



(11) **EP 2 125 263 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
23.06.2010 Patentblatt 2010/25

(51) Int Cl.:
B21D 22/21 ^(2006.01) **C21D 8/04** ^(2006.01)
C21D 9/48 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08701117.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/000261

(22) Anmeldetag: **15.01.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/101567 (28.08.2008 Gazette 2008/35)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM TEMPERIERTEN UMFORMEN VON WARMGEWALZTEM STAHLMATERIAL**

METHOD AND APPARATUS FOR THE TEMPERATURE-CONTROLLED SHAPING OF HOT-ROLLED STEEL MATERIAL

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE FORMAGE À TEMPÉRATURE RÉGULÉE D'UN MATÉRIAU EN ACIER LAMINÉ À CHAUD

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

• **KRENN, Karl-Heinz**
A-4020 Linz (AT)
• **KRIEGNER, Wolfgang**
A-4064 Offerding (AT)

(30) Priorität: **19.02.2007 DE 102007008117**

(74) Vertreter: **Naefe, Jan Robert**
Nospat Patent- und Rechtsanwälte
Naefe Oberdorfer Schmidt
Isartorplatz 5
80331 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.2009 Patentblatt 2009/49

(73) Patentinhaber: **Voestalpine Anarbeitung Gmbh**
4020 Linz (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 055 436 GB-A- 1 579 657
US-A- 4 833 903 US-A- 5 454 888

(72) Erfinder:
• **KIRCHWEGER, Hans-Jörg**
A-4300 St. Valentin (AT)

EP 2 125 263 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch 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 zum temperierten Umformen von warmgewalztem Stahlmaterial.

[0002] Es ist bekannt, aus Stahlblech durch Umformungen, wie Tiefziehen, geeignete Bauteile zu erzeugen. Hierbei werden sowohl warmgewalzte als auch warm- und kaltgewalzte Stahlgüten verwendet.

[0003] Derartige Umformverfahren können sowohl als Warmumformverfahren als auch als Kaltumformverfahren durchgeführt werden.

[0004] Im Allgemeinen wird mit Warmumformung eine Umformung im austenitischen Gebiet beschrieben. Dabei soll die maximale Temperatur von 980°C nicht überschritten werden, wenn keine zusätzliche Glühung mehr stattfinden soll. Des weiteren muss die Umformung oberhalb von 750°C abgeschlossen sein und die Abkühlung muss anschließend an ruhender Luft erfolgen. Für dieses Verfahren können nur Stähle für das Normalglühen eingesetzt werden, da sie die Festigkeiten auch nach einer Glühung bei 950°C gewährleisten.

[0005] Der Ablauf dieses Verfahrens ist in Fig. 18 dargestellt. In diesem Fall wird die zumeist auf Endkontur beschnittene Platine 101 in den ersten Teil 102 des Werkzeuges 103 eingelegt und frei umgeformt. Dabei wird, wie in Schritt 2 der Abbildung ersichtlich, die Platine 101 am Boden gewölbt. Bei diesem Prozess kann die Platine 101 nur in der Ruhelage vor der Verformung im Werkzeug 103 fixiert werden. Sobald das Oberteil 104 des Werkzeuges 103 in Kontakt mit der Platine 101 tritt, kommt es zu einer ungeführten, freien Umformung (Fig. 18 oben). Nach dieser Umformung wird die Platine 101 in das zweite Werkzeug 105 manipuliert (Fig. 18 unten). Bei diesem Schritt werden die Kanten 106, bzw. Radien 107 des Werkstückes gestaucht. Gleichzeitig kann, wenn erwünscht eine Prägung der Schweißkante erfolgen. Da jedoch die Einformung frei erfolgt, ist ein maßhaltiges Ausprägen der Kante nur schwer durchführbar. Während des Prägens kommt es zu einer gegensätzlichen Wölbung 108 des Bauteiles. Dabei wird Material in den Boden geschoben und nicht für die Ausprägung verwendet. Dies verursacht jedoch große Stauchwege, um die Maßhaltigkeit der Kante und Radien zu erfüllen. Das heißt, aufgrund der hohen Stauchwege unterliegt das Werkzeug zwangsbedingt einem hohen Verschleiß. Zusätzlich muss noch berücksichtigt werden, dass bei diesem Prozess immer zwei Teile in der Presse vorhanden sein müssen. Dies wiederum kompensiert jedoch die Reduzierung der Presskraft aufgrund der hohen Umformtemperatur.

[0006] Typische Bauteile, welche auf diese Art hergestellt werden, sind Achsbrücken von Lastkraftwagen. Hier nutzt man die Warmumformung zur Reduktion der Umformkraft und der Biegeradien aus. Gleichzeitig können in einem zweiten Schritt die Biegekanten gestaucht werden, wodurch das Bauteil eine höhere Steifigkeit erfährt.

[0007] Ein derartiges Verfahren ist z. B. aus der US 2,674,783 bekannt. Bei diesem Verfahren wird im ersten Schritt eine Form erzeugt und anschließend in einer zweiten Operation diese Vorform endgültig ausgeprägt.

5 **[0008]** Diese Herstellung hat zum Nachteil, dass das Werkstück zweimal manipuliert werden muss. Dabei treten unterschiedliche Abkühlraten auf. In Abhängigkeit der Werkzeugtemperatur kann die Kühlrate im Werkzeug höher oder niedriger als an ruhender Luft sein. Wie noch beschrieben wird, ist die Abkühlung bei normalisierend geglühten Stählen von großer Bedeutung.

10 **[0009]** Aufgrund des zweistufigen Prozesses sinkt die Bauteiltemperatur verstärkt ab. Dies hat zu Folge, dass die Umformkräfte steigen und gerade beim Kalibrieren, d.h. jener Prozessschritt mit der höchsten Umformkraft, der Umformwiderstand sehr hoch ist und den Vorteil der Warmumformung schmälert. Des weiteren muss darauf geachtet werden, dass die zweite Umformung oberhalb von 750°C bzw. 700°C abgeschlossen sein muss.

15 **[0010]** Versuche mit vorgewärmtem Werkzeug, d.h. betriebsnahen Bedingungen, zeigen jedoch, dass im Vergleich zur Abkühlung an Luft die Kühlrate durch die Warmumformung wesentlich höher ist (Fig. 19).

20 **[0011]** Bei allen Versuchen wurden die Temperaturen im Bauteil mittels Thermoelementen online gemessen. Die Thermoelemente wurden in Langlöcher mit einem Durchmesser von 2 mm gesteckt und mit umgeformt. Eine detaillierte Betrachtung des Umformprozesses zeigt Fig. 20. Hier ist ersichtlich, dass die erste Umformstufe bei ca. 790°C und die zweite Umformstufe bei ca. 680°C abgeschlossen sind. Dies bedeutet jedoch eine Unterschreitung der minimalen Umformtemperatur von 750°C, bzw. 700°C. In Fig. 19 ist auch ersichtlich, dass die Umwandlung von Ferrit in Austenit entweder zwischen oder während der Umformung erfolgt. Die exakte Umwandlungstemperatur hängt von der Legierungszusammensetzung ab. Die Endtemperatur deutet auch darauf hin, dass die Vorteile der Warmumformung, das heißt geringe Umformkräfte, bei der zweiten Umformstufe nicht mehr geltend gemacht werden können.

30 **[0012]** Die Auswahl an Stählen für derartige Warmumformverfahren ist auf normalisierend geglühte Stähle begrenzt.

35 **[0013]** Normalisierend geglühte, bzw. gewalzte Stähle erzielen ihre mechanischen Eigenschaften sowohl im Ausgangszustand (normalisierend gewalzt) als auch im geglühten Zustand, sofern es sich um eine Normalglühung handelt. Die Wärmebehandlung erfolgt oberhalb der A3-Temperatur. Das heißt, es findet ein Glühen im einphasigen austenitischen Bereich statt. Werden diese Stähle kalt umgeformt, so soll bei einer Überschreitung des Umformgrades von 5% eine Wärmebehandlung durchgeführt werden.

40 **[0014]** Die mechanischen Kennwerte werden hauptsächlich durch die Ausbildung einer ferritisch-perlitischen Matrix erreicht. Dies bedeutet jedoch, dass die Abkühlgeschwindigkeit exakt eingehalten werden muss, um die Bildung eines feinlamellaren Perlits zu gewähr-

leisten. Das Abkühlen muss langsam erfolgen, entweder an ruhender Luft oder im Ofen. Es ist darauf zu achten, dass die Phasen Ferrit und Perlit ausgeschieden werden und die Martensitbildung unterbunden wird. Ab 600°C ist die Abkühlgeschwindigkeit unkritisch. Die Festigkeit des Werkstoffes ist linear vom Perlitanteil abhängig und dieser wiederum vom Kohlenstoffgehalt. Eine Erhöhung der Festigkeit kann zum überwiegenden Teil nur durch einen höheren Kohlenstoffgehalt erreicht werden. Dies bedeutet aber in weiterer Konsequenz, dass damit die Schweißbarkeit abnimmt. Erkennbar ist dies durch den Anstieg des Kohlenstoffäquivalents (siehe Fig. 15).

[0015] Bei den normalisierend geglühten Stählen kann man zwischen normalisierend gewalzten Erzeugnissen und normalisiert geglühten Erzeugnissen unterscheiden, wobei bei normalisierend gewalzten Erzeugnissen bei der Herstellung darauf zu achten ist, dass die letzte Warmwalzung oberhalb der Rekristallisationstemperatur des Austenits erfolgt. Diese liegt typischerweise bei ca. 950°C.

[0016] Der Stahl rekristallisiert dabei vollständig und die Walzrichtung ist nur noch aufgrund von Seigerungeffekten erkennbar. Der rekristallisierte Austenit wandelt im Anschluss mit definierter Abkühlgeschwindigkeit in Ferrit und Perlit um. Bei normalisierend geglühten Erzeugnissen werden Platinen oder Bauteile über die A3-Temperatur erhitzt und im Anschluss daran kontrolliert abgekühlt. Nach dieser Wärmebehandlung erhält der Stahl wieder die Ausgangseigenschaften. Des Weiteren kann im Anschluss an eine Glühung die Platine oder das Bauteil aus der Hitze umgeformt werden. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Umformung oberhalb von 750°C abgeschlossen sein muss. Bei einem Umformgrad von nicht mehr als 5 % gilt eine Temperatur von 700°C. Die Platinen oder Bauteile sind an ruhender Luft abzukühlen.

[0017] Thermomechanisch gewalzte Stähle erzielen ihre Festigkeit aus der gezielten Herstellung während des Warmwalzens. In diesem Fall wird die Endverformung unterhalb der Rekristallisationstemperatur von Austenit durchgeführt. Die Temperatursteuerung der Rekristallisation erfolgt dabei durch zusätzliche Legierungselemente. Diese Elemente, und hier vorwiegend Niob erhöhen die Rekristallisationstemperatur des Austenits, so dass ein ausreichendes Prozessfenster zwischen A3-Temperatur und der Rekristallisationstemperatur entsteht.

[0018] Da das Gefüge nach dem letzten Walzstich nicht mehr rekristallisieren kann, besitzt es aufgrund des gestreckten Walzgefüges sehr viele Keime zur Umwandlung von Austenit zu Ferrit. Als Ergebnis erhält man ein sehr feinkörniges Gefüge, das hauptsächlich aus Ferrit und zu geringen Anteilen aus Bainit besteht. Bainit ist ein sehr feinlamellarer Perlit, der nur im Ungleichgewicht erstarrt. Dies erfolgt durch eine gesteuerte rasche Abkühlung nach dem letzten Walzstich. Als zusätzlicher Effekt tritt eine Erhöhung der Zähigkeit des Materials auf.

[0019] Erstarrten im Gleichgewicht benötigt langsame

Abkühlraten, dies trifft eher auf normalisierend gewalzte Stähle zu. Zusätzlich verhindern die Legierungselemente in ausgeschiedener Form als Karbide, Nitride oder Karbonitride ein Kornwachstum über 1100°C. Dies wirkt sich auch vorteilhaft in der Grobkornzone der Wärmeinflusszone beim Schweißen aus.

[0020] Normalisierend geglühte Stähle zeigen bei hohen Festigkeiten aufgrund der Legierungszusammensetzung ein kritisches Verhalten bei der Herstellung zu Warmband. Aufgrund des geringeren Legierungsanteiles bei TM-Stählen können diese mit wesentlich höheren Festigkeiten erzeugt werden.

[0021] Während normalisiert gewalzte Stähle nur bis zu einer maximalen Streckgrenze von 460 MPa bei Blechstärken unter 16 mm genormt sind, so sind TM-Stähle bis zu einer Mindeststreckgrenze von 700 MPa bei 8 mm genormt (>8 mm darf die Streckgrenze um 20 MPa niedriger sein). Diese Angaben findet man in den Normen DIN EN 10025-3 für normalisierend gewalzte Stähle und für thermomechanisch gewalzte Stähle ist die Norm DIN EN 10149-2 ausschlaggebend.

[0022] Sauer gasbeständige Stähle werden im gleichen Verfahren wie thermomechanische Stähle hergestellt. Sie sind jedoch aufgrund ihres Einsatzgebietes in der Norm API spec 51, bzw. DIN EN 10208-2 abgebildet. Diese Bleche zeichnen sich durch extrem niedrige Gehalte von Verunreinigungen wie Schwefel aus. Dies bewirkt, dass ein Rekombinieren des Wasserstoffs zu H₂, das heißt Rissbildung in der Nähe von Mangansulfiden, verhindert wird. Andererseits wird dadurch die Zähigkeit selbst bei sehr tiefen Temperaturen stark verbessert. Des Weiteren wird durch die geringen Kohlenstoffgehalte die Ausbildung von Mittenseigerung reduziert. Dies verhindert die Bildung von harten Phasen in der Matrix. Um die Festigkeit zu erhöhen, muss die Kühlendtemperatur reduziert werden. Als Ergebnis liegt ein Stahl mit sehr feinem ferritischem Gefüge vor.

[0023] Eine Gegenüberstellung der Herstellpfade im Warmwalzwerk ist der Fig. 16 zu entnehmen. Hier ist der Unterschied bei der Endverformung klar ersichtlich. Mit den Abkühlbedingungen aus der Walzhitze kann die Gefügeausbildung bei thermomechanischer Walzung noch beeinflusst werden. Die unterschiedlichen Strukturen von normalisierend gewalzt, bzw. geglüht und thermomechanisch gewalzt sind der Fig. 17 zu entnehmen.

[0024] Die Abkürzungen in Fig. 16 sind T (Temperatur), TRS (Rekristallisationstemperatur im Austenit), TM (thermomechanisch) und ACC (beschleunigt abgekühlt).

[0025] Vergleicht man die Gefüge zwischen normalisierend gewalzt und TM-gewalzt, so ist der erhöhte Anteil an kohlenstoffreichem Perlit (dunkle Phase) eindeutig feststellbar. Eine Kornfeinung, und somit eine Erhöhung der Festigkeit, Duktilität und Zähigkeit ist nur durch die thermomechanische Herstellung möglich.

[0026] Die chemischen Zusammensetzungen von normalisierend gewalztem Stahl findet man in den Normen DIN EN 10149-3 und DIN EN 10025-3. Die chemische Zusammensetzung von thermomechanisch ge-

walztem Stahl ist in der Norm DIN EN 10149-2 abgebildet. Vergleicht man Stahlgüten mit gleicher Mindeststreckgrenze so sind die höheren Kohlenstoffgehalte bei normalisierend gewalzten Stählen ersichtlich.

