</b>	<b>KEINE</b>	
-----			
<b>US 5388329 A</b>	<b>14-02-1995</b>	<b>KEINE</b>	
-----			

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102019103926 A1 [0005]