

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 252 946 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

30.10.2002 Patentblatt 2002/44(51) Int Cl.7: **B21K 1/12**(21) Anmeldenummer: **02002515.1**(22) Anmeldetag: **02.02.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorität: **25.04.2001 DE 10120392**(71) Anmelder: **Muhr und Bender KG
57439 Attendorn (DE)**

(72) Erfinder:

- **Ginsberg, Jochen, Dr.-Ing.
5708 Siegen (DE)**

- **Muhr, Thomas, Dr.-Ing.
57439 Attendorn (DE)**

(74) Vertreter: **Gesthuysen, von Rohr & Eggert
Patentanwälte
Postfach 10 13 54
45013 Essen (DE)**

(54) Verfahren zum Herstellen von rotationssymmetrischen Bauteilen

(57) Dargestellt und beschrieben ist ein Verfahren zum Herstellen einer hohlen Monoblockwelle aus einem Rohr, wobei das Rohr anfangs einen konstanten Außendurchmesser und eine konstante Wandstärke aufweist und die Monoblockwelle zumindest über einen Bereich ihrer Gesamtlänge einen kleineren Außendurchmesser und eine größere Wandstärke aufweist.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann dadurch einfacher und damit kostengünstig durchgeführt werden, das Verfahren folgende Verfahrensschritte umfaßt:

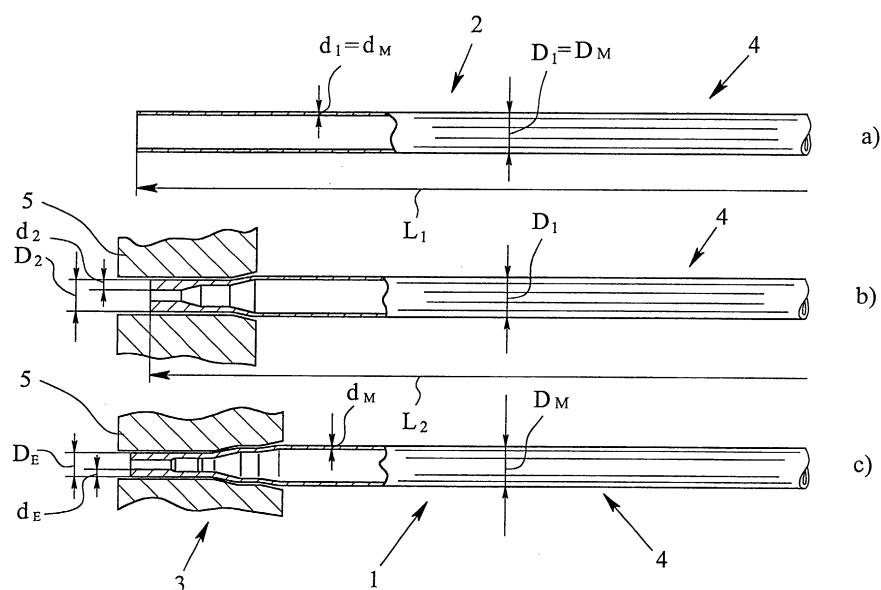
Verwendung eines Rohres mit einer Wandstärke,

die der kleinsten Wandstärke des fertigen Bauteils entspricht,

partielle Erwärmung mindestens eines Bereichs des Rohres,

axiales Stauchen des erwärmten Bereichs des Rohres und

radiales Schmieden des erwärmten Bereichs des Rohres.

**Fig. 2****EP 1 252 946 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von rotationssymmetrischen Bauteilen aus einem Rohr, insbesondere von hohlen Monoblockwellen, wobei das Rohr anfangs einen konstanten Außendurchmesser und eine konstante Wandstärke aufweist und das rotationssymmetrische Bauteil zumindest über einen Bereich seiner Gesamtlänge einen davon abweichenden, insbesondere kleineren Außendurchmesser und/oder eine davon abweichende, insbesondere größere Wandstärke aufweist. Daneben betrifft die Erfindung noch ein rotationssymmetrisches Bauteil, insbesondere eine hohle Monoblockwelle, mit einem über die Gesamtlänge des Bauteils variierendem Außendurchmesser und/oder einer variierenden Wandstärke.