[0027] Aus der US 5,454,888 ist ein Verfahren zur Herstellung von hochfesten Stahlteilen bekannt, die bei 300°F bis 1200°F (149°C) warm umgeformt werden sollen. Das verwendete Material soll eine ferritisch-perlitische Struktur haben. Auf eine besondere Formgebung wird hier nicht eingegangen. Aus der EP 0 055 436 ist ein Verfahren zum Verringern des Rückspringens bei mechanisch gepresstem Blechmaterial bekannt, bei dem ein Gegendruck beim Umformen angewendet werden soll. Das Gegenpressstück in dieser Presse soll insbesondere die Positionierung des Blechmaterials in der Presse steuern. Diese Schrift offenbart jedoch keine Umformtemperaturen oder das umzuformende Material.

[0028] Zur Kaltumformung können beide Stahlgüten herangezogen werden, wobei thermomechanische Stähle bei gleichen Streckgrenzen ein besseres Umformvermögen zeigen. Ein Ausprägen der Kanten, bzw. eine Schweißnahtvorbereitung, ist in der Kaltumformung nicht möglich, da die auftretenden Kräfte zu groß wären. Aus diesem Grund ist eine wirtschaftliche Auslegung einer Presse für Bauteile mit komplexer Geometrie nicht mehr gegeben.

[0029] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, welches einfach und schnell durchführbar ist, bezüglich des Werkzeugverschleißes verbessert ist und einen besser steuerbaren Prozess mit niedrigeren Kosten ergibt.

[0030] Die Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0031] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0032] Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens zu schaffen, mit der die Umformung einfach, schnell und sicher durchgeführt wird, welche geringen Verschleiß hat, mit einer hohen Taktzeit arbeitet und die Investition verringert.

[0033] Die Aufgabe wird mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst.

[0034] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den hiervon abhängigen Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0035] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Werkstoff zwar erwärmt, aber keiner Phasenumwandlung unterzogen, das heißt die Umformung findet im ferritischen, perlitischen oder bainitischen Bereich statt. Weder die eutektoide noch die Rekristallisations-Temperatur dürfen dabei überschritten werden.

[0036] Für dieses Verfahren können Stähle verwendet werden, welche bei Temperaturen bis max. 700°C stabile Gefüge besitzen.

[0037] Dazu zählen neben normalisierend gewalzten Stählen vor allem die thermomechanisch gewalzten Stähle, da sie ein stabiles Gefüge besitzen. Diese Stähle sind auch für das Spannungsarmglühen freigegeben,

welches ungefähr im gleichen Temperaturbereich stattfindet. Bei der Verwendung dieser Stähle muss darauf geachtet werden, dass keine Rekristallisation während der Erwärmung und anschließender Umformung eintritt.

[0038] Mehrphasenstähle besitzen unter anderem auch martensitische Phasen in der Matrix. Dieser Martensit wird jedoch bei so hohen Temperaturen angelassen und verändert dadurch die mechanischen Kennwerte der Stahlgüte.

[0039] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es vorteilhafter Weise, zunderfrei umzuformen. Während bei bekannten Umformprozessen mit Temperaturen von 900°C und höher dicke Zunderschichten auftreten, bilden sich in diesem Fall nur dünne O-xidhäute auf der Oberfläche des Werkstückes aus. Vergleicht man ungebeiztes Warmband mit erfindungsgemäß umgeformten Bauteilen, ist kein Unterschied in der Oberflächenausbildung ersichtlich.

[0040] Dies erlaubt es, mehrere Verfahrensschritte in ein Werkzeug zu integrieren, da kein störender Zunder die Funktion beeinträchtigen könnte. So kann im Falle der erfindungsgemäßen temperierten Umformung der erwähnte zweistufige Prozess zur Ausprägung von scharfen Radien nach dem Stand der Technik ein zweifach wirkender Prozess herangezogen werden. Dieser Prozess wird zwar bei niedrigeren Temperaturen als bei der Warmumformung durchgeführt, da jedoch nur ein Werkstück in der Presse zum Einsatz kommt, sind Presskräfte ähnlich niedrig. Dieser Prozess erlaubt es mehrere Verfahrensschritte in einem Werkzeug zu kombinieren:

- geführte Umformung
- Stauchen von Material
- Prägen von Schweißkanten
- Bauteilwurf

[0041] Die Kostenersparnis ergibt sich aus folgenden Gründen:

- ein Werkzeug für alle Funktionen;
- geringere Verschleißkosten aufgrund der Prozessparameter und Werkzeugreduktion;
- Erhöhung der Taktzeit, da das Bauteil in einem Arbeitshub gefertigt werden kann;
- Reduzierung der Investition:

Kompaktere Ofensysteme nutzbar, dadurch geringerer Ausstoß an CO₂; Presskraft wird nicht erhöht, da sich anstelle von zwei nur ein Bauteil im Werkzeug befindet; Alle Funktionen sind im Werkzeug, das heißt die Presse kann einfach ausgeführt werden.

[0042] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert, es zeigen dabei:

Figur 1: den Verfahrensablauf eines zweifach wirkenden erfindungsgemäßen Prozesses;

- Figur 2: den Aufbau eines zweifach wirkenden erfindungsgemäßen Werkzeug;
- Figur 3: die Umformkräfte in Abhängigkeit der Temperatur;
- Figur 4: den Temperaturverlauf beim erfindungsgemäßen Verfahren bei einer Starttemperatur von 700 °C;
- Figur 5: den Temperaturverlauf beim erfindungsgemäßen Verfahren bei einer Starttemperatur von 500 °C;
- Figur 6: die Oxidationsrate von Eisen in Luft;
- Figur 7: die Verfestigung bei 180°-Faltung von TM-Stahl;
- Figur 8: den Härteverlauf bei Vergütungsstahl (V) und thermo-mechanisch gewalztem Stahl (TMBA);
- Figur 9: die mechanischen Kennwerte von thermo-mechanisch gewalztem Stahl in Abhängigkeit der Glüh-temperatur;
- Figur 10: die Herstellung von Bauteilen nach einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figur 11: die Herstellung von Bauteilen nach einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figur 12: die Herstellung von Bauteilen nach einer dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figur 13: die Herstellung von Bauteilen nach einer vierten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figur 14: eine Gegenüberstellung von thermomechanisch gewalztem Stahl gegenüber normal geglühtem Stahl;
- Figur 15: die Streckgrenze und das Kohlenstoffäquivalent für verschiedene Herstellverfahren und Stahlsorten;
- Figur 16: die Herstellung von warmgewalztem Stahl;
- Figur 17: das Gefüge aufgrund der unterschiedlichen Herstellung von warmgewalztem Stahl;
- Figur 18: den Verfahrensablauf eines zweistufigen Prozesses nach dem Stand der Technik;

- Figur 19: den Temperaturverlauf beim Warmumformen nach dem Stand der Technik bei einer Starttemperatur von 940°C im Vergleich zu einer Luftabkühlung;
- Figur 20: den Temperaturverlauf beim Warmumformen nach dem Stand der Technik bei einer Starttemperatur von 940 C.
- 5
- 10 **[0043]** Fig. 1 und 2 zeigen den Aufbau des Werkzeuges. Je nach Art der Anwendungen können die Werkzeugteile gekühlt ausgeführt sein.
- [0044]** Im Oberteil 7 befinden sich der Stempel 2, welcher die Form des Bauteiles erzeugt und die Prägeleisten zur Ausprägung kleiner Radien und wenn notwendig der Schweißanarbeitung. Der Stempel 2 ist über ein Federpaket 4 mit dem Oberteil 7 verbunden. Dieses Federpaket kann aus Stahlfedern sowie aus hydraulischen Feder/Dämpfersystemen oder Gasdruckfedern bestehen.
- 15 Im Unterteil 11 befinden sich der Matrizeneinsatz 3 sowie die Matrize 6 selbst. Das Federpaket 5 zur Steuerung des Matrizeneinsatzes 3 kann ebenso aus Stahlfedern sowie aus hydraulischen Feder/Dämpfersystemen oder Gasdruckfedern bestehen.
- 20 **[0045]** Die Herstellung eines Bauteiles mittels zweifach wirkendem Prozess kann wie folgt erklärt werden:
- 25
- Die Ablage der auf Wunsch endgeometrienahen Platine 1 erfolgt zum einen auf das Unterteil 11 des Werkzeuges und zum anderen auf den Matrizeneinsatz 3. Berührt nun das Oberteil 7 die Platine 1, so wird durch beidseitigen Kontakt von Oberteil 7 und Matrizeneinsatz 3 die Platine 1 geklemmt und die Umformung erfolgt geführt und nicht frei. Des weiteren kann sich dadurch auch keine Wölbung im Werkzeug einstellen. Bei der weiteren Verformung (Schritt 2) wird nun der Matrizeneinsatz 3 durch den Stempel 2 verdrängt. Dabei sind die Kräfte der Federpakete von Stempel 2 zu Matrizeneinsatz 3 so abgestimmt, dass in der Platine 1 keine Abdrücke erzeugt werden. Im Schritt 3 wird der Bauteil zur Gänze umgeformt, wobei der Stempel 2 dabei den unteren Totpunkt erreicht hat. Gleichzeitig stützt sich nun der Matrizeneinsatz 3 in der Matrize 6 ab, sodass die Prägekräfte nicht über das Federpaket 5 übertragen werden müssen. In weiterer Folge wird nun das Federpaket 4 im Stempel 2 verdrängt und die Ausprägung durchgeführt (Schritt 4). Nach dem Öffnen des Werkzeuges dient die Federkraft des Matrizeneinsatzes 3 zum Ausstoßen des Bauteiles, das heißt das Werkzeug nimmt wieder die Position in Schritt 1 ein.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55 **[0046]** Die Herstellung eines Bauteiles mit engen Radien und/oder Schweißnahtvorbereitung erfolgt deshalb in einem Hub oder Arbeitsschritt des Werkzeuges. Eine Anarbeitung der Schweißkante ermöglicht die Weiterverwendung von Bauteilen zur Komponentenfertigung ohne

einer spanabhebenden Zwischenbearbeitung der Kante.

[0047] In Abhängigkeit des Ausgangsmaterials können die Platinen zwischen 500°C und 700°C aufgeheizt werden. Fig. 3 zeigt die notwendigen Umformkräfte in Abhängigkeit der Temperatur an einem identen Bauteil. Aus diesem Diagramm ist ersichtlich, dass eine Warmumformung bei 900°C im Vergleich zu einer temperierten Umformung die Presskräfte halbiert. Da jedoch beim zweistufigen Prozess der Warmumformung die Endtemperatur gegen 700°C fällt, steigen auch die Umformkräfte auf das 1,5fache (-.-Linie) an. Berücksichtigt man noch weiter, dass sich zwei Bauteile in der Presse befinden, so kann davon ausgegangen werden, dass die Presse ähnlich der temperierten Umformung ausgelegt werden muss. Zusätzlich ist die erhöhte Reibung bei 900°C klar ersichtlich. Während bei niedrigeren Temperaturen der Kraftaufwand nach der ersten Umformung absinkt, bleibt der Umformwiderstand bei 900°C annähernd konstant, was auf erhöhte Reibung aufgrund des vorliegenden Zunders im Zargenbereich schließen lässt. Dieses Phänomen tritt im Schritt 2 in Fig. 18 bei der Umformung auf.

[0048] Der Temperaturverlauf der temperierten Umformung nach der Erfindung ist am Beispiel einer Umformung von 700°C in Fig. 4 ersichtlich. Zum einen zeigt sich, dass die Herstellung des Bauteiles in einem Schritt erfolgte, zum zweiten tritt dabei ein maximaler Temperaturverlust von nur ca. 120°C auf. Im Vergleich zur Warmumformung zeigt sich, dass sich durch eine Verringerung der Anfangstemperatur von ca. 240°C eine Reduzierung der Endtemperatur von nur 100°C ergibt.

[0049] Ein weiteres Beispiel ist in Fig. 5 ersichtlich. In diesem Fall betrug die Platinentemperatur zu Beginn der Umformung 500°C. Die Auswertung zeigt, dass im Bereich des Bodens und der Zarge der Temperaturverlust weniger als 100°C beträgt, während im Bereich der Kante, also an jener Stelle, wo die Prägeleisten angreifen, eine Reduktion der Umformtemperatur von mehr als 150°C auftritt. Aufgrund der Wärmeleitung im Bauteil erfolgt jedoch ein sofortiger Anstieg der Temperatur noch dem Öffnen der Presse. Fig. 6 zeigt die Abhängigkeit der Oxidationsrate von Eisen an Luft in Abhängigkeit der Temperatur. Wählt man als Bezugsgröße die Oxidationsrate bei 600°C, so erhöht sich die Rate bei 700°C um das siebenfache und bei 950°C um das 230fache. Dies macht den Vorteil der erfindungsgemäßen temperierten Umformung deutlich. Durch die drastische Reduktion der Oxidbildung an der Bauteiloberfläche verringert sich der Verschleiß des Werkzeuges. Zweiter Kosteneffekt ist die Erhöhung der Taktzeit, da die zwischenzeitliche Reinigung des Werkzeuges um ein Vielfaches geringer, bzw. entfallen kann.

[0050] Nur durch die Kombination von Temperaturführung und Werkstoffauswahl ist es möglich, das erfindungsgemäße Verfahren umzusetzen.

[0051] Im Vergleich zur Kaltumformung sind wesentlich komplexere Geometrien möglich. Dies wird durch ein Nachfördern des Werkstoffes während der Umformung hervorgerufen. Dadurch können wesentlich geringere

Außen- als auch Innenradien erzeugt werden bei Aufrechterhaltung des Ausgangsquerschnittes des Vormaterials. Deshalb ist es möglich, dass bei gleichen mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes größere Belastungen übertragen werden, da die Flächenwiderstandsmomente stark erhöht werden können. Bei gleicher Belastung kann die Wandstärke dementsprechend verringert und somit Gewicht eingespart werden.

[0052] Bei der konventionellen Kaltumformung wird das Material im Verformungsbereich ausgedünnt.

[0053] Wie bereits angeführt beeinflusst die Abkühlgeschwindigkeit die mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes nach der Umformung nur gering, während bei der Verwendung von normalisierend gewalzten Stählen die Abkühlgeschwindigkeit eine wesentliche Funktion zur Erreichung der mechanischen Eigenschaften ist.

[0054] Bei Einhaltung der Glühbedingungen zur Umformung erhöht sich durch beschleunigte Alterungseffekte die Streckgrenze. Des weiteren können sich noch Ausscheidungen bilden.

[0055] Kurzfristige Temperaturen, wie sie z.B. beim Flammrichten auftreten, können, sofern sie entsprechend der Lieferbedingung des Vormaterials durchgeführt werden, analog dem Ausgangsmaterial durchgeführt werden.

[0056] Aufgrund des gewählten Temperaturbereiches zur Umformung können alle Werkstoffe eingesetzt werden, welche ihre Eigenschaften durch eine temperierte Wärmebehandlung beibehalten. Dies gilt ebenso für normalisierend gewalzte Stähle, wenn eine spezielle Weiterverarbeitung den Einsatz dieser Stähle voraussetzt.

[0057] Bevorzugt werden thermomechanische Stähle eingesetzt, da das schon gute Umformvermögen bei Raumtemperatur durch die temperierte Umformung verbessert wird und das Verfahren um Stauchprozesse ergänzt werden kann.

[0058] Im Vergleich zur Kaltumformung treten bei der temperierten Umformung nur geringe Verfestigungseffekte auf, da die Umformung im Bereich der Erholung des Werkstoffes liegt, und dadurch die Verfestigung ohne Inkubationszeit abgebaut werden kann. Eine Homogenisierung der inneren Spannungen ist die Folge. Eine Verringerung der Verfestigung ist in Fig. 7 ersichtlich.

