

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 330 320 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**12.04.2006 Patentblatt 2006/15**

(51) Int Cl.:  
**B21J 5/12<sup>(2006.01)</sup> B21K 1/30<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **01992620.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2001/004192**

(22) Anmeldetag: **01.11.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2002/036287 (10.05.2002 Gazette 2002/19)**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES WERKSTÜCKES MIT INNENVERZÄHNUNG, INSBESONDERE EINES HOHLRADES**

METHOD AND DEVICE FOR THE PRODUCTION OF A WORKPIECE WITH INTERNAL TOOTHING, IN PARTICULAR A HOLLOW WHEEL

PROCEDE ET DISPOSITIF DE FABRICATION D'UNE PIECE A DENTURE INTERIEURE, EN PARTICULIER D'UNE ROUE A DENTURE INTERIEURE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR**

• **SIEGERT, Klaus**  
**71063 Sindelfingen (DE)**

(30) Priorität: **02.11.2000 DE 10054399**

(74) Vertreter: **Rumrich, Gabriele**  
**Patentanwältin**  
**Limbacher Strasse 305**  
**09116 Chemnitz (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.07.2003 Patentblatt 2003/31**

(73) Patentinhaber: **Forschungsgesellschaft Umformtechnik m.b.H.**  
**70174 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 2 542 823 DE-A- 3 639 739**  
**DE-A- 19 830 817**

(72) Erfinder:  
• **SCHWAGER, Aribert**  
**71679 Asperg (DE)**  
• **BLEYL, Fritz**  
**08352 Markersbach (DE)**  
• **KAMMERER, Manfred**  
**71679 Asperg (DE)**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 007, no. 092 (M-208), 16. April 1983 (1983-04-16) -& JP 58 016727 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK), 31. Januar 1983 (1983-01-31)  
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 010, no. 196 (M-497), 10. Juli 1986 (1986-07-10) -& JP 61 038732 A (TOYOTA MOTOR CORP), 24. Februar 1986 (1986-02-24)

**EP 1 330 320 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Werkstückes mit Innenverzahnung, insbesondere eines Hohlrades, nach dem Oberbegriff des ersten Patentanspruchs.

**[0002]** Derartige Innenverzahnungen werden beispielsweise durch Drückwalzen erzeugt. Eine napfförmige Vorform wird dabei gem. DE 198 30 817 A1 mittels Kegelrollen während einer Vorschubbewegung gegen ein Werkzeugfutter gedrückt, welches das Außenprofil der zu erzeugenden Innenverzahnung aufweist, und im Durchmesser reduziert, wobei die Vorform relativ zu den Kegelrollen rotiert. Der Werkstoff des Zylinderwandbereiches der Vorform fließt dabei in das Profil des Werkzeugfutters, wodurch das Innenprofil des Werkstücks erzeugt wird. Nachteilig ist die den Werkstückwerkstoff beanspruchende hohe Walkarbeit beim Drückwalzen und die damit ungenügende Qualität der erzeugten Innenverzahnung. Mit der Walkarbeit ist ebenfalls ein hoher lokaler Energieeintrag verbunden, welcher zu Energieverlusten führt. Durch die hohe Beanspruchung des Werkzeugfutters kommt es häufig zu einem Ausbrechen der darin abgebildeten Außenverzahnung.

**[0003]** Weiterhin ist die Produktivität dieses Verfahrens bei einem hohen Vorrichtungsaufwand relativ gering, denn es können nur 3 bis 4 Teile pro Minute gefertigt werden.

**[0004]** In JP 61 038732 A wird die Herstellung eines Werkstücks mit Innenverzahnung mittels Abstreckziehen beschrieben, wobei eine obere Matrize abgesenkt und damit eine weitere Matrize gegen eine napfförmige Vorform, deren Boden eine in Richtung obere Matrize verlaufende langgezogene Ausformung aufweist, gepresst wird. Die Stirnfläche der Vorform sitzt während der Abwärtsbewegung auf einem Anschlag des Dorns auf, der wiederum stoßgedämpft von Hydraulikzylindern gehalten wird. Auf Grund der sehr spezifischen Ausbildung der Vorform bzw. des Werkstücks und dementsprechend auch des Werkzeuges ist diese Vorrichtung nur begrenzt einsetzbar.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur energiesparenden Herstellung eines Werkstückes mit Innenverzahnung, insbesondere eines Hohlrades, zu schaffen, die bei einer relativ einfachen konstruktiven Ausführung der Vorrichtung eine wesentliche Steigerung Produktivität bei hoher Qualität der Innenverzahnung gewährleisten.

**[0006]** Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des 1. und 15. Patentanspruchs gelöst.

**[0007]** Die Vorrichtung zur Herstellung eines Werkstückes mit Innenverzahnung, insbesondere eines Hohlrades für Getriebe, weist einen Dorn mit einem Außenprofil entsprechend der zu erzeugenden Innenverzahnung auf, sowie ein Umformwerkzeug, welches während einer Vorschubbewegung den Außendurchmesser einer napfförmigen Vorform reduziert, wodurch Werkstoff des Zylinderwandbereiches in das Außenprofil des Dorns

fließt. Erfindungsgemäß findet als Umformwerkzeug ein Ziehring Anwendung, der bei einer Vorschubbewegung ein Abstreckziehen des Zylinderwandbereiches gewährleistet, und an der Vorform während des Abstreckziehens zwei, in der zylindrischen Seitenwandung der Vorform axiale Druckspannungen erzeugende Werkzeulemente angreifen, wobei in Richtung zur Stirnfläche der zylindrischen Seitenwandung der Vorform ein erstes Werkzeulement in Form eines axial beweglichen, als eine zylindrische Druckhülse ausgebildeten Druckstempels derartig angeordnet ist, dass es während des Abstreckziehens auf die Stirnfläche mit einer Kraft wirkt.

**[0008]** Vorteilhafter Weise ist in Richtung zur Unterseite des Bodens der Vorform ein axial beweglicher Gegenhalter derartig angeordnet, daß er während des Abstreckziehens auf die Unterseite des Bodens der Vorform mit einer Gegenhalterkraft wirkt. Der Gegenhalter kann dabei eine in Richtung zur Unterseite des Bodens weisende kreisförmige Druckfläche aufweisen, die im wesentlichen auf den gesamten Bodenbereich wirkt, oder eine ringförmige Druckfläche, die der Breite der Zylinderwandung der Vorform angepaßt und im wesentlichen fluchtend zu dieser ausgerichtet ist und auf den Randbereich der Unterseite des Bodens der Vorform wirkt.