[0002] Rotationssymmetrische Bauteile, die über ihre Gesamtlänge unterschiedliche Außendurchmesser und unterschiedliche Wandstärken aufweisen, werden insbesondere bei Kraftfahrzeugen als Antriebswellen, Nockenwellen, Zwischenwellen oder Getriebewellen eingesetzt. Unter dem generell immer stärkere Beachtung findenden Gesichtspunkt der "Gewichtsreduzierung" werden seit einiger Zeit anstelle von aus Vollstäben hergestellten Wellen aus Rohren hergestellte Wellen, sogenannte Hohlwellen verwendet. Es gibt grundsätzlich zwei unterschiedliche Typen von Rohren, die sich auch in ihrem Herstellungsverfahren unterscheiden. Rohre, insbesondere Stahlrohre werden hergestellt entweder in nahtloser Ausführung, d. h. aus dem vollen Werkstoff ohne Längsnaht, oder in geschweißter Ausführung, d. h. aus gebogenem Blech oder Bandstahl mit Längsnaht. Für rotierende Bauteile werden meist geschweißte Rohre verwendet, da bei nahtlosen Rohren die erforderlichen Konzentrität nicht immer ausreichend sicher gewährleistet werden kann. Darüber hinaus ist die Herstellung nahtloser Rohre in der Regel teurer als die Herstellung geschweißter Rohre.

[0003] Um nun die zuvor genannten rotationssymmetrischen Bauteile mit unterschiedlichen Außendurchmessern und Wandstärken herzustellen, gibt es — zumindest theoretisch — die Möglichkeit, mehrere Rohre mit unterschiedlichen, jeweils konstantem Außendurchmesser und konstanter Wandstärke zu einem Gesamtrohr mit dem gewünschten Außendurchmesser- und Wandstärkenverlauf zu verbinden. Derartige, aus mehreren Einzelrohren zusammengesetzte Rohre genügen jedoch in der Regel nicht den hohen mechanischen Anforderungen, denen Wellen im Betrieb ausgesetzt sind.

[0004] Im Stand der Technik werden daher, insbesondere im Kraftfahrzeugbereich, ausschließlich Monoblockwellen eingesetzt, d.h. solche Wellen, die aus einem einzigen Stück, im vorliegenden Fall aus einem einzigen Rohr, gefertigt sind. Die Welle wird dabei meist mit Hilfe des sogenannten Rundknetverfahrens bei Raumtemperatur aus dem Rohr hergestellt. In der Regel ist es gewünscht, daß die Welle in ihrem Mittenbereich eine möglichst geringe Wandstärke und in einem

oder beiden Endbereichen einen geringeren Außendurchmesser und eine deutlich größere Wandstärke aufweist.

[0005] Nun ist jedoch die im Endbereich durch das Rundknetverfahren erreichbare Wandstärke nicht beliebig vergrößerbar, sondern hängt zum einen von dem Außendurchmesser und der Wandstärke des ursprünglichen Rohres, zum anderen von dem Außendurchmesser des Endbereichs der Welle ab (Materialerhaltung bzw. Volumenkonstanz). Soll der Endbereich eine besonders große Wandstärke aufweisen, so ist es erforderlich, daß auch das Ausgangsmaterial, d.h. das ursprüngliche Rohr, eine ausreichend große Wandstärke oder einen entsprechend großen Außendurchmesser aufweist. Dies kann dann dazu führen, daß die Wandstärke und/oder der Außendurchmesser des ursprünglichen Rohres größer sein muß als die hinterher gewünschte Wandstärke bzw. der Außendurchmesser der fertigen Welle im Mittenbereich. Bei dem Rohr müssen dann nicht nur die Endbereiche mittels Rundkneten bearbeitet werden, sondern es muß zusätzlich auch noch der Mittenbereich durch Abstrecken sowohl in seinem Außendurchmesser als auch in seiner Wandstärke verringert werden.