[0059] Die temperierte Umformung nach der Erfindung schränkt die Weiterverarbeitung bezüglich Schweißen oder Oberflächenbeschichtungen nicht ein. Dieses Verfahren erlaubt, komplexe Bauteile mit hohen Festigkeiten herzustellen, ohne Einschränkung auf Nachfolgeprozesse. Aufgrund der Warmumformung können zum Beispiel nur normalisierend gewalzte Stähle eingesetzt werden. Wie bereits beschrieben sind diese aufgrund ihrer Legierungszusammensetzung wesentlich kritischer zu schweißen. Zusätzlich muss aufgrund der hohen Temperatur wesentlich aufwändiger die Oberfläche gereinigt werden.

[0060] Das grundlegende Vorurteil gegen den Einsatz von thermomechanischen Stählen ist deren Empfindlichkeit gegen hohe Temperaturen, wie sie zum Beispiel

beim Schweißen vorkommen. Moderne TM-Stähle weisen jedoch aufgrund ihrer Legierungszusammensetzung auch sehr gute mechanische Eigenschaften nach dem Schweißen auf. Dies wird unter anderem durch die Zugabe von Mikrolegierungselementen erreicht. Durch fein verteilte Ausscheidungen aus Mikrolegierungselementen in Verbindung mit Stickstoff oder Kohlenstoff wird die Bildung von Grobkorn in der Wärmeeinflusszone behindert, da ein Wachsen der Korngrenzen durch Festhalten erschwert wird. Demzufolge wird die erweichte Zone sehr schmal, wie in Fig. 8 auf der rechten Seite dargestellt (WEZ = Wärmeeinflusszone, SG = Schweißgut). In beiden Fällen ist der Abfall der Härte gleich groß, wobei die Erweichungszone beim thermomechanisch gewalzten Stahl wesentlich schmäler ausgebildet ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass unterhalb von AC1 (eutektoide Temperatur) keine Erweichung des Materials auftritt, d.h. die Korngröße ändert sich nicht. Oberhalb von AC1 kommt es zu einer Umwandlung in Austenit und im Anschluss daran zur oben genannten Grobkornbildung.

[0061] Beim Vergütungsstahl (V) ist die Erweichungszone wesentlich breiter ausgelegt, da es auch unterhalb der AC1 zu Umwandlungen kommt. In diesem Fall treten Anlasseffekte auf und verändern somit die mechanischen Eigenschaften des Materials. Zusätzlich kommt es aufgrund des höheren Kohlenstoffgehaltes noch zu einer verstärkten Aufkohlung im Übergangsbereich von Schmelzgut zu Wärmeeinflusszone. Dies ist bei dynamischer Beanspruchung besonders kritisch, da dies wie eine metallurgische Kerbe wirkt.

[0062] Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen weiter beschrieben, wobei eine spezielle Werkstoffauswahl hier nicht getroffen wird, damit im erfindungsgemäßen Verfahren alle bereits beschriebenen Werkstoffe verarbeitet werden können.

[0063] Das Verfahren ermöglicht sozusagen die Verwendung genormter Stähle unter der Voraussetzung, dass die Glühbedingungen analog dem Spannungsarmglühen eingehalten werden. Bei der Fertigung muss jedoch eine Rekristallisation während der Umformung vermieden werden, da damit eine Reduzierung der Festigkeit einhergeht. Werden Stähle verwendet, welche eine starke Anlassneigung besitzen, z.B. aufgrund martensitischer Phasen, so ist mit einem Festigkeitsverlust zu rechnen.

Beispiel 1

[0064] Ein Beispiel für die Verwendung eines thermomechanisch gewalzten Stahles für die temperierte Umformung ist in Fig. 9 dargestellt. Die Proben wurden dabei innerhalb von 15 Minuten auf die jeweilige Temperatur erhitzt. In allen Fällen konnte eine völlige Durchwärmung sicher gestellt werden. Anschließend wurden die Proben an Luft, im Wasser oder zwischen zwei gekühlten Kupferplatten abgekühlt. Die Auswertung zeigt, dass bis zu einer Temperatur von 700°C die mechanischen Eigenschaften mindestens den Ausgangswerten entsprechen.

Eine Erhöhung der Streckgrenze ist auf eine beschleunigte Alterung zurückzuführen. Oberhalb von 700°C tritt eine Veränderung des Gefüges auf, die Bildung von Austenit beginnt. Eine Erweichung des thermomechanisch gewalzten Stahles ist die Folge.

[0065] Das oben beschriebene Verfahren zur Herstellung von Bauteilen mittels temperiertem Umformen kann durch unterschiedliche Werkzeugausführungen erfolgen. Weiter können die Funktionen von Federn, hydraulischen Dämpfern und Gasdruckdämpfern auch von der Presse selbst übernommen werden. In Abhängigkeit der Stückzahl und Genauigkeit der Bauteile kann eine Wasserkühlung in den Werkzeugen erfolgen. Im Unterschied zum Härten in wassergekühlten Werkzeugen, müssen in diesem Fall keine derartigen Abkühlgeschwindigkeiten erreicht werden. Die Kühlung soll das Werkzeug und deren Funktionen vor thermischer Belastung schützen.

[0066] Alle Verfahren haben die Vereinfachung gemein, dass in einem Schritt sowohl die Umformung, als auch das Prägen der Seitenkanten erfolgt. Ein zusätzlicher Auswerfer, welcher die Kontur, bzw. die Oberfläche des Bauteiles zerstören könnte ist in keiner Ausführung notwendig. Gleichzeitig verhindern seitliche Klemmen am Matrizeinsatz ein Festsitzen des Bauteils am Stempel. Diese Klemmen öffnen sich automatisch beim Öffnen des Werkzeuges oder können mit Hydraulik oder Gas angesteuert werden.

Beispiel 2

[0067] Der Verfahrensablauf ist in Fig. 10 dargestellt.

Schritt 1:

[0068] Zu Beginn der Umformung wird die Platine 1 zwischen Stempel 2 und Matrizeinsatz 3 geklemmt. Dadurch kann ein Verrutschen der Platine verhindert werden. Bei herkömmlichen Verfahren erfolgt die Umformung aufgrund des Weglassens eines Matrizeinsatzes frei, d.h. die Platine ist nicht geführt. Bei der klassischen Warmumformung kann abplatzender Zunder die Funktionsweise des Matrizeinsatzes beeinflussen. Feder 4 und Feder 5 sind auf Vorspannung.

Schritt 2:

[0069] Die Umformung erfolgt im geklemmten Zustand. Feder 4 ist auf Vorspannung, Feder 5 wird durch den Stempel 2 verdrängt.

Schritt 3:

[0070] Der Stempel und der Matrizeinsatz erreichen den unteren Todpunkt. Sollte keine Schweißanarbeitung der Kanten, bzw. aufgedickte Eckbereiche notwendig sein, so kann Schritt 4 übersprungen werden. Feder 1 ist auf Vorspannung, Feder 2 durch Stempel verdrängt und der Matrizeinsatz 3 stützt sich auf Matrize 6 ab.

Schritt 4:

[0071] Zur Kostenersparnis kann in diesem Arbeitsschritt die Anarbeitung der Schweißkante mit Anarbeitungsstempel 7 mit Prägeleisten 8 erfolgen, unabhängig des Schweißverfahrens und des dazu notwendigen Winkels. Gleichzeitig können die Radien der Ecken sowohl innen als auch außen reduziert werden. Zusätzlich wird die Wandstärke in diesem Bereich erhöht. Feder 4 wird durch die Prägeleisten verdrängt Feder 5 bleibt in Position.

Schritt 5:

[0072] Der Matrizeinsatz 3 dient gleichzeitig zum Auswurf des Bauteiles und kann in dieser Position die nächste Platine aufnehmen.

Vorteile:**[0073]**

- keine freie Umformung durch Matrizeinsatz;
- Prägung erfolgt erst, wenn das Bauteil sich im unteren Totpunkt befindet, d.h. Es wird durch das Prägen kein Werkstoff in den Boden verschoben - kleinerer Stauchweg als bei Stand der Technik (siehe Fig. 18);
- einfacher Werkzeugaufbau, d.h. nur ein Federsystem im Stempel notwendig;
- geringe Werkzeugkosten;
- keine zusätzliche wegabhängige Steuerung im Werkzeug notwendig.

Beispiel 3

[0074] Der Verfahrensablauf ist in Fig. 11 dargestellt.

Schritt 1:

[0075] Platine 1 wird zwischen Matrize 6 und Stempel 2 geklemmt. In Abhängigkeit des Bauteiles kann ein Matrizeinsatz die Klemmung unterstützen (nicht abgebildet). F1, F2 und F3: siehe Anmerkung in Fig. 11.

Schritt 2:

[0076] Der Bauteile wird bei Weglassen des Matrizeinsatzes frei umgeformt. F1, F2 und F3 ohne Veränderung.

Schritt 3:

[0077] Der Stempel 2 wird zurückgezogen, dies erfolgt durch die Steuerung von F1. Prägeleisten 8 treten in Kontakt mit der Zarge 9. F2 und F3 bleiben unverändert.

Schritt 4:

[0078] System fährt mit Einstellung von Schritt 3 auf Kontakt mit Vorwölber 9.

Schritt 5:

[0079] Die Kanten 10 des Bauteiles berühren den Matrizenboden. Dadurch wird eine Bevorratung des Werkstoffes im Boden verursacht. F1, F2 und F3 analog Schritt 3.

Schritt 6:

[0080] Oberteil 7 fährt nach unten, F3 wird zur Gänze verdrängt. F2 wird um diesen Betrag anteilig verdrängt. Dadurch wird ein Verdrängen des Materials in die Ecken verursacht, ohne das eine hohe Reibung im Zargenbereich auftritt.

Schritt 7:

[0081] Verprägen des Bauteiles durch komplettes Verdrängen von F3.

Vorteile:**[0082]**

- Materialbevorratung im Boden;
- geringer Verschleiß in der Zarge;
- geringe Stauchung über die Zarge notwendig.

Beispiel 4

[0083] Der Verfahrensablauf ist in Fig. 12 dargestellt.

Schritt 1:

[0084] Platine 1 wird zwischen Matrize 6 und Stempel 2 geklemmt. In Abhängigkeit des Bauteiles kann ein Matrizeinsatz die Klemmung unterstützen (nicht abgebildet). F1 und F2: siehe Anmerkung in Fig. 12.

Schritt 2:

[0085] Der Bauteile wird bei Weglassen des Matrizeinsatzes frei umgeformt. F1 und F2 ohne Veränderung.

Schritt 3:

[0086] Der Bodenbereich wird zwischen Stempel 2 und Vorwölber 9 geklemmt. F1 und F2 ohne Veränderung.

Schritt 4:

[0087] F1 wird durch die Abwärtsbewegung des Ober-

teiles 7 verdrängt, sodass die Prägeleisten 8 das Bauteil im Eckenbereich in die Matrize 6 pressen. F2 bleibt unverändert.

Schritt 5:

[0088] Stempel 2 und Prägeleisten 8 fahren gleichzeitig nach unten und verprägen das Bauteil. Dabei wird F2 verdrängt.

Vorteile:

[0089]

- einfacher Werkzeugaufbau, d.h. nur ein Federsystem im Stempel notwendig;
- geringe Werkzeugkosten;
- keine zusätzliche wegabhängige Steuerung im Werkzeug notwendig;
- Materialbevorratung im Bodenbereich durch Vorwölber.

Beispiel 5

[0090] Der Verfahrensablauf ist in Fig. 13 dargestellt.

Schritt 1:

[0091] Platine 1 wird zwischen Matrize 6 und Stempel 2 geklemmt. In Abhängigkeit des Bauteiles kann ein Matrizeneinsatz die Klemmung unterstützen (nicht abgebildet). F1 und F2: siehe Anmerkung in Fig. 12.

Schritt 2:

[0092] Der Bauteile wird bei Weglassen des Matrizeneinsatzes frei umgeformt. F1 und F2 ohne Veränderung.

Schritt 3:

[0093] Der Bodenbereich wird zwischen Stempel 2 und Vorwölber 9 geklemmt. F1 und F2 ohne Veränderung.

Schritt 4:

[0094] Der Stempel 2 hält durch gesteuertes Verdrängen von F1 seine Position. Das Oberteil 7 fährt nach unten, sodass die Prägeleisten 8 das Bauteil im Eckenbereich in die Matrize pressen. F2 bleibt unverändert.

Schritt 5:

[0095] Prägeleisten fahren auf Endmaß des Bauteiles und Stempel verharrt in konstanter Position F1 steuert die Relativbewegung zur Prägeleiste, sodass die Stempelposition konstant bleibt. F2 bleibt unverändert.

Schritt 6:

[0096] Ausprägen des Bauteiles durch Ausfahren des Stempels mittels F1. F2 wird dadurch verdrängt.

Vorteile:

[0097]

- Oberteil benötigt nur ein Federsystem;
- geringe Werkzeugkosten;
- Bevorratung im Bodenbereich unabhängig der Stauchhöhe der Prägeleisten.

[0098] Bei der Erfindung ist von Vorteil, dass ein Verfahren und eine Vorrichtung geschaffen werden, mit denen eine geführte Umformung inklusive das Stauchen von Material, Prägen von Schweißkanten und der Bauteil auswurf innerhalb eines Werkzeuges zuverlässig, schnell und sicher durchgeführt werden, wobei aufgrund der Prozessführung, insbesondere der niedrigen Temperaturen, geringerer Verschleiß auftritt, die Taktzeit erhöht wird und kompaktere Ofensysteme nutzbar sind. Zudem wird die Zunderbildung reduziert, was eine Nachbearbeitung verringert und die Möglichkeit gegeben, aus höherfesten TM-Stählen komplexe Bauteile zu erzeugen.

[0099] Als Stahlblech für die Platinen kann blankes Blech aber auch beschichtetes Blech verwendet werden.

[0100] Als Beschichtungen sind elektrolytische oder die verschiedensten Schmelztauchverzinkungen, gegebenenfalls mit einem Legierungsschritt, Zink-Aluminium- bzw. Aluminium-Zink-Schichten, Aluminiumschichten aber auch Nano-Schichten etc. geeignet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Umformen von Stahlblech, wobei eine Platine aus dem Stahlblech erzeugt wird, die Platine in ein Umformwerkzeug eingelegt wird und mit dem Umformwerkzeug aus der Platine das umgeformte Werkstück in einem einstufigen Prozess erzeugt wird, wobei die Platine vor dem Umformen aufgeheizt wird, wobei die Aufheizung soweit durchgeführt wird, dass der Stahl keine Phasenumwandlung erleidet und die Umformung im ferritischen, perlitischen oder bainitischen Bereich stattfindet, ohne dass die eutektoide oder die Rekristallisations-Temperatur überschritten werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit Prägeleisten zur Ausprägung kleiner Radien und/oder zur Erhöhung der Wandstärke in diesem Bereich und/oder einer Schweißanarbeitung die Seitenkanten des umgeformten Werkstücks geprägt bzw. gestaucht werden.