**[0009]** Der Druckstempel ist dabei während des Abstreckziehens um eine, der Abstrecklänge der Vorform entsprechende, Bewegung in Richtung der Vorschubbewegung des Ziehrings axial bewegbar. Vorteilhafter Weise ist die während des Abstreckziehens erfolgende axiale Hubbewegung des Druckstempels in Abhängigkeit von dessen Druckkraft regelbar. Dazu wird der Druckstempel über einen Hydraulikkolben axial beweglich gelagert.

**[0010]** Die Vorrichtung kann vorteilhafter Weise in eine hydraulische Presse, bestehend aus einem Pressentisch und einem Pressenstößel integriert sein. Dabei ist am Pressentisch der Dorn axial feststehend angeordnet und auf dem Dorn, axial über einen Hydraulikkolben verschiebbar, der Druckstempel gelagert. Am Pressenstößel sind der Ziehring vorzugsweise gestellfest und der Gegenhalter vorzugsweise über einen Hydraulikkolben axial beweglich angeordnet. Der Druckstempel ist bevorzugt als eine zylindrische Druckhülse ausgebildet. Der, der Länge der Vorform angepaßte, Abstand der Druckfläche des Druckstempels zur der Stirnfläche des Dorns ist z.B. über Distanzringe einstellbar.

Zum Auswerfen des Werkstücks wird der Dorn bei Herstellung einer Schrägverzahnung drehbar gelagert.

**[0011]** Verfahrensgemäß erfolgt die Herstellung des Werkstückes mit Innenverzahnung, dadurch, daß eine napfförmige Vorform, mit einem Boden und einer im wesentlichen zylindrischen Seitenwandung, über einem Dorn, welcher das Außenprofil entsprechend der zu erzeugenden Innenverzahnung aufweist, in ihrem Außendurchmesser reduziert wird, so daß Werkstoff des Zylinderwandbereiches in das Außenprofil des Dorns fließt, wobei erfindungsgemäß das Reduzieren des Außendurchmessers durch Abstreckziehen mittels eines

Ziehringes erfolgt und während des Abstreckziehens zusätzliche axiale Druckspannungen auf die zylindrische Seitenwandung der Vorform aufgebracht werden, welche durch zwei beidseitig auf den Bereich der zylindrischen Seitenwandung wirkende Werkzeugelemente erzeugt werden, wobei in Richtung zur Stirnfläche der zylindrischen Seitenwandung der Vorform ein erstes Werkzeugelement in Form eines axial beweglichen, als eine zylindrische Druckhülse ausgebildeten, Druckstempels während des Abstreckziehens auf die Stirnfläche mit einer Kraft wirkt.

**[0012]** Während des Abstreckziehens werden axiale Druckspannungen auf die zylindrische Seitenwandung der Vorform aufgebracht, so daß der Werkstofffluß in das Profil des Dorns begünstigt wird.

**[0013]** Vorteilhafter Weise wirkt gleichzeitig an der Unterseite des Bodens ein Gegenhalter, um Deformationen im Bodenbereich zu vermeiden und eine Gegenhalterkraft aufzubringen. Die Gegenhalterkraft des Gegenhalters und die Kraft des Druckstempels sollten derart zueinander regelbar sein, daß während des gesamten Abstreckvorganges ein Werkstofffluß in radialer Richtung zum vollständigen Ausfüllen der Kontur des Dorns gewährleistet ist.

Der Druckstempel vollführt während des Abstreckziehens eine der Abstrecklänge der Vorform entsprechende axiale Hubbewegung in Richtung der Vorschubbewegung des Ziehrings, die in Abhängigkeit von dessen Druckkraft geregelt wird.

**[0014]** Mit der Erfindung wird es erstmalig möglich, auf einer herkömmlichen Presse innenverzahnte Werkstücke in hoher Qualität energiesparend zu erzeugen. Die Produktivität kann dabei im Vergleich zum Drückwalzen um das 4 bis 6-fache erhöht werden.

**[0015]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert.

**[0016]** Es zeigen:

Fig. 1: Vorrichtung mit eingelegter Vorform vor dem Abstreckziehen,

Fig. 2: Vorrichtung während des Abstreckziehens,

Fig. 3: Vorrichtung mit eingelegter Vorform und Materialüberlauf im Gegenhalter vor dem Abstreckziehen,

Fig. 4: Vorrichtung gem. Fig. 3 während des Abstreckziehens,

Fig. 5: Vorrichtung nach Beendigung des Abstreckziehens mit zusätzlichem Kalibrierdruck und zusätzlichem Materialüberlauf am Ende des zylindrischen Randes des Werkstücks.

**[0017]** In Fig. 1 und 2 ist der prinzipielle Aufbau der in einer Presse integrierten Vorrichtung dargestellt. Auf dem Pressentisch 1 ist das Werkzeugunterteil 2 angeordnet, welches einen ersten Hydraulikkolben 3 aufweist. Am Werkzeugunterteil 2 ist axial feststehend über einen Stempel 4 der Dorn 5 befestigt, welcher ein Außenprofil

6 aufweist. Mittig im Stempel 4 und im Dorn 5 verläuft ein Auswerfer 7. Am Hydraulikkolben 3 ist über einen Adapter 8 der als Druckhülse ausgebildete Druckstempel 9 axial beweglich gelagert. Die axiale Lage des Druckstempels 9 kann über Distanzen 10 verändert werden, die zwischen Adapter 8 und Druckstempel 9 anbringbar sind. Das Werkzeugoberteil 11 ist am Pressenstößel P angeordnet und weist einen Gegenhalter 12 auf, der über einen zweiten Hydraulikkolben 13 axial verstellbar ist. Am Pressenstößel ist weiterhin der Ziehring 14 über einen Adapter 15 gestellfest befestigt.

Gem. Fig. 1 wurde die napfförmige Vorform N mit der zylindrischen Seitenwandung N1 nach unten über den Dorn 5 eingelegt, so daß die Stirnfläche N2 in Richtung zum Druckstempel 9 und die Unterseite des Bodens N3 in Richtung zum Gegenhalter 12 weist. Verfahrensgemäß fährt der Hydraulikkolben 13 den Gegenhalter 12 in Richtung Werkzeugunterteil, bis der Gegenhalter 12 an der Unterseite des Bodens N3 anliegt.