[0006] Ein weiteres Problem ergibt sich häufig dadurch, daß geschweißte Rohre nicht mit beliebiger Wandstärke bzw. mit einem beliebigen Verhältnis von Wandstärke zu Außendurchmesser hergestellt werden können. Dabei beträgt das maximale Verhältnis von Wandstärke zu Außendurchmesser etwa 1/7. Soll das Rohr eine noch größere Wandstärke oder bei gleichbleibender Wandstärke einen geringeren Außendurchmesser aufweisen, so ist dies nicht mehr durch einfaches Biegen des Blechs oder Bandstahls und anschließendem Schweißen des Rohres möglich. In einem solchen Fall muß zunächst ein Rohr mit einem größeren Außendurchmesser und einer kleineren Wandstärke hergestellt, d.h. gebogen und geschweißt werden, das dann anschließend einem oder mehreren Ziehprozessen unterzogen werden muß, wodurch der Außendurchmesser verringert und gleichzeitig die Wandstärke des Rohres vergrößert wird. Sind mehrere Ziehprozesse zur Erreichung des gewünschten Rohres erforderlich, so ist zwischen den einzelnen Ziehprozessen in der Regel eine Wärmebehandlung des Rohres erforderlich. Durch die zusätzlichen Bearbeitungsschritte bei der Herstellung des Rohres ergibt sich für sogenannte "gezogene" Rohre ein deutlich höherer Preis als für nur einfach geschweißte Rohre, wobei der Mehrpreis für "gezogene" Rohr bis zu ca. 30 % beträgt.

[0007] Im Stand der Technik erfordert das Herstellen eines eingangs beschriebenen rotationssymmetrischen Bauteiles aus einem Rohr somit folgende Schritte:

Herstellung eines geschweißten Rohres mit einem Außendurchmesser D_1 und einer Wandstärke d_1 ,

Herstellen eines Rohres mit einem Außendurch-

messer $D_2 < D_1$ und einer Wandstärke $d_2 > d_1$ durch einen oder mehrere Ziehprozesse,

Abstrecken eines Bereichs, vorzugsweise des Mittenbereichs, des Rohres, so daß das Rohr in diesem Bereich einen Außendurchmesser $D_M \leq D_2$ und eine Wandstärke $d_M < d_2$ aufweist und

Bearbeiten mindestens eines Bereiches, vorzugsweise eines Endbereiches, des Rohres mittels Rundkneten bei Raumtemperatur, so daß in diesem Bereich das Rohr einen Außendurchmesser $D_R < D_2$ und eine Wandstärke $d_R > d_2$ aufweist.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen eines eingangs beschriebenen rotationssymmetrischen Bauteiles aus einem Rohr anzugeben, welches möglichst einfach und damit kostengünstig durchgeführt werden kann.

[0009] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß zunächst und im wesentlichen durch ein eingangs beschriebenes Verfahren mit den folgenden Verfahrensschritten gelöst:

Verwendung eines Rohres mit einer Wandstärke, die der kleinsten Wandstärke des fertigen Bauteils entspricht,

partielle Erwärmung mindestens eines Bereichs des Rohres,

axiales Stauchen des erwärmten Bereichs des Rohres und

radiales Schmieden des erwärmten Bereichs des Rohres.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch einfacher und damit kostengünstiger durchzuführen, daß als Ausgangsmaterial ein Rohr mit einer Wandstärke, die der kleinsten Wandstärke des fertigen Bauteils entspricht, verwendet wird. Dabei wird im Rahmen dieser Erfindung stets nur die Wandstärke eines Bereichs des Bauteils mit einer gewissen Länge betrachtet. Weist beispielsweise der Rand des Bauteils einen kurzen Ansatz auf, der eine sehr kleine Wandstärke hat, so ist dies nicht als die kleinste Wandstärke des Bauteils zu verstehen. In der Regel wird das Bauteil seine kleinste Wandstärke in etwa im Mittenbereich aufweisen, wobei der Bereich der kleinsten Wandstärke jedoch nicht exakt in der Mitte des Bauteils sein muß. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren entfällt somit das im Stand der Technik meist notwendige Abstrecken eines Bereichs, insbesondere des Mittenbereichs des Rohres. Handelt es sich bei der aus dem Rohr herzustellenden Welle beispielsweise um eine Antriebswelle eines Kraftfahrzeuges, so müssen nur die beiden Endbereiche bearbeitet werden, nicht jedoch zusätzlich der Mittenbereich. Das für die Herstellung des Endbereichs mit großer Wand-

stärke erforderliche Materialvolumen — wofür im Stand der Technik ein Rohr mit einer größeren Wandstärke als Ausgangsmaterial erforderlich ist — wird bei der Herstellung des rotationssymmetrischen Bauteiles gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren durch das axiale Stauchen des erwärmten Bereiches des Rohres zur Verfügung gestellt.