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

- zeichnet, dass** als Stahl ein Stahl verwendet wird, der bei Temperaturen bis maximal 700°C ein stabiles Gefüge besitzt.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Stahlmaterial ein normalisierend gewalzter Stahl, ein normalisierend geglühter Stahl oder ein thermomechanisch gewalzter Stahl verwendet werden. 5
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stahl auf eine Temperatur von 400° bis 800°, vorzugsweise 600° bis 750°C erwärmt wird. 10
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Platine zwischen einem Formwerkzeugoberteil und einem Formwerkzeugunterteil eingelegt wird, wobei das Oberteil einen Stempel besitzt, welcher die Form des Bauteils erzeugt und zusätzlich die Prägeleisten zur Ausprägung kleiner Radien und sofern gewünscht einer Schweißanarbeitung vorhanden sind und das Formwerkzeugunterteil einen Matrizeneinsatz sowie die Matrize selbst umfasst, wobei durch das Berühren des Oberteils durch beidseitigen Kontakt von Oberteil und Matrizeneinsatz die Platine geklemmt und die Umformung durchgeführt wird, wobei bei weiterer Verformung der Matrizeneinsatz durch den Stempel verdrängt wird und das Bauteil zur Gänze umgeformt wird, bis der Stempel den unteren Todpunkt erreicht hat, wobei sich der Matrizeneinsatz in der Matrize abstützt und anschließend eine durch Ausprägung durchgeführt wird. 20
 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Stahlblech zur Herstellung der Platinen blankes oder beschichtetes Stahlblech verwendet wird. 25
 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als beschichtetes Stahlblech elektrolytisch verzinktes Stahlblech, Schmelztauch, verzinktes Stahlblech (feuerverzinktes Stahlblech), ein Schmelztauch-beschichtetes Stahlblech mit einer Schmelztauchbeschichtung aus Zink und Aluminium oder Aluminium und Zink und gegebenenfalls weiteren Metallen oder eine Beschichtung aus im Wesentlichen Aluminium und Silizium oder eine Beschichtung aus Zink die durch einen Legierungsschritt mit dem Stahl legiert wurde, verwendet werden. 30
 8. Vorrichtung zum temperierten Umformen einer Stahlplatine, wobei die Platine in ein Umformwerkzeug eingelegt wird und mit dem Umformwerkzeug aus der Platine das umgeformte Werkstück erzeugt wird, insbesondere Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung ein Oberteil (7) und ein Unterteil besitzt, wobei sich im Oberteil ein Stempel (2) befindet, welcher die Form des Bauteils erzeugt und zudem Prägeleisten vorhanden sind zur Ausprägung kleiner Radien und einer Schweißanarbeitung wenn notwendig, wobei der Stempel über ein Federpaket (4) mit dem Oberteil (7) verbunden ist und zudem ein Unterteil (11) vorhanden ist, in dem sich ein Matrizeneinsatz (3) sowie die Matrize (6) selbst befinden, wobei zur Steuerung des Matrizeneinsatzes (3) ein zweites Federpaket (5) vorhanden ist. 35
 9. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Federpakete (4, 5) aus Metallfedern, insbesondere Stahlfedern, hydraulische Federn, Dämpfersystem- oder Gasdruckfedern bestehen. 40
 10. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Boden der Matrize ein Vorwölber (9) vorhanden ist. 45
- ### Claims
1. Method for shaping steel sheet, wherein a plate is produced from the steel sheet, the plate is inserted into a shaping tool and the shaped workpiece is produced from the plate with the shaping tool in a single-stage process, wherein the plate is heated prior to shaping, wherein the heating is carried out to an extent where the steel does not undergo any phase transition, and the shaping takes place in the ferritic, pearlitic or bainitic range without the eutectoid or recrystallization temperature being exceeded, **characterised in that** the side edges of the shaped workpiece are stamped or compressed with stamping ledges for stamping small radii and/or for increasing the wall thickness in this area and/or welding pre-processing. 50
 2. Method according to claim 1, **characterised in that** the steel used is a steel which has a stable structure at temperatures of up to maximally 700°C. 55
 3. Method according to any one of the preceding claims, that a normalized-rolled steel, a normalized steel or a thermo-mechanically rolled steel are used as the steel material.
 4. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the steel is heated to a temperature of 400°C to 800°C, preferably to 600°C to 750°C.
 5. Method according to any one of the preceding

claims, **characterised in that** the plate is inserted between an upper shaping tool part and a lower shaping tool part, wherein the upper part comprises a punch that produces the shape of the component, and the stamping ledges for stamping small radii and, if so desired, a welding pre-processing are additionally present, and the lower shaping tool part comprises a die insert as well as the die itself, wherein, by the upper part touching and the contact of the upper part and the die insert on both sides, the plate is clamped and the shaping carried out, wherein, if shaping is continued, the die insert is displaced by the punch and the component is shaped completely, until the punch has reach the bottom dead centre, the die insert supporting itself in the die and stamping being carried out subsequently.

6. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** bare or coated steel sheet is used as the steel sheet for producing the plates.
7. Method according to claim 6, **characterised in that** electro-galvanized steel sheet, galvanized steel sheet (hot-dip galvanized steel sheet), a hot-dip coated steel sheet with a hot-dip coating of zinc and aluminium, or aluminium and zinc and optionally other metals, or a coating substantially of aluminium and silicon, or a coating of zinc alloyed with the steel in an alloying step, is used as the coated steel sheet.
8. Apparatus for the temperature-controlled shaping of a steel plate, wherein the plate is inserted into a shaping tool and the shaped workpiece is produced from the plate with the shaping tool, in particular apparatus for carrying out the method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the apparatus comprises an upper part (7) and a lower part, wherein a punch (2) that produces the shape of the component is disposed in the upper part, and stamping ledges for stamping small radii and, if required, a welding pre-processing are additionally present, wherein the punch is connected with the upper part (7) via a spring assembly (4), and a lower part (11) is additionally present in which a die insert (3) and the die (6) itself are disposed, wherein a second spring assembly (5) is present for controlling the die insert (3).
9. Apparatus according to claim 6, **characterised in that** the spring assemblies (4, 5) consist of metal springs, in particular steel springs, hydraulic springs, damping system or gas-pressure springs.
10. Apparatus according to claim 6 or 7, **characterised in that** there is a bulger (9) at the bottom of the die.

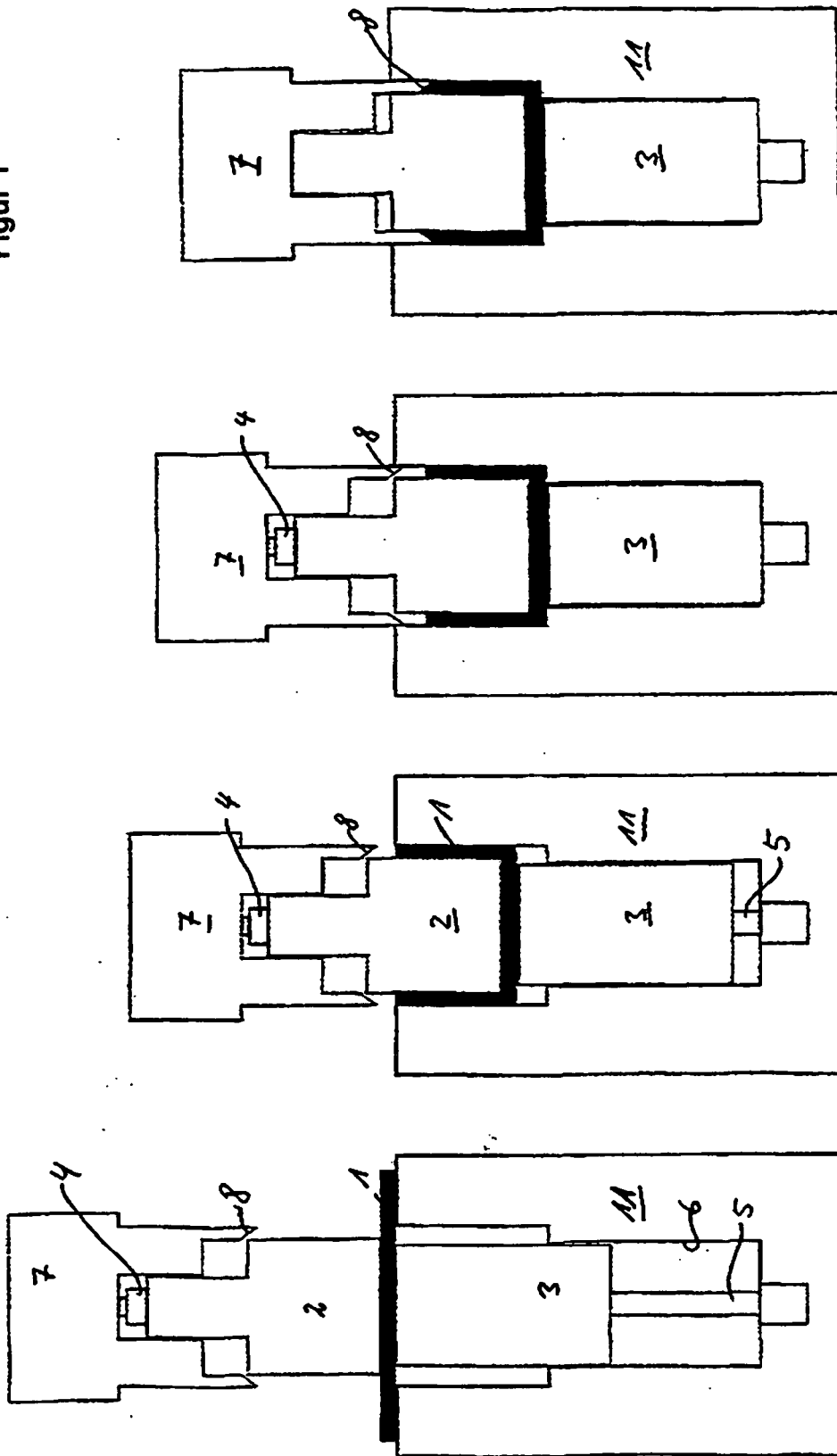
Revendications

1. Procédé pour le formage de tôles d'acier, dans lequel on génère une platine à partir de la tôle d'acier, la platine est mise en place dans un outil de formage et on génère la pièce à oeuvrer formée au moyen de l'outil de formage à partir de la platine en un processus à un seul stade, dans lequel la platine est chauffée avant le formage, ledit chauffage étant exécuté jusqu'à une intensité telle que l'acier ne subit aucune transformation de phase et le formage a lieu dans la plage ferritique, perlitique ou bainitique, sans dépasser la température eutectique ou la température de recristallisation, **caractérisé en ce que** les arêtes latérales de la pièce à oeuvrer formée sont estampées ou refoulées avec des barrettes d'estampage destinées à l'estampage de petits rayons et/ou pour augmenter l'épaisseur de paroi dans cette région et/ou en vue d'une opération de soudure.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on utilise comme acier un acier qui possède une structure stable à des températures allant au maximum jusqu'à 700°C.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on utilise comme matériau pour l'acier un acier laminé de façon normalisée, un acier porté au rouge de façon normalisée ou un acier laminé par voie thermomécanique.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'acier est chauffé à une température de 400° à 800°, de préférence 600° à 750°C.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la platine est mise en place entre une partie supérieure d'outil de formage et une partie inférieure d'outil de formage, ladite partie supérieure possédant un poinçon qui génère la forme de la pièce, et **en ce qu'**il est prévu en supplément des barrettes d'estampage pour estamper de petits rayons et si désiré pour permettre une opération de soudure, et la partie inférieure de l'outil de formage comprend un insert de matrice ainsi que la matrice elle-même, et par venue en contact de la partie supérieure en raison d'un contact bilatéral de la partie supérieure et de l'insert de matrice la platine est pincée et le formage est exécuté, et lors d'une poursuite du formage de l'insert de matrice est repoussée par le poinçon et la pièce à oeuvrer est formée en totalité jusqu'à ce que le poinçon atteigne le point mort inférieur, tel que l'insert de matrice est soutenu dans la matrice et à la suite on exécute un estampage.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes

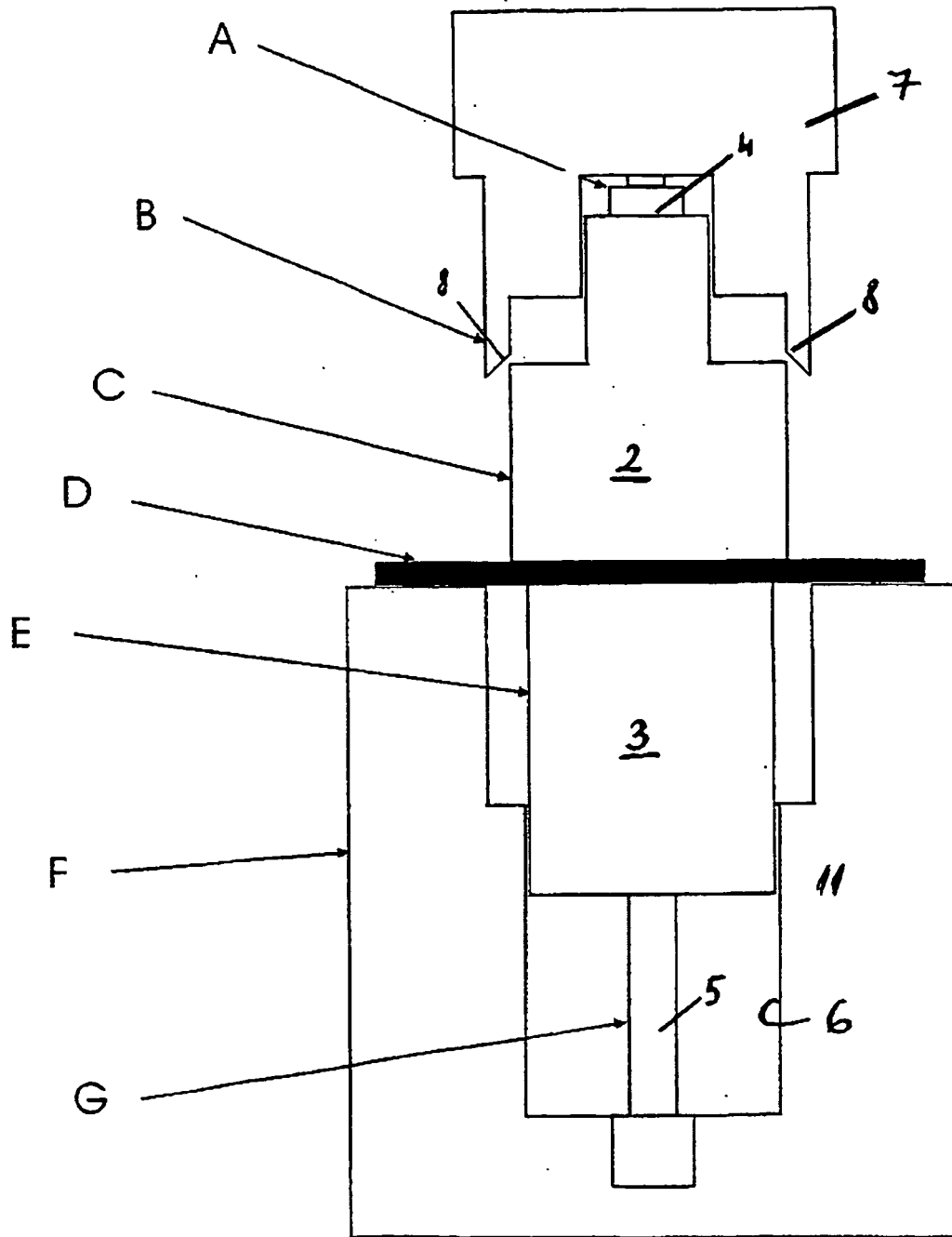
tes, **caractérisé en ce que** l'on utilise à titre de tôle d'acier pour la production des platines une tôle d'acier nue ou revêtue.