Der am Pressenstößel P gestellfest angeordnete Ziehring 14 bewegt sich im Vorhub mit dem Pressenstößel P in Richtung zum Pressentisch 1, gleichzeitig wird der erste Hydraulikkolben 3 mit Druck beaufschlagt und preßt den Druckstempel 9 mit der Kraft F1 gegen die Stirnfläche N2 der Vorform N (Fig. 2). Gleichzeitig übt der Gegenhalter 12 eine Gegenhalterkraft F2 auf den Boden des Napfes aus. Während des Abstreckziehens vollführt der Druckstempel 9 entsprechend der Abstreckung der Vorform N eine Bewegung in Richtung des Vorhubes des Ziehrings 14, wobei der auf die Seitenwandung N1 wirkende Druck durch die Kräfte F1 und F2 aufrechterhalten wird. Durch die dabei in der Seitenwandung N1 erzeugten Druckspannungen wird der Werkstofffluß begünstigt, so dass Material zuverlässig in das Profil 6 des Dorns 5 fließt. Dadurch wird eine hervorragende Qualität der Innenverzahnung gewährleistet. Nach der Beendigung des Abstreckziehens fährt das Werkzeugoberteil 11 nach oben und das Werkstück wird über den Auswerfer 7 vom Dorn 5 gelöst, wobei dieser bei einer Schrägverzahnung drehbar gelagert ist.

**[0018]** Um überschüssiges Material abfließen zu lassen und damit Überlastungen des Werkzeuges zu vermeiden, ist es möglich, gem. Fig. 3 und 4 im Gegenhalter 12 einen Materialüberlauf 12.2 vorzusehen. Der Gegenhalter 12 weist dazu in Richtung zur Vorform N ein Druckstück 12.1 auf, welches ebenfalls in Richtung zur Vorform N im Durchmesser verringert ist, so dass zwischen Druckstück 12.1 und Adapter 15 ein Spalt entsteht, in den das überschüssige Material fließen kann und der somit als Materialüberlauf 12.2 dient.

**[0019]** Gemäß Fig. 5 ist es auch möglich, zusätzlich zu dem in Fig. 3 und 4 vorgesehen Materialüberlauf 12.2 einen weiteren Materialüberlauf 12.3 am Ende der zylindrischen Seitenwandung N1 anzuordnen. Dazu kann der Spalt zwischen dem Außendurchmesser des Druckstempels 9 und dem Innendurchmesser des Ziehringes 14 dienen.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn am Ende des Umform-

vorganges ein erhöhter axialer Druck zum Kalibrieren ausgeübt wird, um eine bessere Ausfüllung und eine höhere Genauigkeit der Innenverzahnung zu erreichen. Das ggf. überschüssige Material kann dabei wie vorgeannt beschrieben abfließen. Nach Beendigung des Umformvorganges befindet sich der Kolben 3, der im Zylinder 3.1 geführt wird, in seiner untersten Position. Der erhöhte Druck kann nun z.B. dadurch aufgebracht werden, dass sich der Druckstempel 9 über ein Zwischenstück Z, welches an seinem Außendurchmesser Gewinde G aufweist und darüber mit einem Gewinding G1 verbunden ist, der sich wiederum auf dem Zylinder 3.1 und somit über das Werkzeugunterteil 2 auf dem Pressentisch 1 abstützt.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung eines Werkstückes mit Innenverzahnung, insbesondere eines Hohlrades, unter Verwendung einer napfförmigen Vorform (N) mit einer im Wesentlichen zylindrischen Seitenwandung (N1), wobei die Vorrichtung einen Dorn (5) mit einem Außenprofil (6) entsprechend der zu erzeugenden Innenverzahnung, sowie ein Umformwerkzeug umfaßt, welches dazu geeignet ist während einer Vorschubbewegung den Außendurchmesser der zylindrischen Seitenwandung (N1) zu reduzieren, wodurch Werkstoff der Seitenwandung (N1) in das Außenprofil (6) des Dornes (5) fließt, wobei das Umformwerkzeug als ein, bei einer Vorschubbewegung ein Abstreckziehen der zylindrischen Seitenwandung (N1) gewährleistender, Ziehring (14) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet** dass die Vorrichtung zwei zusätzliche werkzeugelemente umfasst, die dazu geeignet sind an der Vorform (N) während des Abstreckziehens anzugreifen, und in der Seitenwandung (N1) der Vorform axiale Druckspannungen zu erzeugen, wobei in Richtung zur Stirnfläche (N2) der zylindrischen Seitenwandung (N1) der Vorform (N) ein erstes der zwei zusätzlichen Werkzeugelemente in Form eines axial bewegbaren, als eine zylindrische Druckhülse ausgebildeten, Druckstempels (9) derartig angeordnet ist, dass es während des Abstreckziehens auf die Stirnfläche (N2) mit einer Kraft (F1) wirkt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Richtung zur Unterseite des Bodens (N3) der Vorform (N) ein zweites Werkzeugelement in Form eines axial beweglichen Gegenhalters (12) derartig angeordnet ist, daß er während des Abstreckziehens mit dem Ziehring (14) auf die Unterseite des Bodens (N3) der Vorform (N) mit einer Gegenhalterkraft (F2) wirkt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gegenhalter (12) eine in Richtung zur Unterseite des Bodens (N3) weisende kreisförmige Druckfläche aufweist,  $\mu\text{m}$  im wesentlichen auf den gesamten Bodenbereich zu wirken.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gegenhalter (12) eine in Richtung zur Unterseite des Bodens (N3) weisende ringförmige Druckfläche aufweist, die der Breite der zylindrischen Seitenwandung (N1) der Vorform (N) angepasst und im wesentlichen fluchtend zu dieser ausgerichtet ist, um auf den Randbereich der Unterseite des Bodens (N3) der Vorform (N) zu wirken.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckstempel (9) während des Abstreckziehens um eine, der Abstrecklänge der Vorform (N) entsprechende, axiale Bewegung in Richtung der Vorschubbewegung des Ziehtrings (14) axial bewegbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die während des Abstreckziehens erfolgende axiale Bewegung des Druckstempels (9) in Abhängigkeit von dessen Kraft (F1) regelbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckstempel (9) über einen Hydraulikkolben (3) axial beweglich gelagert ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in eine Presse, bestehend aus einem Pressentisch (1) und einem Pressenstößel (P) derartig integriert ist, dass am Pressentisch (1) ein Stempel (4) axial feststehend angeordnet und auf dem Stempel (4), axial über den Hydraulikkolben (3) verschiebbar, der Druckstempel (9) gelagert ist, und am Pressenstößel (P) der Gegenhalter (12) druckbeaufschlagbar axial beweglich und der Ziehring (14) gestellfest angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der der Länge der Vorform (N) angepasste Abstand der Druckfläche des Druckstempels (9) von der Stirnfläche des Dorns (5) über Distanzringe (10) einstellbar ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dorn (5) zum Auswerfen der Vorform/des Werkstückes (N) drehbar gelagert ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein im Dorn (5) axial entlanglaufender Auswerfer (7) drehbar gelagert ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **da-**