[0011] Besonders vorteilhaft ist es, wenn als Rohr ein geschweißtes, nicht nachgezogenes Rohr verwendet wird. Dadurch können — wie weiter oben ausgeführt — die Herstellungskosten für das Ausgangsmaterial d.h. das Rohr deutlich reduziert werden. Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich dadurch vorteilhafterweise weitergestalten, daß das axiale Stauchen und das radiale Schmieden des erwärmten Bereiches des Rohres in einer Aufspannung, vorzugsweise in einem Arbeitsschritt, erfolgen. Muß das Rohr bei den einzelnen Bearbeitungsschritten nicht von einer Maschine auf die andere umgespannt werden, so ergeben sich kürzere Herstellungszeiten für das rotationssymmetrische Bauteil, was sich ebenfalls günstig auf die Herstellungskosten auswirkt.

[0012] Bei einem alternativen Verfahren zum Herstellen eines rotationssymmetrischen Bauteiles aus einem Rohr ist die zuvor genannte Aufgabe zunächst und im wesentlichen dadurch gelöst, daß das Verfahren folgende Verfahrensschritte aufweist:

Verwendung eines geschweißten, nicht nachgezogenen Rohres mit einer relativ großen Wandstärke und

Bearbeiten mindestens eines Bereichs des Rohres mittels Rundkneten bei Raumtemperatur.

[0013] Bei dem Verfahren gemäß der zweiten Lehre der Erfindung erfolgt eine Reduzierung der Herstellungskosten dadurch, daß als Ausgangsmaterial ein Rohr verwendet wird, das lediglich geschweißt, nicht jedoch nachgezogen worden ist. Das für die Erzielung eines Randbereichs des Rohres mit einer relativ großen Wandstärke erforderliche Materialvolumen wird bei diesem Verfahren dadurch zur Verfügung gestellt, daß das Rohr aus einem Blech bzw. einem Bandstahl mit einer großen Dicke gebogen wird. Vorteilhafterweise entspricht auch bei dem Verfahren gemäß der zweiten Lehre der Erfindung die Wandstärke des Rohres der kleinsten Wandstärke des fertigen Bauteils.

[0014] Darüber hinaus betrifft die Erfindung noch ein rotationssymmetrisches Bauteil, insbesondere eine hohle Monoblockwelle, mit einem über die Gesamtlänge des Bauteils variierenden Außendurchmesser und/oder einer variierenden Wandstärke, wobei das Bauteil aus einem Rohr mit einem konstanten Außendurchmesser und einer konstanten Wandstärke gemäß einem der erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt worden ist.

[0015] Im einzelnen gibt es nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, die erfindungsgemäßen Verfahren bzw.

das erfindungsgemäße rotationssymmetrische Bauteil auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird verwiesen einerseits auf die den Patentansprüchen 1, 7 und 9 nachgeordneten Patentansprüche, andererseits auf die Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Welle, dargestellt in verschiedenen Fertigungsstufen bei einem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, und

Fig. 2 eine Welle, dargestellt in verschiedenen Fertigungsstufen bei einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0016] Fig. 1 zeigt schematisch die Fertigungsfolge bei der Herstellung einer Welle 1 mit einem über die Gesamtlänge L_1 variierenden Außendurchmesser D und einer variierenden Wandstärke d gemäß einem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, ausgehend von einem Rohr 2. Von den insgesamt dargestellten vier Fertigungsschritten betreffen die beiden ersten Fertigungsschritte (Fig. 1a und 1b) die Herstellung des Rohres 2, während die beiden letzten Fertigungsschritte (Fig. 1c und 1d) die Herstellung der Welle 1 aus dem Rohr 2 betreffen.