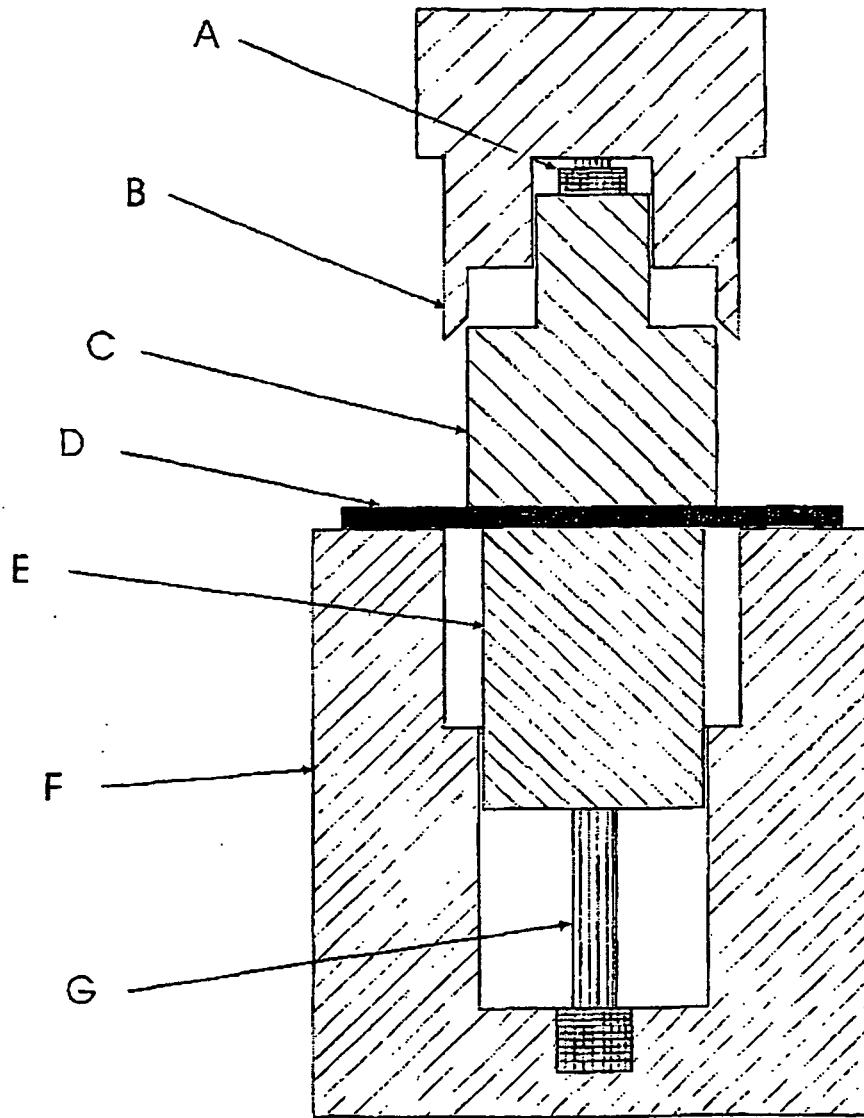
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'on utilise à titre de tôle d'acier revêtue une tôle d'acier zinguée par voie électrolytique, une tôle d'acier zinguée par trempage, une tôle d'acier revêtue par trempage avec un revêtement au trempé de zinc et d'aluminium ou d'aluminium et de zinc et le cas échéant d'autres métaux, ou un revêtement essentiellement en aluminium et en silicium, ou un revêtement en zinc qui a été allié avec l'acier par une étape d'alliage. 5
10
15
8. Appareil pour le formage tempéré d'une platine d'acier, dans lequel la platine est mise en place dans un outil de formage et la pièce à oeuvrer formée est engendrée avec l'outil de formage à partir de la platine, en particulier appareil pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'appareil possède une partie supérieure (7) et une partie inférieure, dans lequel un poinçon (2) se trouve dans la partie supérieure, lequel génère la forme de la pièce et dans lequel sont prévues des barrettes d'estampage pour estamper des petits rayons et permettre une opération de soudage si nécessaire, dans lequel le poinçon est relié à la partie supérieure (7) via un empilement à ressort (4), et il est prévu une partie inférieure (11) dans laquelle se trouve un insert de matrice (3) ainsi que la matrice elle-même (6), et dans lequel est prévu un second empilement à ressort (5) pour la commande de l'insert de matrice (3). 20
25
30
35
9. Appareil selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les empilements à ressorts (4, 5) sont des ressorts métalliques, en particulier des ressorts en acier, des ressorts hydrauliques, des ressorts à système amortisseur ou des ressorts à gaz sous pression. 40
10. Appareil selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce qu'**un élément de bombement (9) est présent au fond de la matrice. 45
50
55