- durch gekennzeichnet, dass** ein- oder beidseitig am Ende der Vorform/des Werkstückes (N) ein Materialüberlauf angeordnet ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Materialüberlauf (12.2) im Gegenhalter (12) angeordnet ist. 5
14. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Materialüberlauf in dem Adapter (8) ausgebildet ist, in dem der Druckstempel (9) gelagert ist. 10
15. Verfahren zur Herstellung eines Werkstückes mit Innenverzahnung, insbesondere eines Hohlrades, wobei eine napfförmige Vorform (N), mit einem Boden (N3) und einer im Wesentlichen zylindrischen Seitenwandung (N1), über einem Dorn (5), welcher das Außenprofil entsprechend der zu erzeugenden Innenverzahnung aufweist, in ihrem Außendurchmesser reduziert wird, so dass Werkstoff der zylindrischen Seitenwandung (N1) in das Außenprofil des Dorns (5) fließt, und wobei das Reduzieren des Außendurchmessers durch Abstreckziehen mittels eines Ziehringes (14) erfolgt, **dadurch gekennzeichnet** dass während des Abstreckziehens zusätzliche axiale Druckspannungen auf die zylindrische Seitenwandung (N1) der Vorform (N) aufgebracht werden und die axialen Druckspannungen durch zwei zusätzliche beidseitig auf den Bereich der zylindrischen Seitenwandung wirkende Werkzeugelemente erzeugt werden, wobei in Richtung zur Stirnfläche (N2) der zylindrischen Seitenwandung (N1) der Vorform (N) ein erstes der zwei zusätzlichen Werkzeugelemente in Form eines axial beweglichen, als eine zylindrische Druckhülse ausgebildeten, Druckstempels (9) während des Abstreckziehens auf die Stirnfläche (N2) mit einer Kraft (F1) wirkt. 20
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Abstreckziehens ein zweites Werkzeugelement in Form eines Gegenhalters (12) mit einer Gegenhalterkraft (F2) auf die Unterseite des Bodens (N3) wirkt. 25
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Abstreckziehens der Druckstempel (9) eine der Abstrecklänge der Vorform (N) entsprechende axiale Hubbewegung in Richtung der Vorschubbewegung des Ziehringes (14) vollführt. 30
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die während des Abstreckziehens erfolgende axiale Hubbewegung des Druckstempels (9) in Abhängigkeit von dessen Kraft (F1) geregelt wird. 35
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gegenhalterkraft (F2) des Gegenhalters (12) und die Kraft (F1) des Druckstempels (9) zueinander regelbar sind derart, dass während des gesamten Abstreckvorganges ein Werkstofffluß in radialer Richtung zum vollständigen Ausfüllen der Kontur des Dorns (5) gewährleistet ist. 40
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Beendigung des Abstreckziehens ein erhöhter axialer Druck zum Kalibrieren auf die Vorform/das Werkstück (N) ausgeübt wird. 45
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Abstreckziehens und/oder während des Aufbringens des Kalibrierdruckes überschüssiger Werkstoff in Materialüberläufe abfließt. 50

### Claims

1. An apparatus for producing a workpiece with internal gearing, especially an internal geared wheel, by using a cup-like preform (N) with a substantially cylindrical side wall (N1), with the apparatus comprising a mandrel (5) with an outside profile (6) corresponding to the internal gearing to be produced as well as a forming tool which is capable of reducing the outside diameter of the cylindrical side wall (N1) during a forward feed motion, as a result of which material of the side wall (N1) flows into the outside profile (6) of the mandrel (5), with the forming tool being configured as a drawing die (14) which ensures an ironing of the cylindrical side wall (N1) during a forward feed motion, **characterized in that** the apparatus comprises two additional tool elements which are capable of attacking the preform (N) during the ironing and of producing axial compressive stresses in the side wall (N1) of the preform, with a first of the two additional tool elements being arranged in the direction towards the face surface (N2) of the cylindrical side wall (N1) of the preform (N) in the form of an axially movable pressure stamp (9) which is arranged as a cylindrical pressure sleeve, such that it acts upon the face surface (N2) with a force (F1) during the ironing. 55
2. An apparatus according to claim 1, **characterized in that** in the direction towards the lower side of the floor (N3) of the preform (N) a second tool element in the form of an axially movable platen (12) is arranged in such a way that during the ironing it acts with the drawing die (14) upon the lower side of the floor (N3) of the preform (N) with a platen force (F2).
3. An apparatus according to claim 2, **characterized**