[0017] Fig. 1a zeigt ein einfach geschweißtes Rohr 2 mit einem Außendurchmesser D_1 und einer Wandstärke d_1 . Die Wandstärke d_1 entspricht dabei der Dicke des Bleches oder des Bandstahls, aus dem das Rohr 2 gebogen worden ist. Fig. 1b zeigt das Rohr 2', nachdem es durch eine Ziehöse oder einen Ziehtring gezogen worden ist. Durch das Ziehen des Rohres 2 weist dieses einen Außendurchmesser $D_2 < D_1$ und eine Wandstärke $d_2 > d_1$ auf. Dieses Rohr 2' ist so dimensioniert, daß daraus eine Welle 1 mit einem Endbereich 3 mit dem gewünschten Außendurchmesser D_E und der gewünschten Wandstärke d_E durch Rundkneten hergestellt werden kann. Gleichzeitig weist das Rohr 2' jedoch einen Außendurchmesser D_M und eine Wandstärke d_M auf, die jeweils größer sind als der Außendurchmesser D_M und die Wandstärke d_M des Mittenbereichs 4 der Welle 1. Somit ist es bei der Herstellung der Welle 1 aus dem Rohr 2' zunächst erforderlich, den Mittenbereich 4 abzustrecken, um den gewünschten Außendurchmesser D_M und die gewünschte Wandstärke d_M zu erreichen. Hierfür wird in das Rohr 2' ein — hier nicht dargestellter — Dorn mit einem entsprechenden Außendurchmesser eingeschoben und anschließend das Rohr 2' in seinem Mittenbereich 4 von außen hämmernd bearbeitet (vgl. Fig. 1c). Als letztes wird bei der Welle 1 der Endbereich 3 mit Hilfe des Rundknetverfahrens bearbeitet, so daß der Endbereich 3 den gewünschten — in Fig. 1d dargestellten — Außendurchmesser- und Wandstärkenverlauf aufweist.

[0018] Die Herstellung einer Welle 1 gemäß dem zuvor beschriebenen bekannten Verfahren ist dadurch besonders aufwendig und damit kostenintensiv, daß zu-

nächst das Rohr 2' in mehreren Verfahrensschritten hergestellt werden muß, nämlich außer dem eigentlichen Biegen und Schweißen zusätzlich einem oder mehreren Ziehvorgängen und damit verbunden zusätzlich einem oder mehreren Wärmebehandlungen unterzogen werden muß. Anschließend muß zur Herstellung der Welle 1 aus dem Rohr 2' sowohl der Mittenbereich 4 als auch der Endbereich 3 bearbeitet werden, nämlich der Mittenbereich 4 mittels Abstrecken und der Endbereich 3 mittels Rundkneten verformt werden. Das Rundknetverfahren bei Raumtemperatur hat darüber hinaus den Nachteil, daß aufgrund der Kaltverfestigung nur relativ geringe Umformungsgrade erreichbar sind.

[0019] Das in Fig. 1 dargestellte Rohr 2 bzw. die dargestellte Welle 1 weist in den einzelnen Fertigungsschritten beispielsweise folgende Außendurchmesser D und Wandstärken d auf:

$$D_1 = 60 \text{ mm}, \quad d_1 = 4,0 \text{ mm}$$

$$D_2 = 50 \text{ mm}, \quad d_2 = 4,5 \text{ mm}$$

$$D_M = 40 \text{ mm}, \quad d_M = 3,5 \text{ mm}$$

$$D_E = 26 \text{ mm}, \quad d_E = 8,0 \text{ mm}$$

[0020] Die Fig. 2 zeigt demgegenüber eine Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer Welle 1 anhand von drei Fertigungsschritten. Der erste Fertigungsschritt (Fig. 2a) entspricht dem ersten Fertigungsschritt (Fig. 1a) bei dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, er zeigt nämlich ein einfach geschweißtes Rohr 2 mit einem Außendurchmesser D_1 und einer Wandstärke d_1 . Wesentlich ist nun zunächst, daß die Wandstärke d_1 des Rohres 2 der Wandstärke d_M des Mittenbereichs 4 der fertigen Welle 1 entspricht. Darüber hinaus entspricht auch der Außendurchmesser D_1 des Rohres 2 dem Außendurchmesser D_M des Mittenbereichs 4 der Welle 1, so daß der Mittenbereich 4 des Rohres 2 bzw. der Welle 1 nicht bearbeitet werden muß.

[0021] Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß als Rohr 2 ein einfach geschweißtes, nicht nachgezogenes Rohr 2 verwendet werden kann. Dadurch kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Bearbeitungsschritt bei der Herstellung des Rohres 2, nämlich das Ziehen des Rohres 2 eingespart werden.