Figur 1

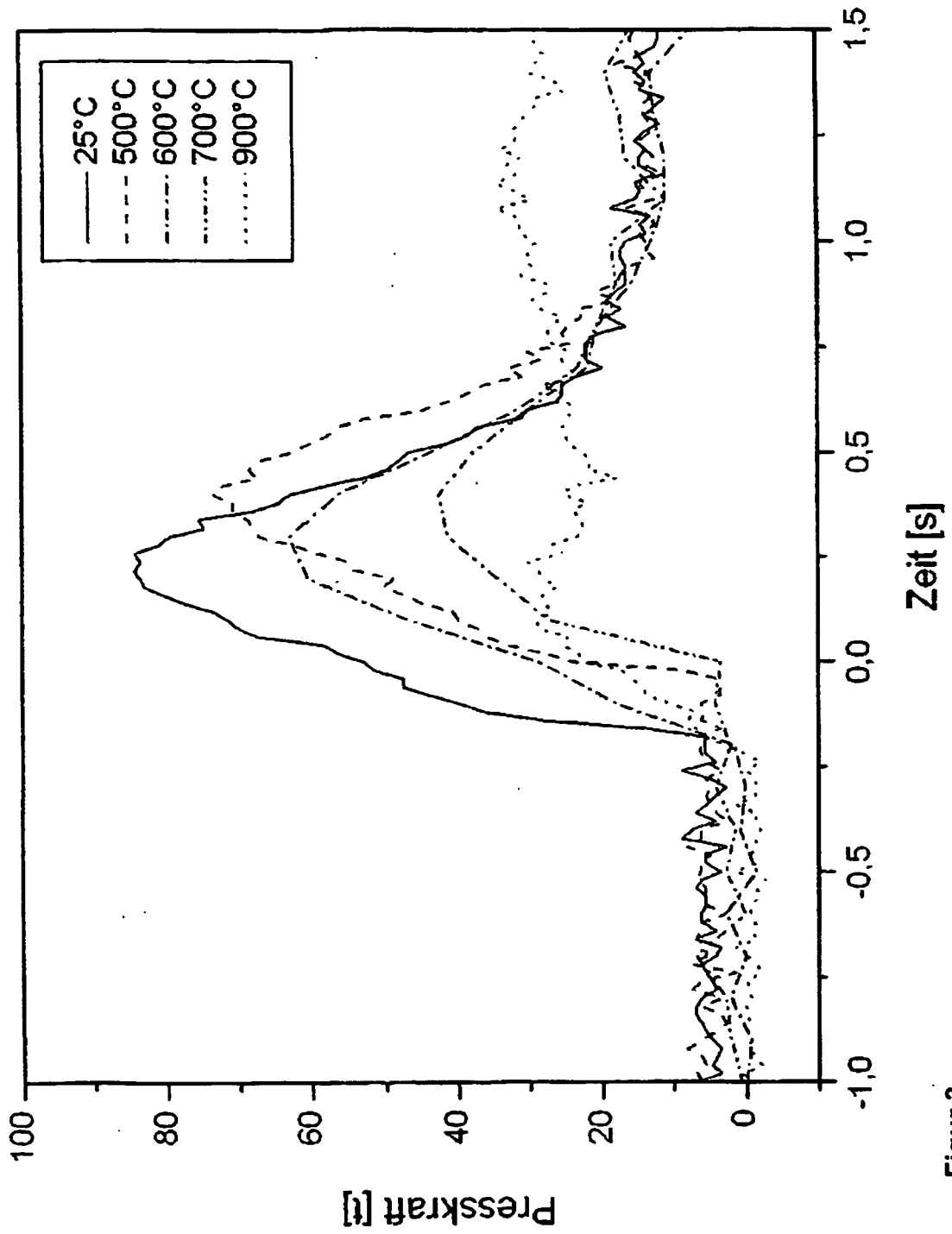


Figur 2

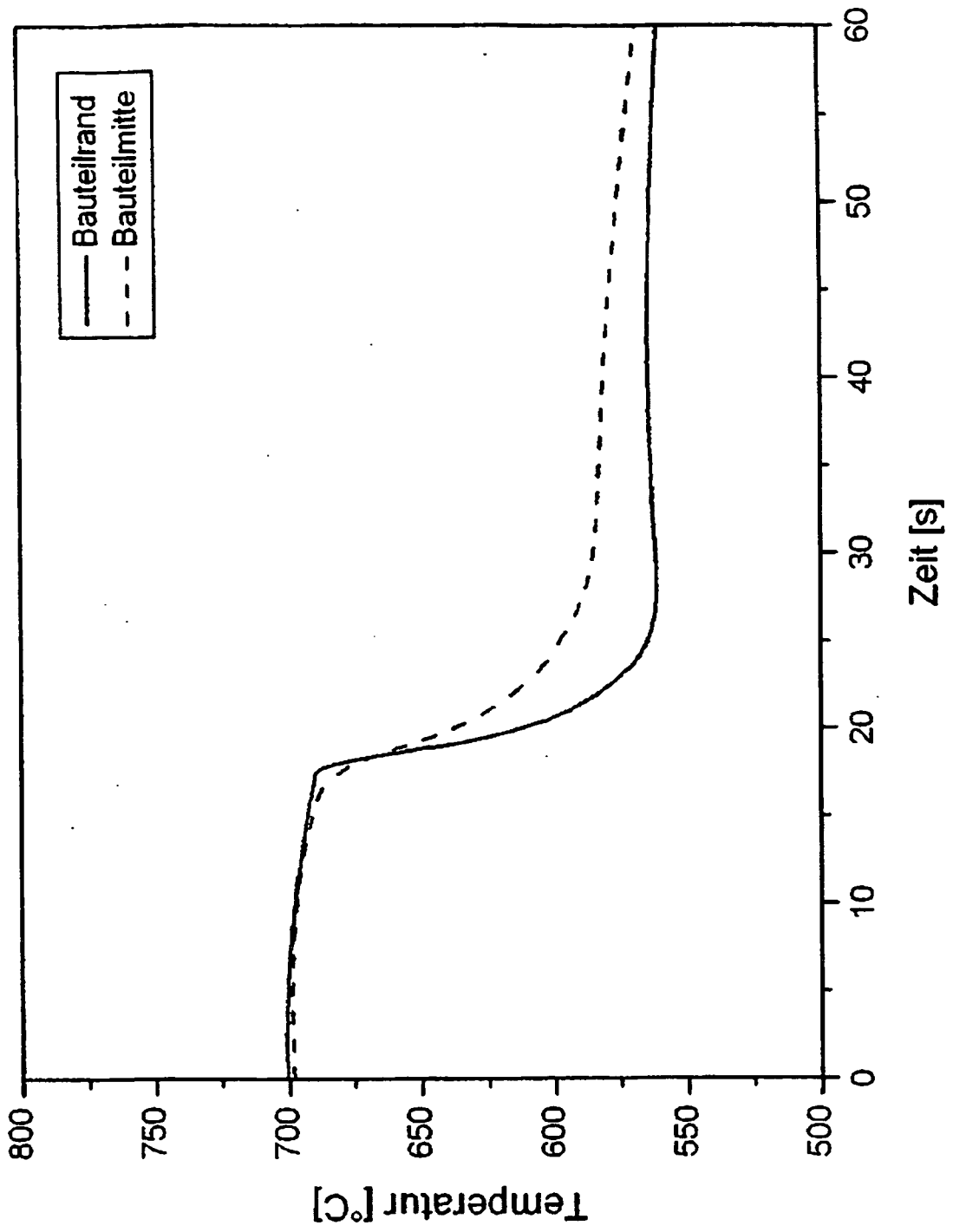




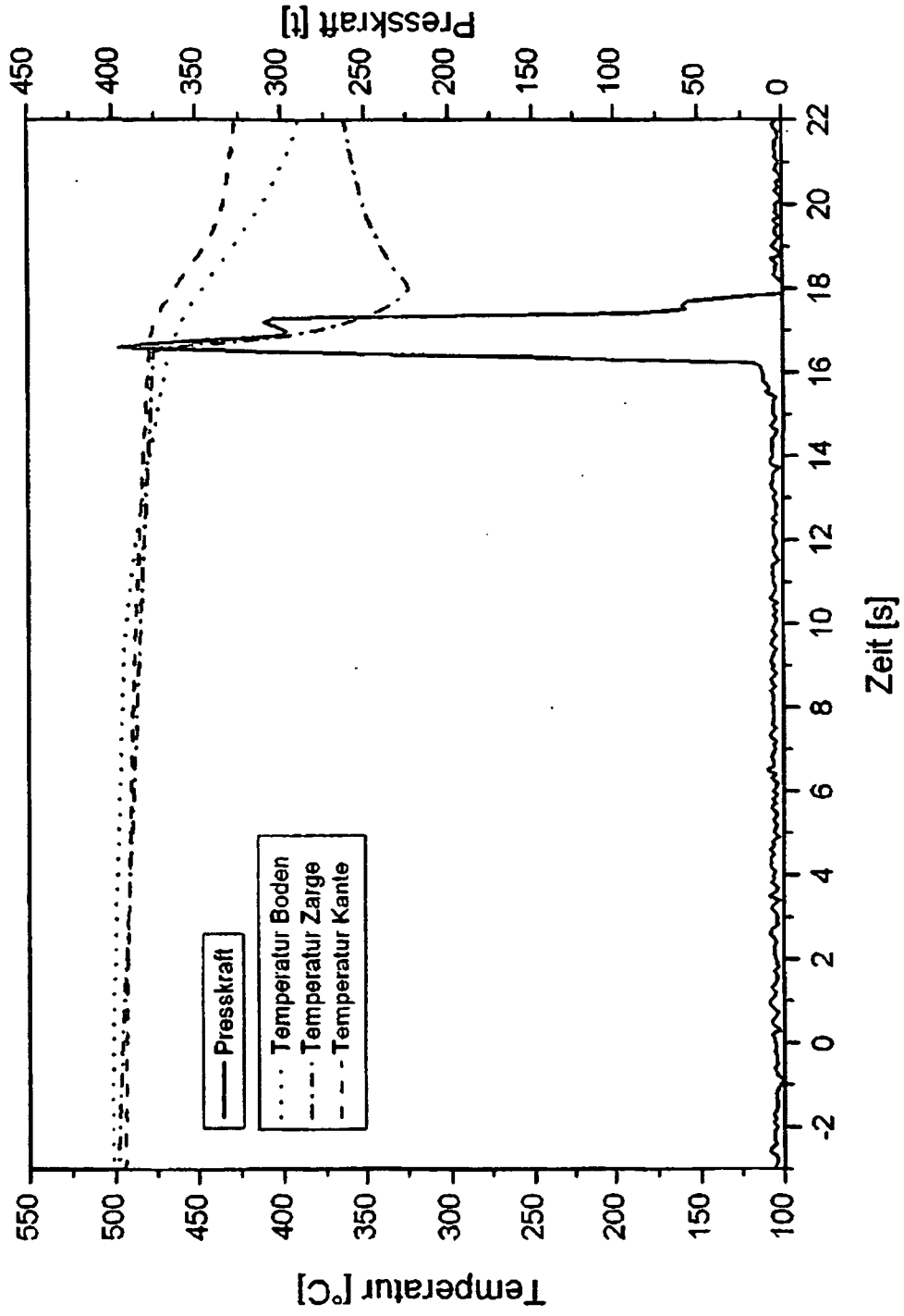
Figur 2a



Figur 3



Figur 4



Figur 5

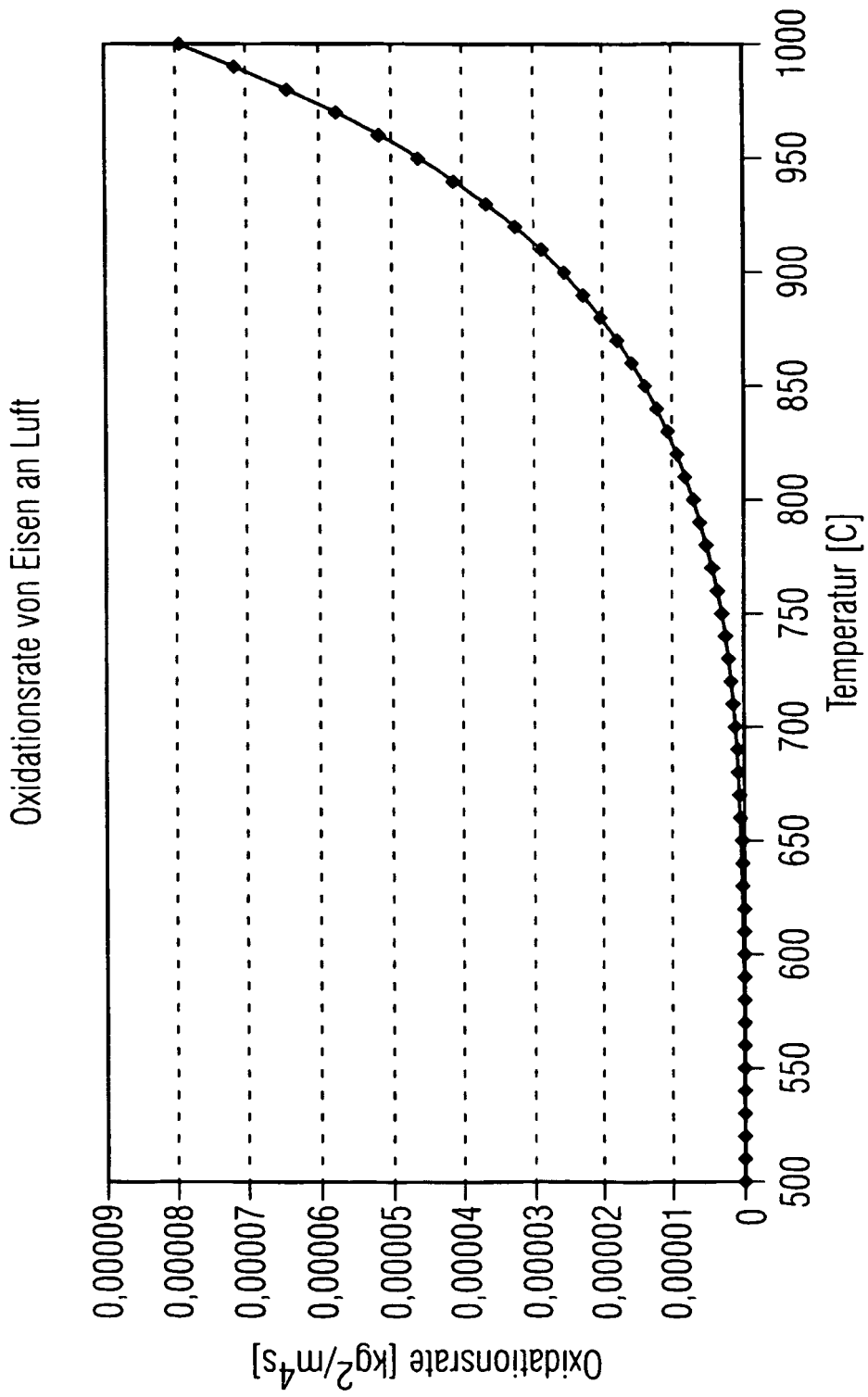
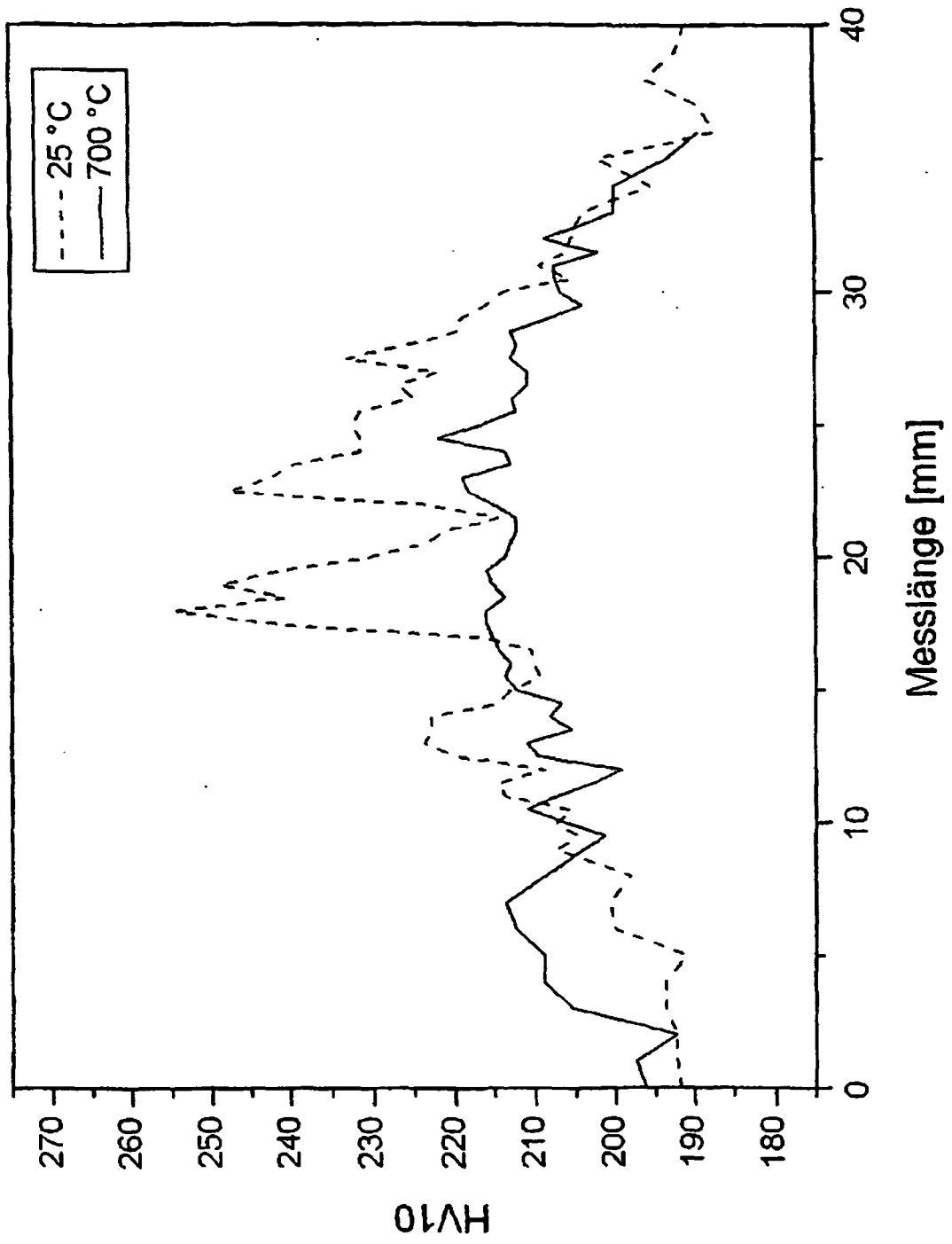


Fig. 6



Figur 7

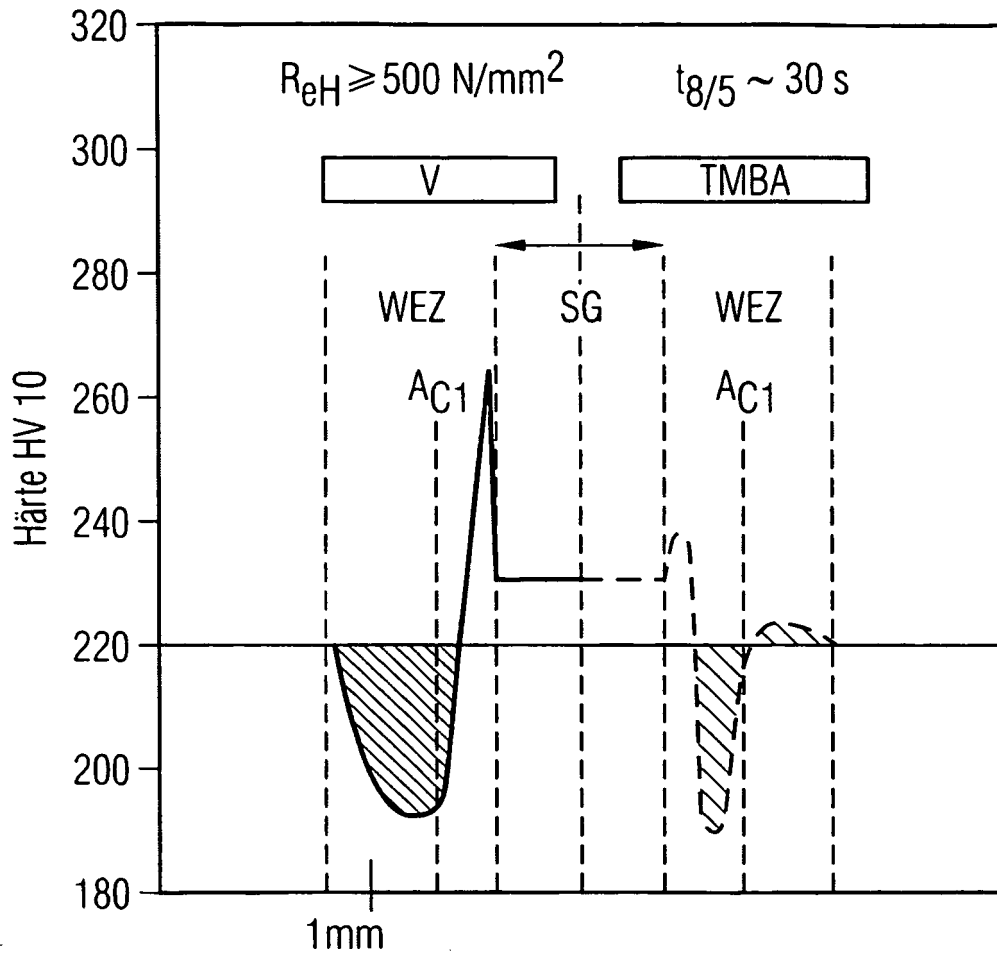
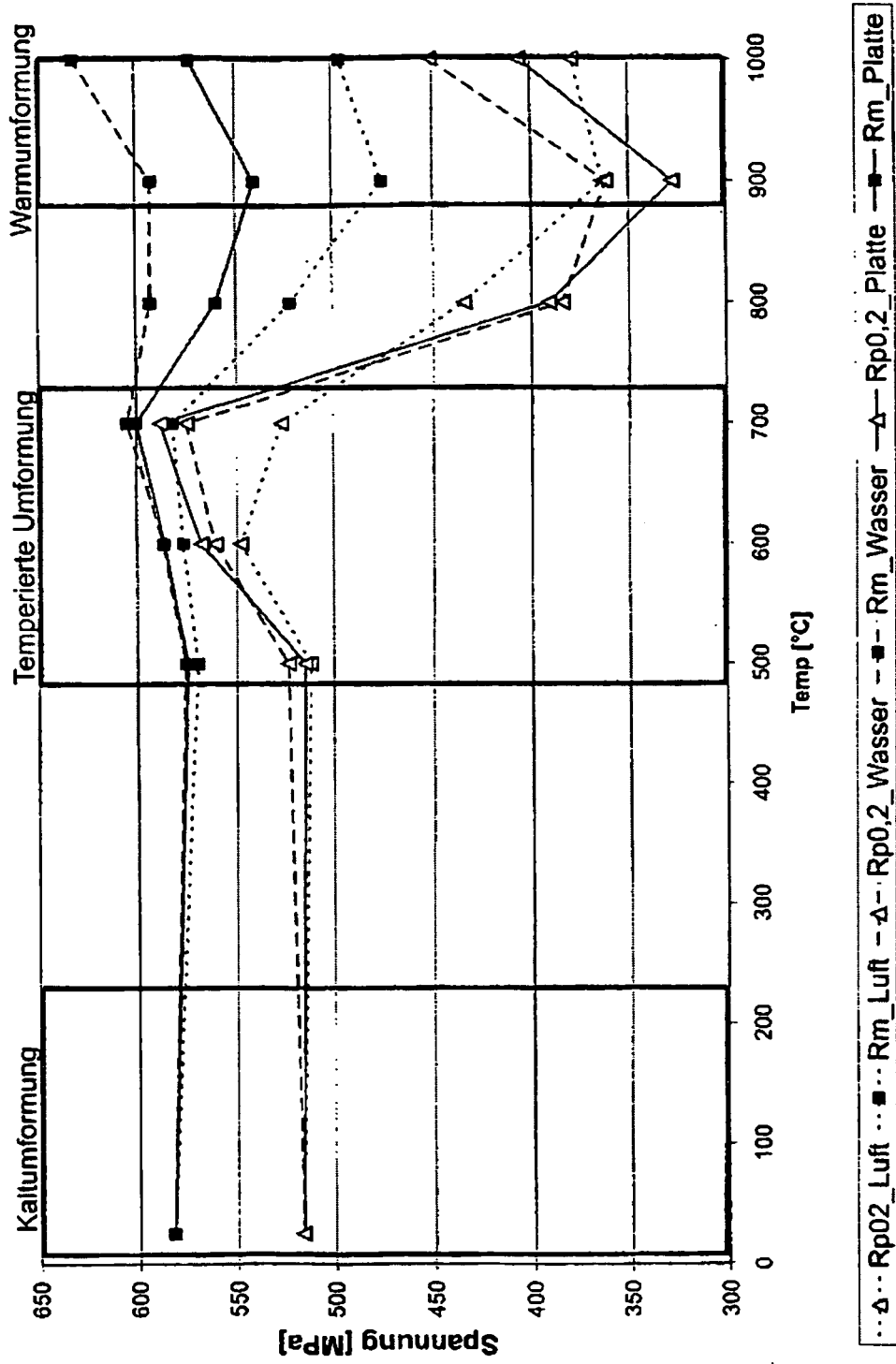
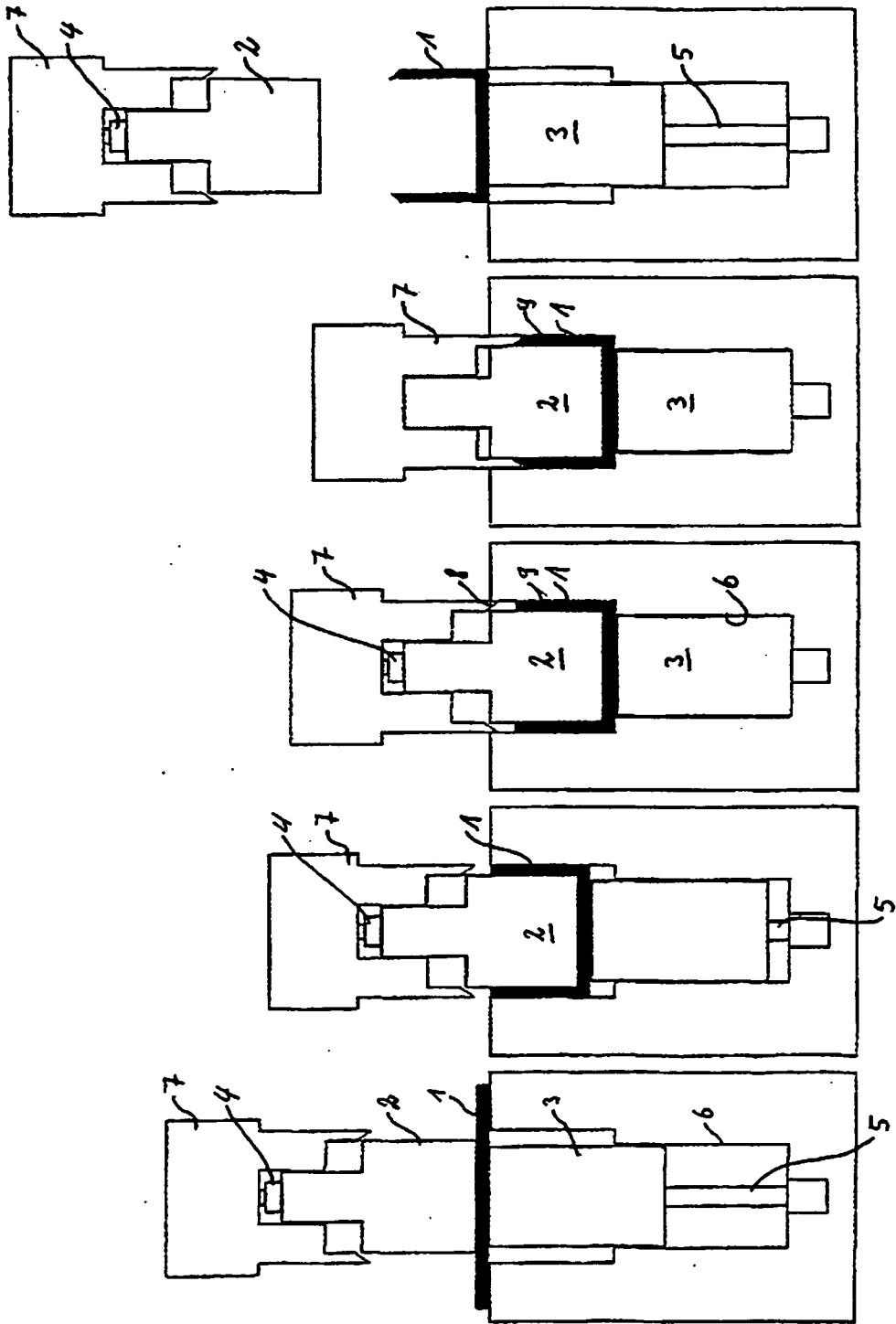