- in that** the platen (12) comprises a circular pressing surface facing in the direction towards the bottom side of the floor (N3) in order to act substantially on the entire floor region.
4. An apparatus according to claim 2 or 3, **characterized in that** the platen (12) comprises an annular pressing surface facing in the direction towards the bottom side of the floor (N3), which pressing surface is adjusted to the width of the cylindrical side wall (N1) of the preform (N) and is aligned substantially flush with the same in order to act upon the boundary region of the bottom side of the floor (N3) of the preform (N).
  5. An apparatus according to one of the claims 1 to 4, **characterized in that** the pressure stamp (9) is axially movable during the ironing about an axial movement corresponding to the ironing length of the preform (N) in the direction of the forward feed motion of the drawing die (14) .
  6. An apparatus according to one of the claims 1 to 5, **characterized in that** the axial movement of the pressure stamp (9) occurring during the ironing can be adjusted depending on its force (F1).
  7. An apparatus according to one of the claims 1 to 6, **characterized in that** the pressure stamp (9) is held in an axially movable manner by way of a hydraulic piston (3).
  8. An apparatus according to one of the claims 1 to 7, **characterized in that** it is integrated in a press, consisting of a press table (1) and a press ram (P) in such a way that a stamp (4) is arranged in an axially fixed manner on the press table (1) and the pressure stamp (9) is held on the stamp (4) in a manner so as to be axially displaceable via the hydraulic piston (3), and the platen (12) is arranged on the press ram (P) in an axially movable manner by pressurization and the drawing die (14) is arranged so as to be fixed on the frame.
  9. An apparatus according to one of the claims 1 to 8, **characterized in that** the distance of the pressing surface of the pressure stamp (9) from the face surface of the mandrel (5), which distance is adjusted to the length of the preform (N), is adjustable via spacer rings (10).
  10. An apparatus according to one of the claims 1 to 9, **characterized in that** the mandrel (5) is held in a rotatable manner for ejecting the preform/workpiece (N).
  11. An apparatus according to one of the claims 1 to 10, **characterized in that** an ejector (7) which runs axially along the mandrel (5) is held in a rotatable manner.
  12. An apparatus according to one of the claims 1 to 11, **characterized in that** a material overflow is arranged on one side or on both sides at the end of the preform/workpiece (N).
  13. An apparatus according to claim 12, **characterized in that** a material overflow (12.2) is arranged in the platen (12).
  14. An apparatus according to claim 12, **characterized in that** a material overflow is formed in the adapter (8) in which the pressure stamp (9) is held.
  15. A method for producing a workpiece with internal gearing, especially an internal geared wheel, with a cup-like preform (N), comprising a floor (N3) and a substantially cylindrical side wall (N1), being reduced in its outside diameter by a mandrel (5) having the outside profile according to the internal gearing to be produced, so that the material of the cylindrical side wall (N1) flows into the outside profile of the mandrel (5), and with the reduction of the outside diameter occurring by ironing by means of a drawing die (14), **characterized in that** during the ironing additional axial compressive stresses are applied to the cylindrical side wall (N1) of the preform (N) and the axial compressive stresses are produced by two additional tool elements acting on both sides on the region of the cylindrical side wall, with a first of the two additional tool elements in the form of an axially movable pressure stamp (9) arranged as a cylindrical pressure sleeve acting with a force (F1) upon the face surface (N2) during the ironing in the direction towards the face surface (N2) of the cylindrical side walls (N1) of the preform (N).
  16. A method according to claim 15, **characterized in that** during the ironing a second tool element in the form of a platen (12) acts with a platen force (F2) upon the bottom side of the floor (N3).
  17. A method according to claim 15 or 16, **characterized in that** during the ironing the pressure stamp (9) performs an axial lifting movement in the direction of the forward feed motion of the drawing die (14), which axial lifting movement corresponds to the ironing length of the preform (N).
  18. A method according to one of the claims 15 to 17, **characterized in that** the axial lifting movement of the pressure stamp (9) occurring during the ironing is adjusted depending on its force (F1).
  19. A method according to one of the claims 15 to 18, **characterized in that** the platen force (F2) of the

platen (12) and the force (F1) of the pressure stamp (9) can be adjusted with respect to each other in such a way that during the entire ironing process a flow of material is ensured in the radial direction for completely filling the contour of the mandrel (5).

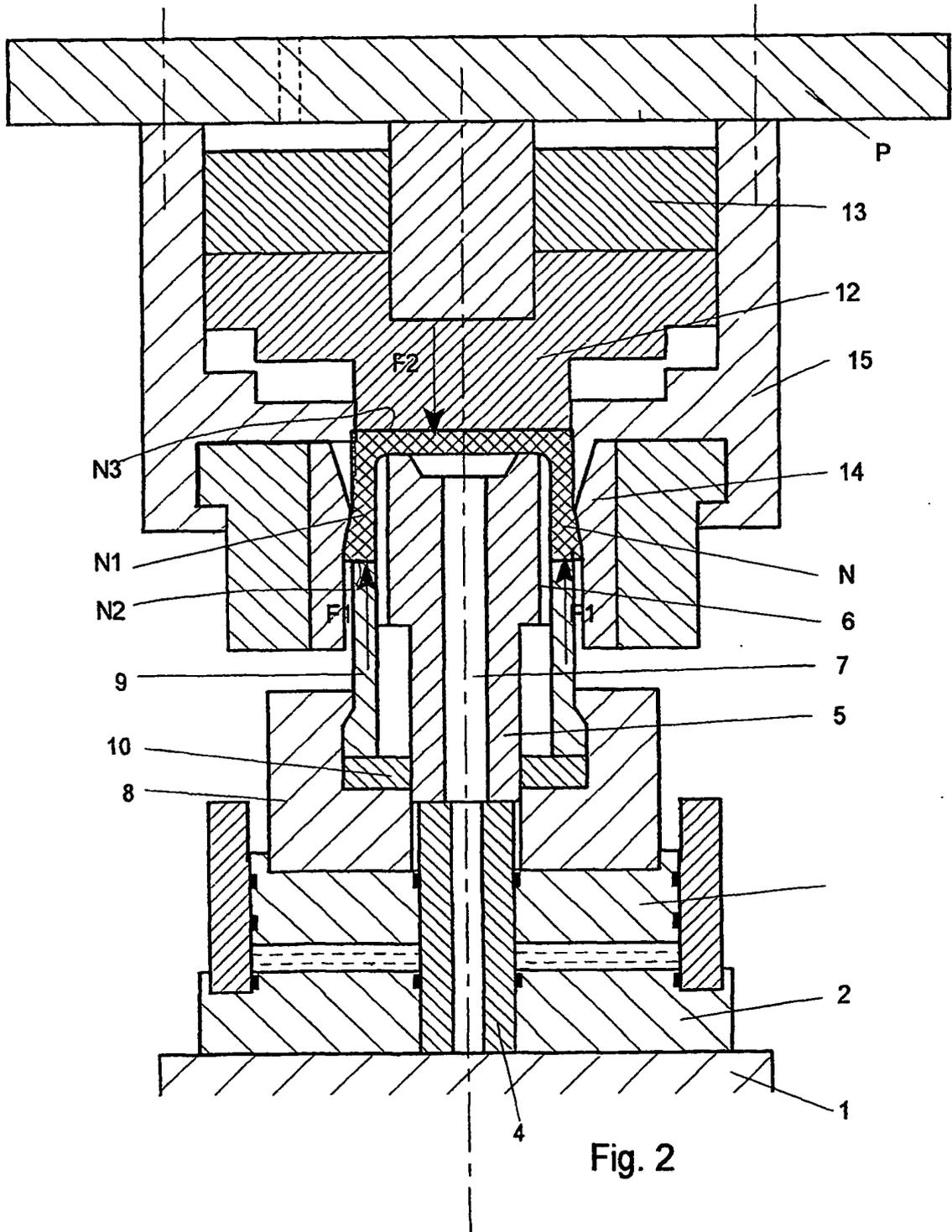
20. A method according to one of the claims 15 to 19, **characterized in that** an increased axial pressure for calibration is exerted on the preform/workpiece (N) after ending the ironing.
21. A method according to one of the claims 15 to 20, **characterized in that** excess material is discharged in material overflows during the ironing and/or during the application of the calibration pressure.