[0022] Fig. 2b zeigt, daß das im Endbereich 3 partiell erwärmte Rohr 2 axial gestaucht wird, so daß das Rohr 2 eine Gesamtlänge $L_2 < L_1$ aufweist. Das axiale Stauchen des Rohres 2 führt zu einer Wandstärkenverdickung im Endbereich 3. Zusätzlich zum axialen Stauchen wird der erwärmte Bereich des Rohres 2, d.h. der End-

bereich 3, durch radiales Schmieden mit einem Schmiedewerkzeug 5 bearbeitet, wodurch der gewünschte Außendurchmesser D_E erreicht wird. Eine mehrstufiger Außendurchmesser- und Wandstärkenveränderung im Endbereich 3 wird durch mehrere radiale Schmiedvorgänge erreicht. In einem ersten Zwischenschritt weist der Endbereich 3 einen Außendurchmesser $D_2 < D_1$ auf.

[0023] Zur Erzielung des gewünschten Innendurchmesserverlaufs im Endbereich 3 wird während des axialen Stauchens und des radialen Schmiedens des erwärmten Bereichs ein Dorn in das Rohr 2 eingeführt. Durch die Wahl des Außendurchmessers des Dornes wird dann auch die gewünschte Wandstärke d_E der Welle 1 festgelegt. Dadurch, daß das Rohr 2 partiell erwärmt wird, treten keine bzw. deutlich verringerte Kaltverfestigungsprozesse auf, wodurch ein größerer Umformungsgrad möglich ist.

[0024] Das in Fig.2 dargestellte Rohr 2 bzw. die dargestellte Welle 1 weist in den einzelnen Fertigungsschritten beispielsweise folgende Außendurchmesser D und Wandstärken d auf:

$$D_1 = D_M = 40 \text{ mm}, \quad d_1 = d_M = 3,5 \text{ mm}$$

$$D_2 = 30 \text{ mm}, \quad d_2 = 7,0 \text{ mm}$$

$$D_E = 26 \text{ mm}, \quad d_E = 8,0 \text{ mm}$$

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von rotationssymmetrischen Bauteilen aus einem Rohr, insbesondere von hohlen Monoblockwellen, wobei das Rohr anfangs einen konstanten Außendurchmesser und eine konstante Wandstärke aufweist und das rotationssymmetrische Bauteil zumindest über einen Bereich seiner Gesamtlänge einen davon abweichenden, insbesondere kleineren Außendurchmesser und/oder eine davon abweichende, insbesondere größere Wandstärke aufweist, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:

Verwendung eines Rohres mit einer Wandstärke, die der kleinsten

Wandstärke des fertigen Bauteils entspricht,

partielle Erwärmung mindestens eines Bereichs des Rohres,

axiales Stauchen des erwärmten Bereichs des Rohres und

radiales Schmieden des erwärmten Bereichs

des Rohres.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Rohr ein geschweißtes, nicht nachgezogenes Rohr verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das axiale Stauchen und das radiale Schmieden des erwärmten Bereichs des Rohres in einer Aufspannung erfolgen.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das axiale Stauchen und das radiale Schmieden des erwärmten Bereichs des Rohres in einem Arbeitsschritt erfolgen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** während des axialen Stauchens und/oder während des radialen Schmiedens des erwärmten Bereichs des Rohres ein Dorn zumindest in einem Teil des erwärmten Bereichs eingeführt ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Rohr einen Außendurchmesser aufweist, der dem größten Außendurchmesser des fertigen Bauteils entspricht.
7. Verfahren zum Herstellen von rotationssymmetrischen Bauteilen aus einem Rohr, insbesondere von hohlen Monoblockwellen, wobei das Rohr anfangs einen konstanten Außendurchmesser und eine konstante Wandstärke aufweist und das rotationssymmetrische Bauteil zumindest über einen Bereich seiner Gesamtlänge einen davon abweichenden, insbesondere kleineren Außendurchmesser und/oder eine davon abweichende, insbesondere größere Wandstärke aufweist, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:
 - Verwendung eines geschweißten, nicht nachgezogenen Rohres mit einer relativ großen Wandstärke und
 - Bearbeiten mindestens eines Bereichs des Rohres mittels Rundkneten bei Raumtemperatur.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wandstärke des Rohres der kleinsten Wandstärke des fertigen Bauteils entspricht.
9. Rotationssymmetrisches Bauteil, insbesondere hohle Monoblockwelle, mit einem über die Gesamtlänge des Bauteils variierendem Außendurchmesser und/oder einer variierender Wandstärke, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Bauteil aus ei-

nem Rohr (2) mit einem konstanten Außendurchmesser (D_1) und einer konstanten Wandstärke (d_1) gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 hergestellt worden ist.