Fig. 8



Figur 9



Figur 10

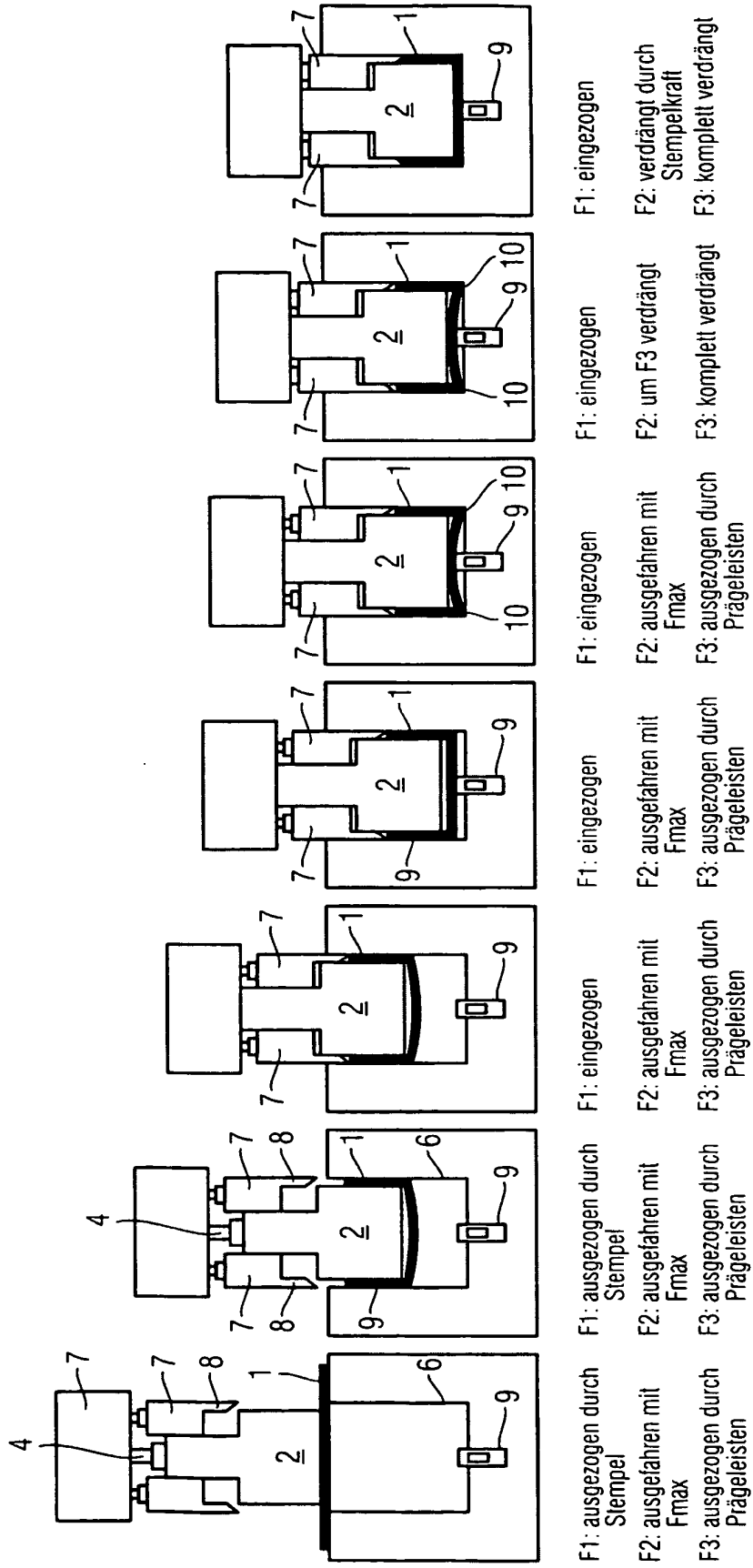
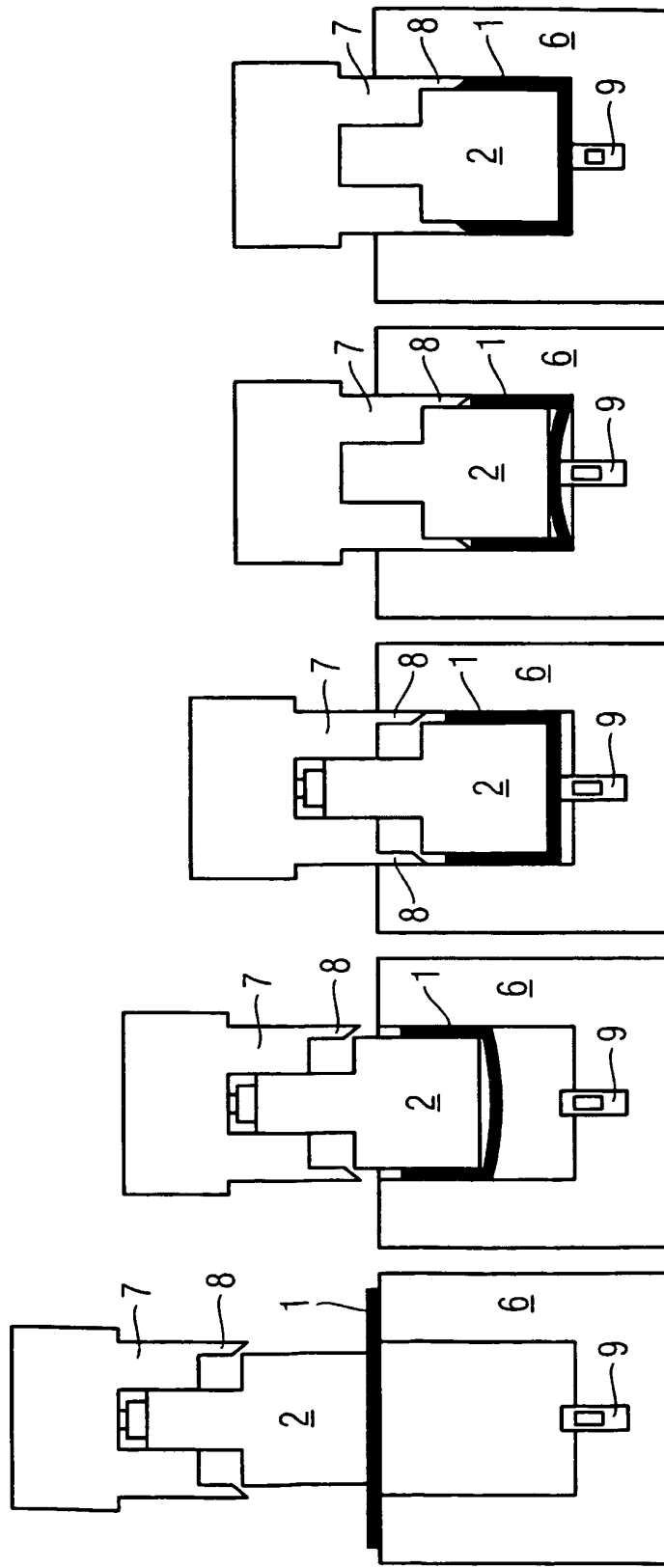


Fig. 11



F1: ausgezogen durch Stempel F1: ausgezogen durch Stempel F1: verdrängt durch F2
 F2: ausgefahren mit Fmax F2: ausgefahren mit Fmax F2: verdrängt durch Stempelkraft

Fig. 12

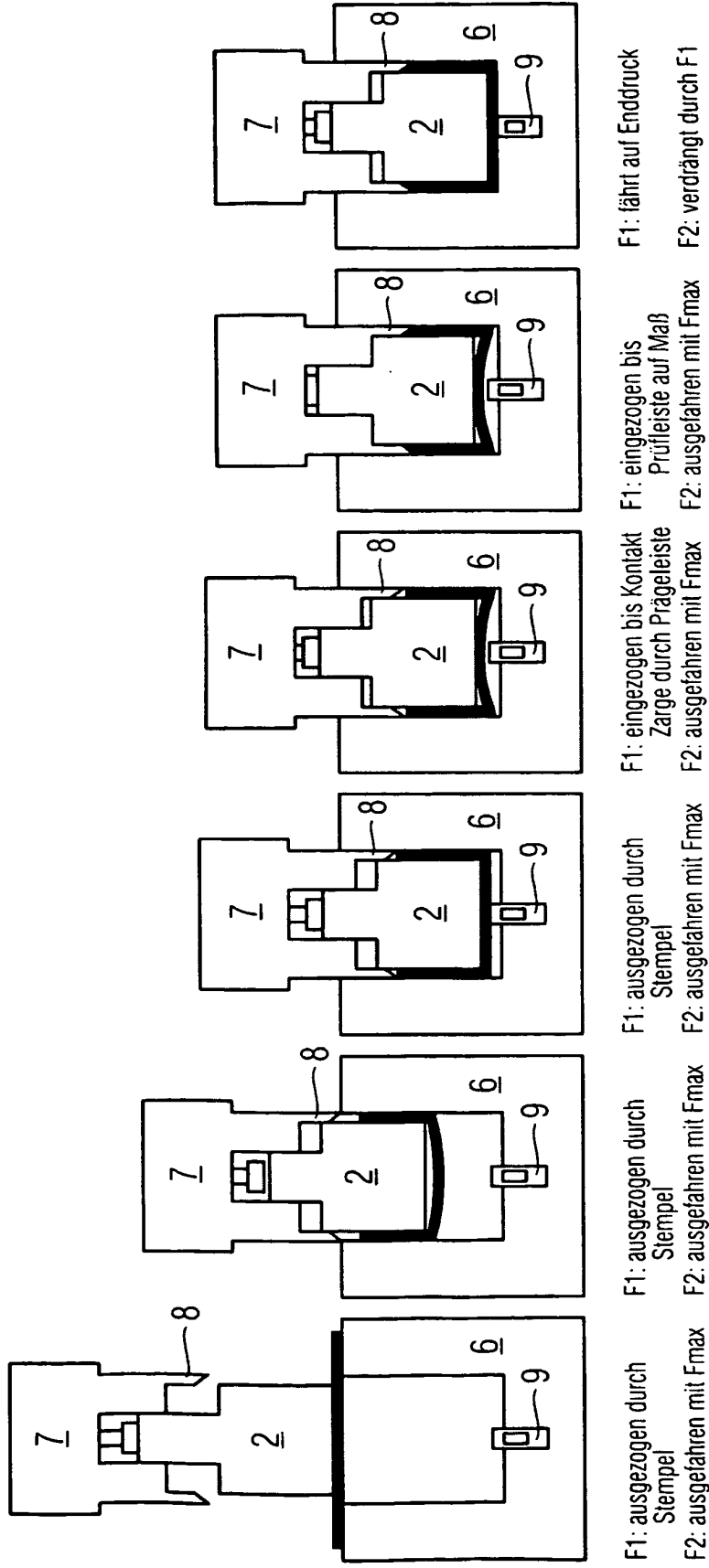


Fig. 13

Vorteil von thermomechanischem Stahl	Ursache
Bessere Schweißbarkeit	niedriges CE-Äquivalent Feinkörniges Gefüge
Bessere Umformbarkeit	Feinkörniges Gefüge
Höhere Zähigkeit	Feinkörniges Gefüge
Kürzere Durchlaufzeit	Keine Ofenglühung
Bessere Oberfläche	Kein Glühzunder