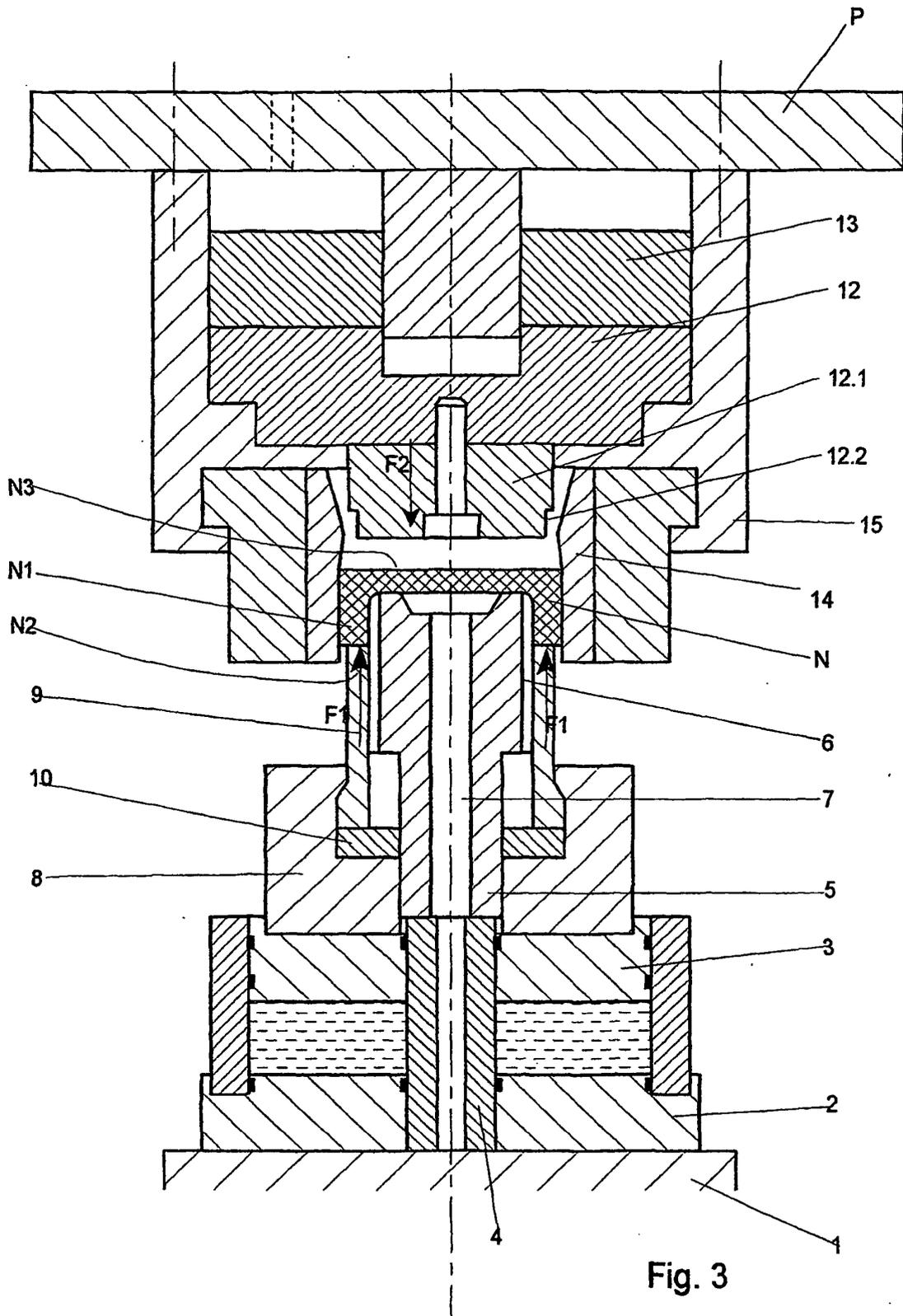
### Revendications

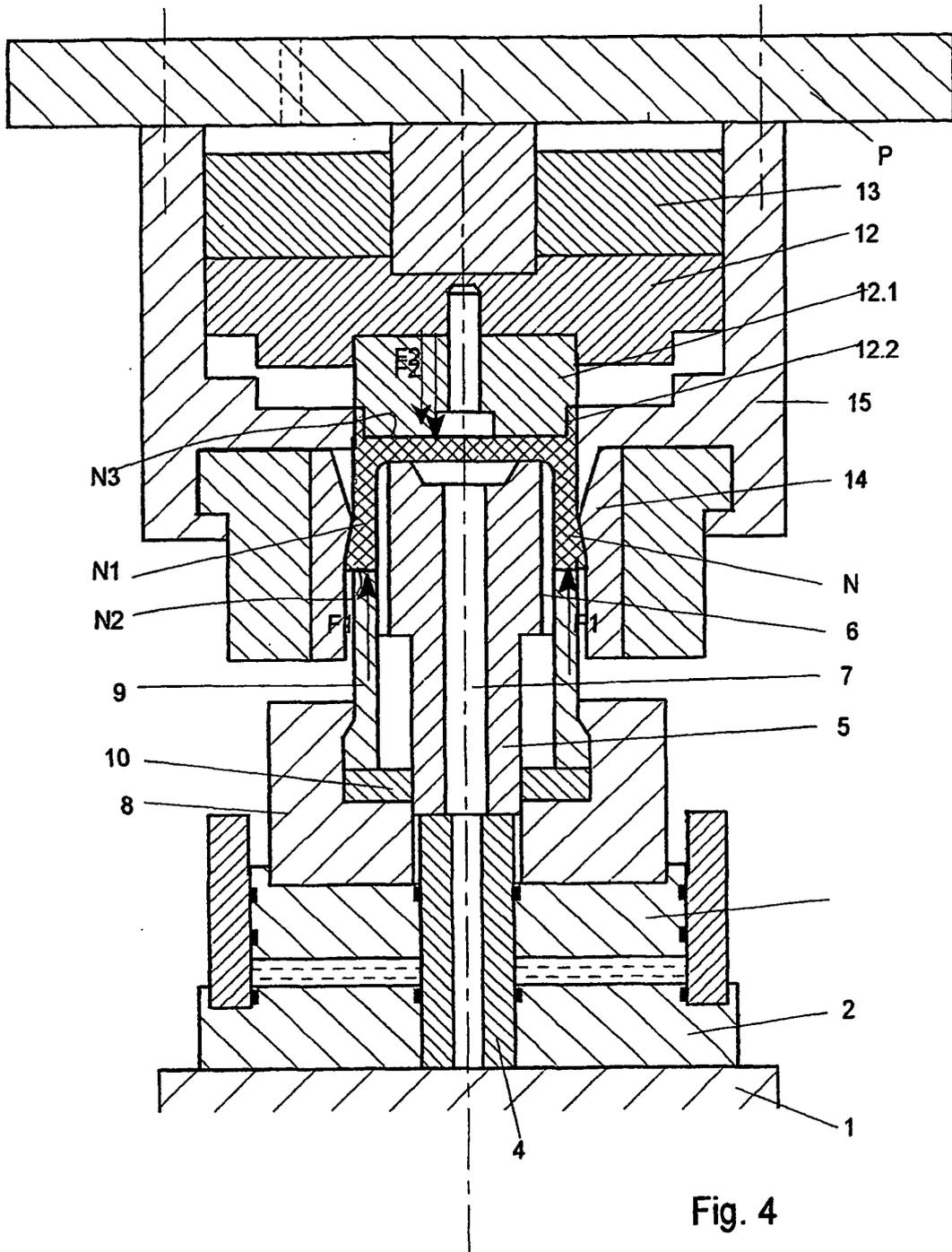
1. Dispositif pour la fabrication d'une pièce à denture interne, en particulier d'une roue creuse, utilisant une ébauche (N) en forme de cuvette avec une paroi latérale (N1) sensiblement cylindrique, lequel dispositif comprend un mandrin (5) avec un profil extérieur (6) correspondant à la denture intérieure à produire, ainsi qu'un outil de formage qui est adapté pour réduire, pendant un mouvement d'avancement, le diamètre extérieur de la paroi latérale cylindrique (N1), de sorte que le matériau de la paroi latérale (N1) coule vers le profil extérieur (6) du mandrin (5), l'outil de formage étant conformé comme une bague d'étrépage (14) garantissant, lors d'un mouvement d'avancement, l'étrépage de la paroi latérale cylindrique (N1), **caractérisé en ce que** le dispositif comprend deux éléments d'outil supplémentaires, qui sont adaptés pour se mettre en prise sur l'ébauche (N) pendant l'étrépage et produire dans la paroi latérale (N1) de l'ébauche des contraintes de compression axiales, un premier des deux éléments d'outil supplémentaires prenant la forme d'un poinçon de chasse (9) mobile dans le sens axial et conformé comme une douille de compression cylindrique et étant disposé en direction de la face frontale (N2) de la paroi latérale (N1) de l'ébauche (N) de manière à exercer une force (F1) sur la face frontale (N2) pendant l'étrépage.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**en direction de la face intérieure du fond (N3) de l'ébauche (N), un deuxième élément d'outil prenant la forme d'un contre-appui (12) est disposé de manière mobile dans le sens axial, de telle manière que pendant l'étrépage, il agisse avec la bague d'étrépage (14) sur la face inférieure du fond (N3) de l'ébauche (N) en exerçant une force de contre-appui (F2).
3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le contre-appui (12) présente une surface d'appui circulaire orientée vers la face inférieure du fond (N3), afin d'agir pour l'essentiel sur l'ensemble de la zone de fond.