5

10. Rotationssymmetrisches Bauteil nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Endbereich (3) oder beide Endbereiche des Bauteils einen geringeren Außendurchmesser (D_E) und/oder eine größere Wandstärke (d_E) als der Mittenbereich (4) des Bauteils aufweist bzw. aufweisen.

10

11. Rotationssymmetrisches Bauteil nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Mittenbereich (4) des Bauteils denselben Außendurchmesser (D_M) und dieselbe Wandstärke (d_M) wie das ursprüngliche Rohr (2) aufweist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

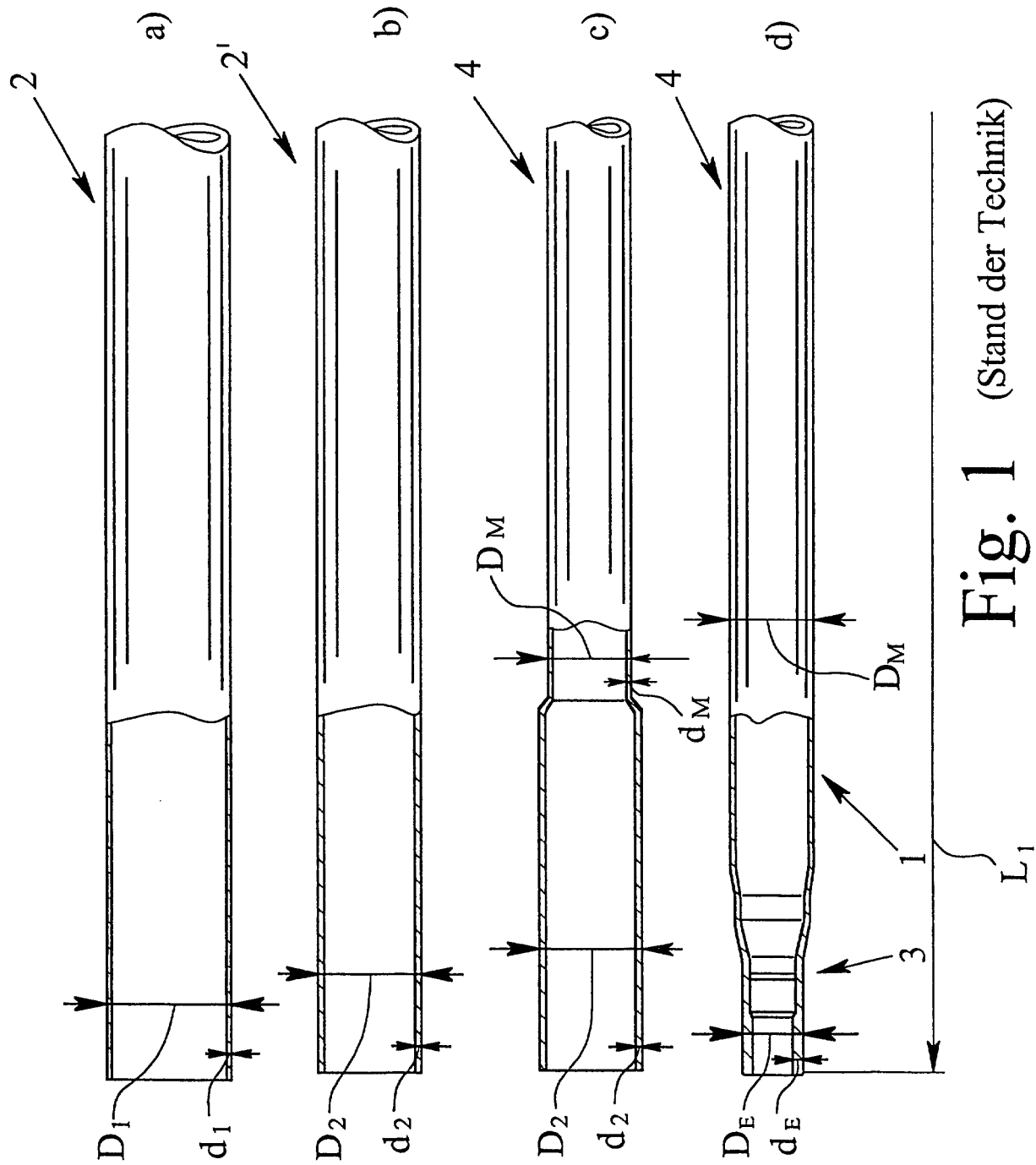


Fig. 1 (Stand der Technik)