4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le contre-appui (12) possède une surface d'appui annulaire orientée vers la face inférieure du fond (N3), qui est adaptée à la largeur de la paroi latérale cylindrique (N1) de l'ébauche et sensiblement alignée avec celle-ci, pour agir sur la zone de bord de la face inférieure du fond (N3) de l'ébauche (N).
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le poinçon de chasse (9) est mobile dans le sens axial pendant l'étrépage selon un mouvement axial correspondant à la longueur d'étrépage de l'ébauche (N), dans la direction du mouvement d'avancement de la bague d'étrépage (14).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le mouvement axial du poinçon de chasse (9) qui a lieu pendant l'étrépage peut être régulé en fonction de sa force (F1).
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le poinçon de chasse (9) est supporté de manière mobile dans le sens axial par un piston hydraulique (3).
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**il est intégré dans une presse, composée d'une table de presse (1) et d'un coulisseau de presse (P), de telle manière qu'un poinçon (4) soit disposé de manière stationnaire dans le sens axial sur la table de presse (1) et que le poinçon de chasse (9) soit supporté sur le poinçon (4) de manière mobile dans le sens axial à l'aide du piston hydraulique (3), et que le contre-appui (12) est disposé sur le coulisseau de presse (P) de manière mobile dans le sens axial sous l'action d'une pression et la bague d'étrépage (14) est disposée de manière solidaire du bâti.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la distance entre la surface d'appui du poinçon de chasse (9) et la face frontale du mandrin (5), adaptée à la longueur de l'ébauche (N), peut être ajustée au moyen de bagues d'écartement (10).
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le mandrin (5) est supporté avec possibilité de rotation en vue de l'éjection de l'ébauche/de la pièce (N).
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'**un éjecteur (7) orienté

- dans le mandrin (5) le long de son axe est supporté avec possibilité de rotation.
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'**il est prévu sur un côté ou les deux à l'extrémité de l'ébauche/de la pièce (N) un trop-plein pour le matériau. 5
13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'**un trop-plein pour le matériau (12.2) est prévu dans le contre-appui (12). 10
14. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'**un trop-plein pour le matériau est formé dans l'adaptateur (8) dans lequel le poinçon de chasse (9) est supporté. 15
15. Procédé pour la fabrication d'une pièce à denture interne, en particulier d'une roue creuse, utilisant une ébauche (N) en forme de cuvette avec un fond (N3) et une paroi latérale (N1) sensiblement cylindrique, dont le diamètre extérieur est réduit à l'aide d'un mandrin (5) présentant un profil extérieur correspondant à la denture interne à produire, de telle manière que le matériau de la paroi latérale cylindrique (N1) s'écoule dans le profil extérieur du mandrin (5), et dans lequel la réduction du diamètre extérieur est obtenue par étirage au moyen d'une bague d'étirage (14), **caractérisé en ce que** pendant l'étirage, des contraintes de compression axiale supplémentaires sont exercées sur la paroi latérale cylindrique (N1) de l'ébauche (N) et les contraintes de compression axiale sont produites par deux éléments d'outil supplémentaires agissant de part et d'autre sur la zone de la paroi latérale cylindrique (N1), un premier des deux éléments d'outil supplémentaires, prenant la forme d'un poinçon de chasse (9) conformé comme une douille de compression cylindrique et mobile dans le sens axial agissant dans la direction de la face frontale (N2) de la paroi latérale (N1) cylindrique de l'ébauche (N) pendant l'étirage pour exercer une force (F1) sur la face frontale (N2). 20  
25  
30  
35  
40
16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** pendant l'étirage, un deuxième élément d'outil prenant la forme d'un contre-appui (12) agit en exerçant une force de contre-appui (F2) sur la face inférieure du fond (N3). 45
17. Procédé selon la revendication 15 ou 16, **caractérisé en ce que** pendant l'étirage, le poinçon de chasse (9) effectue un mouvement de course axiale correspondant à la longueur d'étirage de l'ébauche (N) dans le sens du mouvement d'avancement de la bague d'étirage (14). 50  
55
18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 17, **caractérisé en ce que** le mouvement axial
- du poinçon de chasse (9) effectué pendant l'étirage est régulé en fonction de sa force (F1).
19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, **caractérisé en ce que** la force de contre-appui (2) du contre-appui (12) et la force (F1) du poinçon de chasse (9) peuvent être régulées l'une par rapport à l'autre de telle sorte que pendant toute l'opération d'étirage, un écoulement de matériau soit garanti dans le sens radial pour remplir complètement le contour du mandrin (5).
20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 19, **caractérisé en ce que** lorsque l'étirage est terminé, une pression axiale augmentée est exercée sur l'ébauche/la pièce (N) pour calibrer celle-ci.
21. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 20, **caractérisé en ce que** pendant l'étirage et/ou l'application de la pression de calibrage, le matériau excédentaire s'écoule dans des trop-pleins pour le matériau.









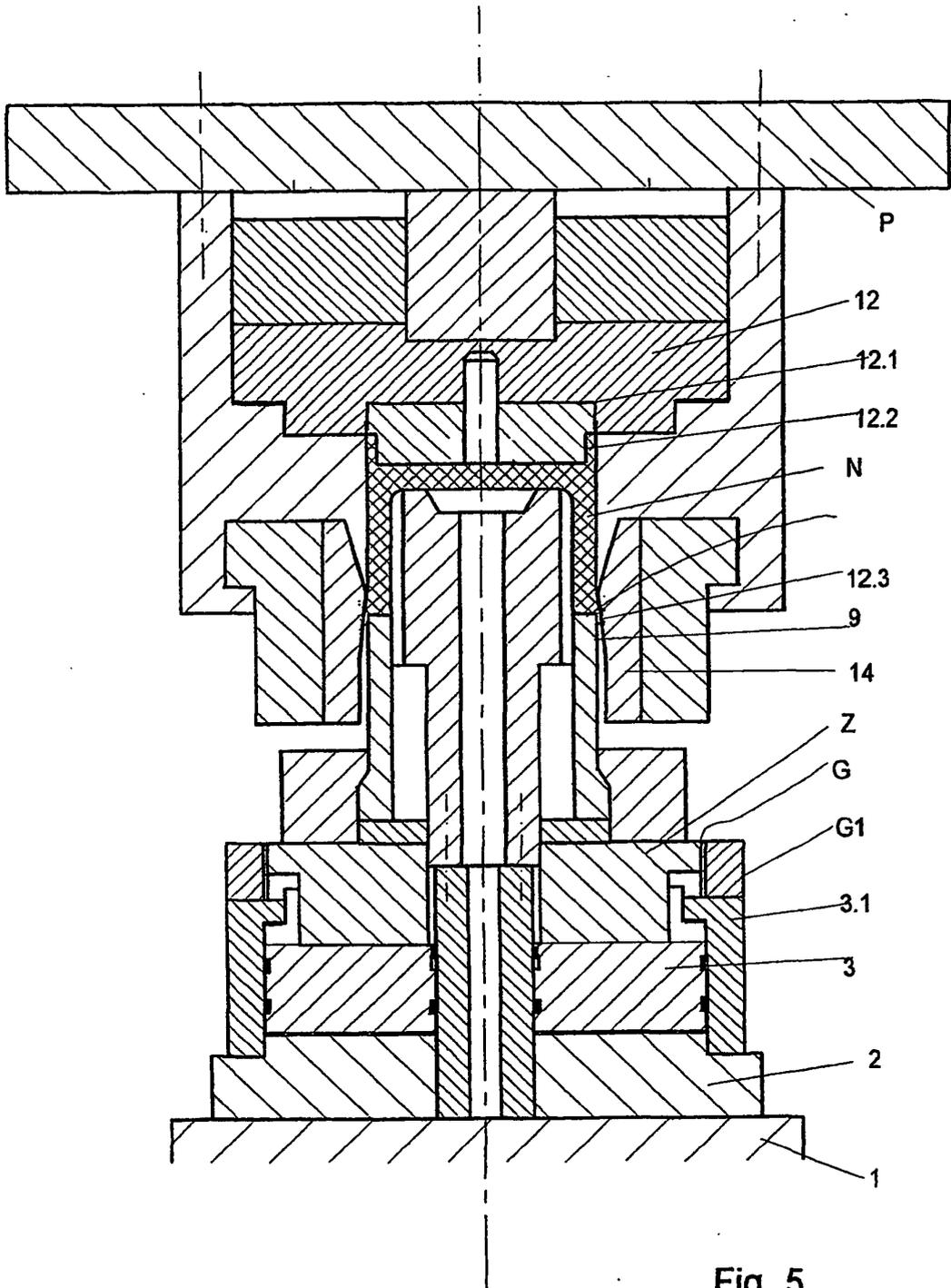


Fig. 5