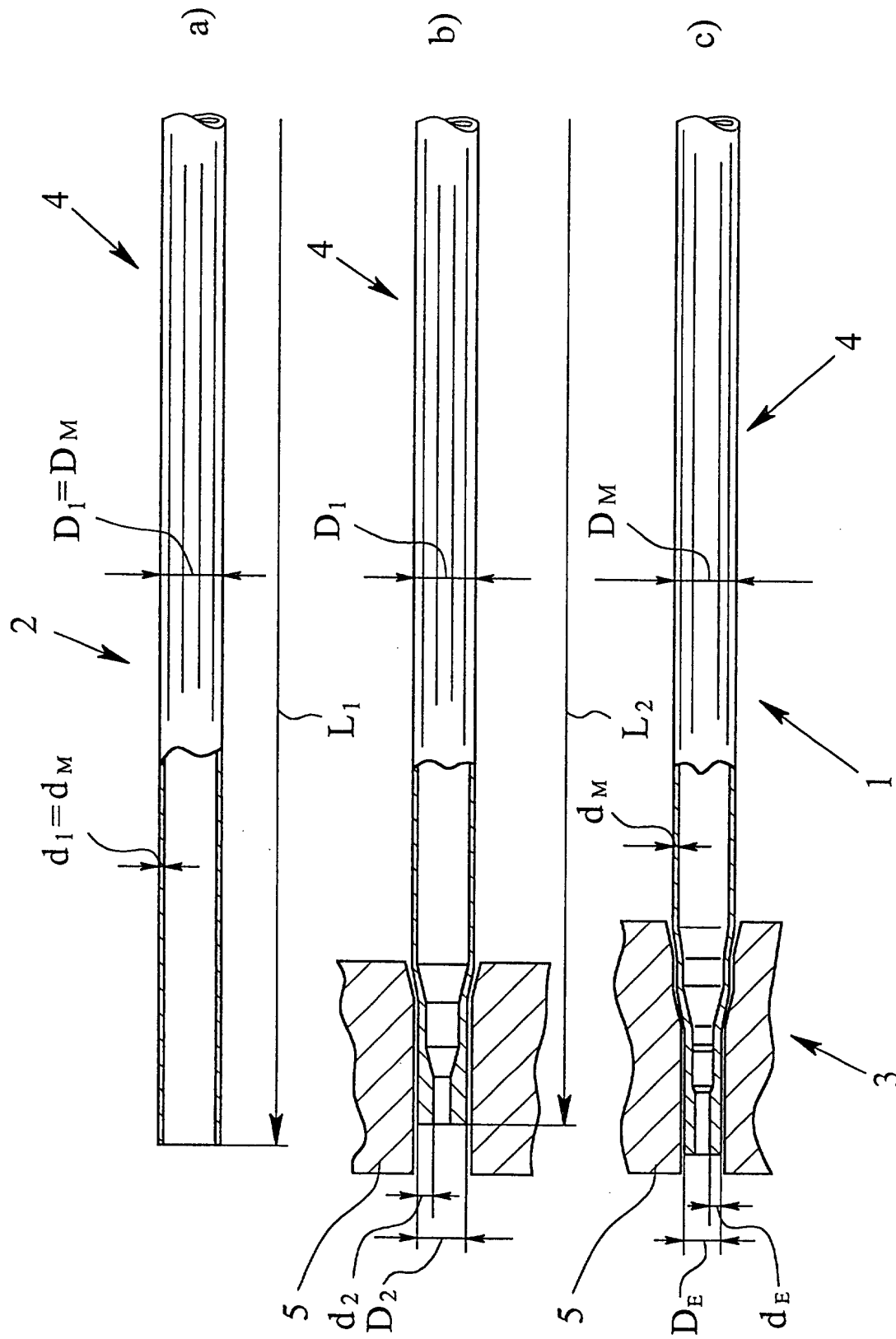


Fig. 2