Fig. 14

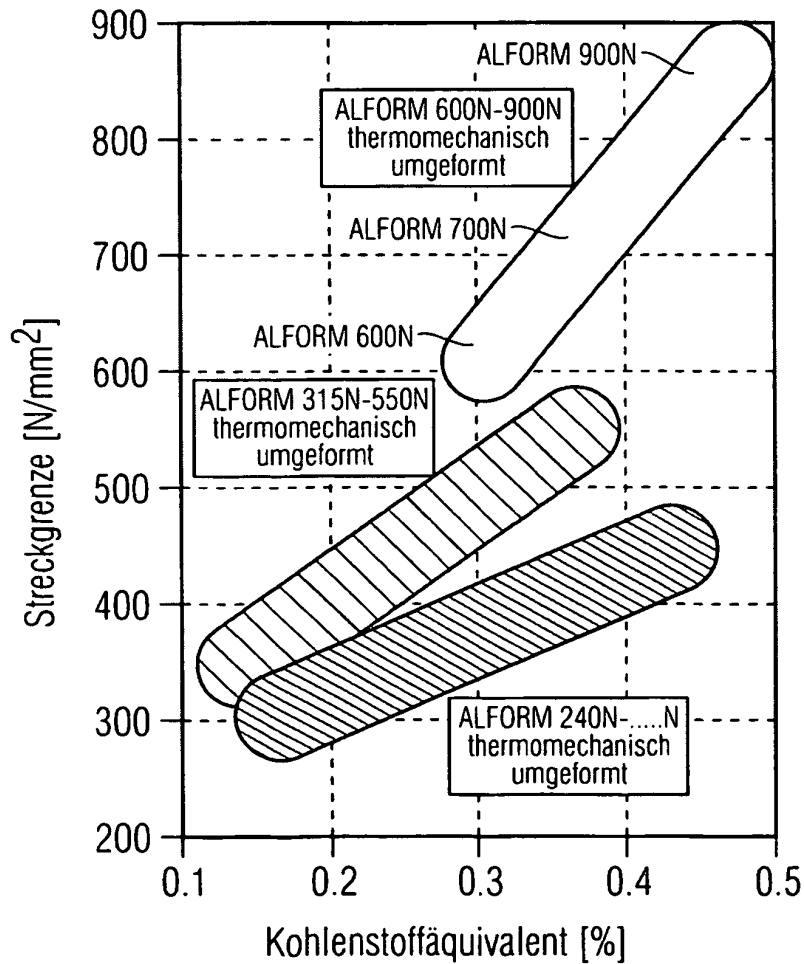


Fig. 15

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Cu+Ni}{15}$$

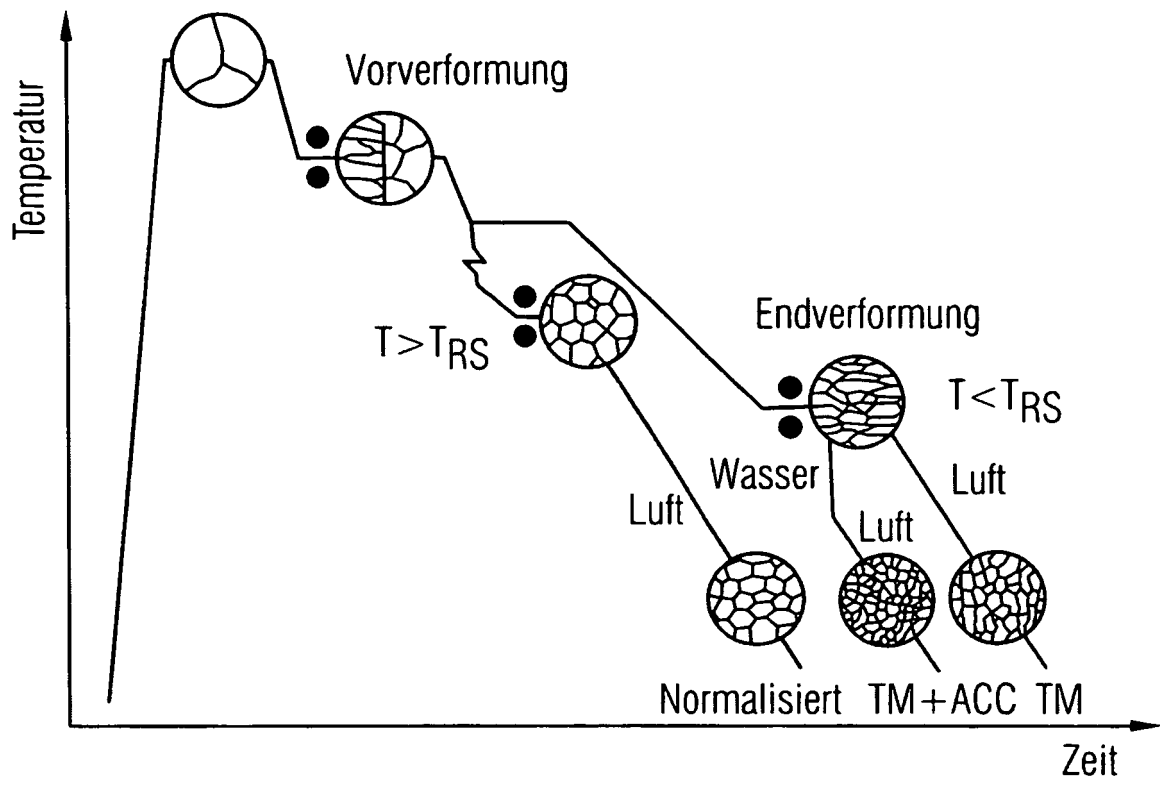


Fig. 16

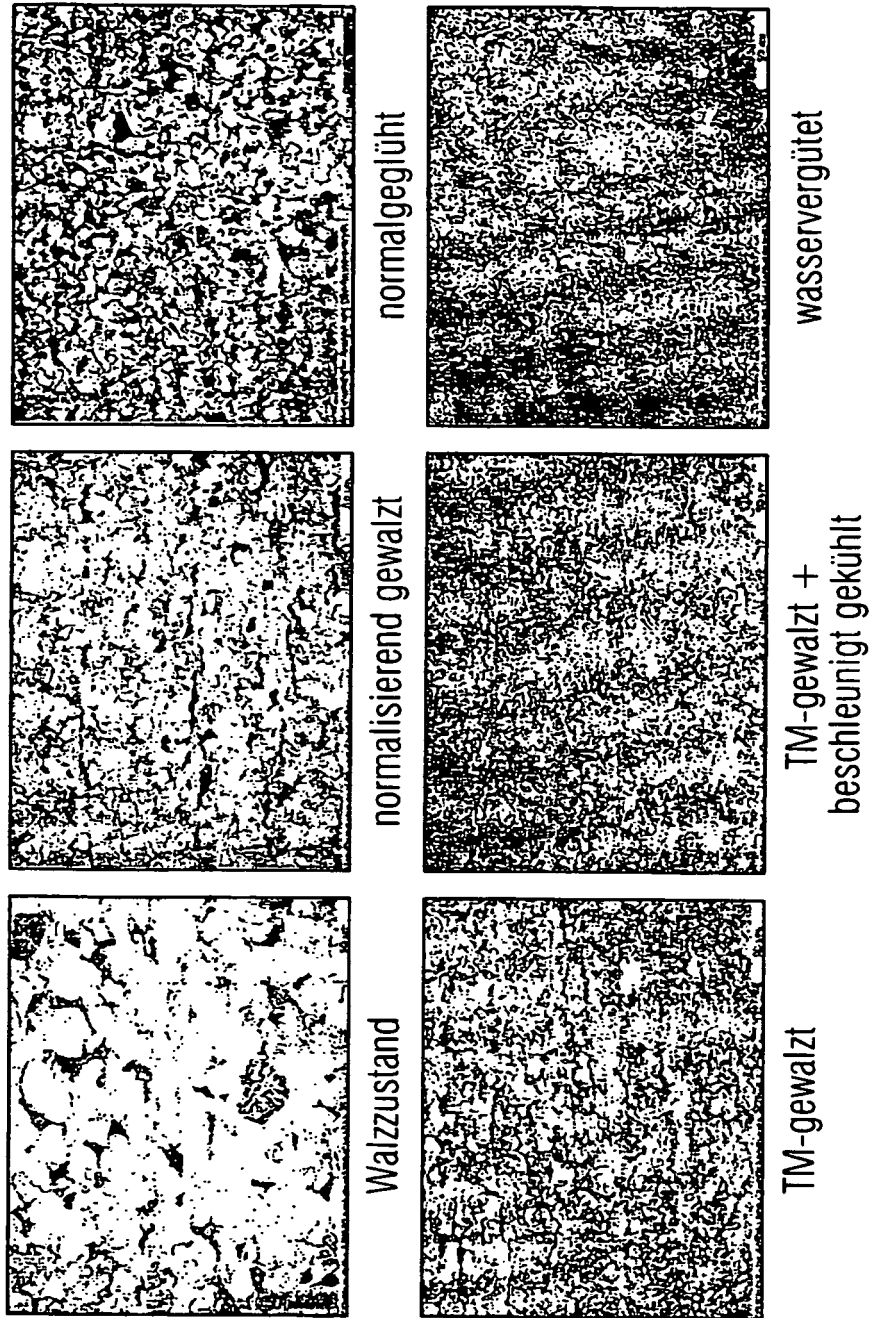
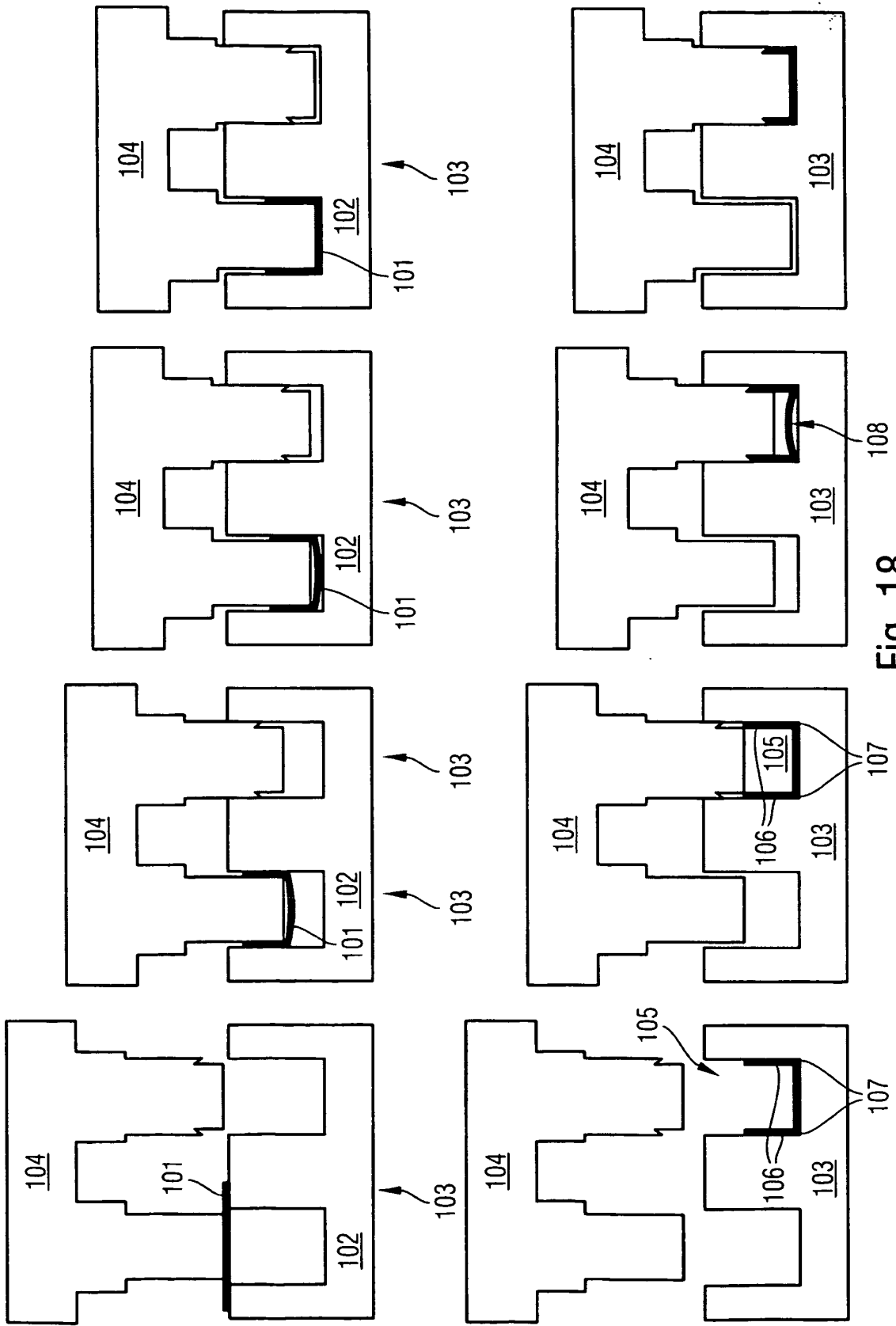
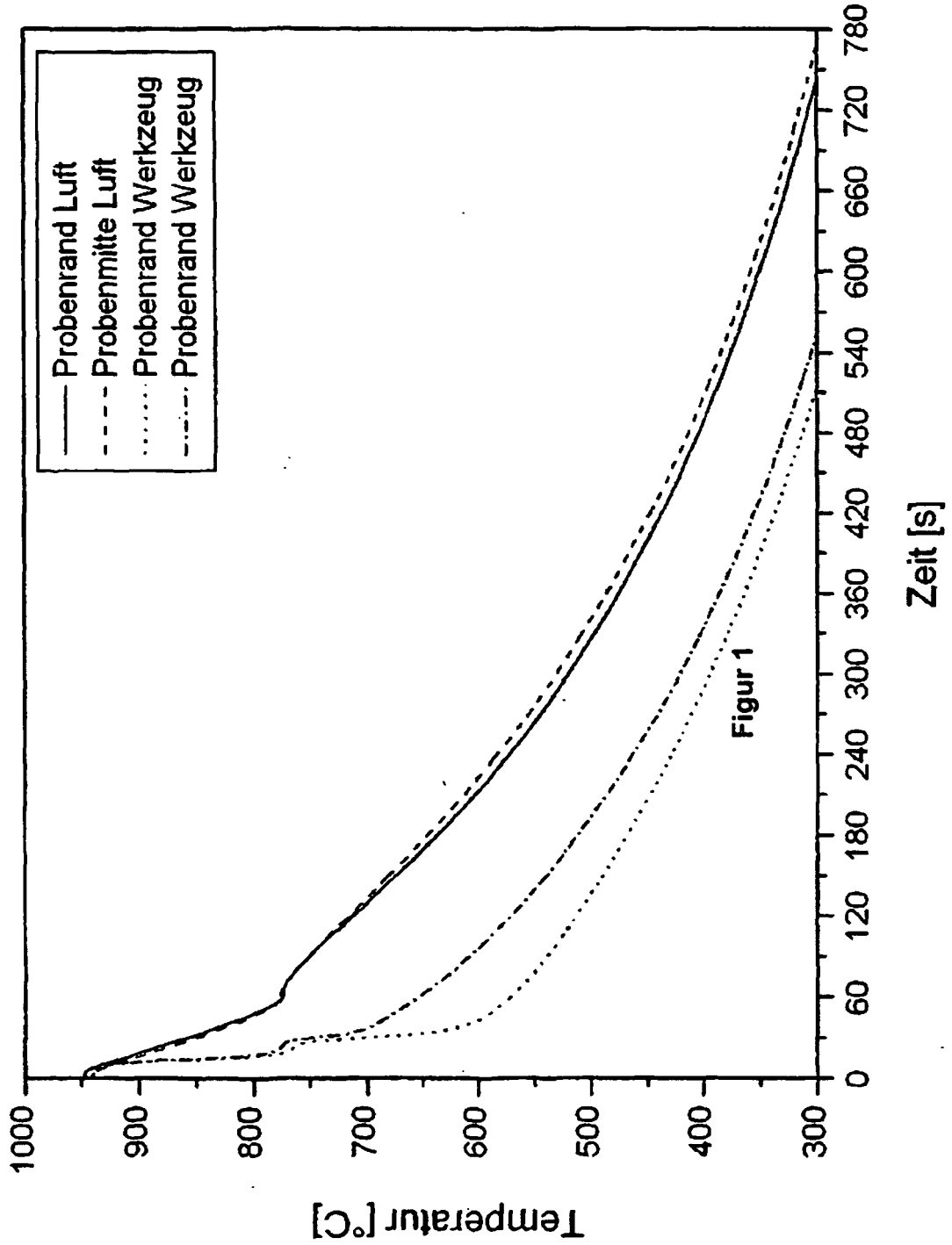
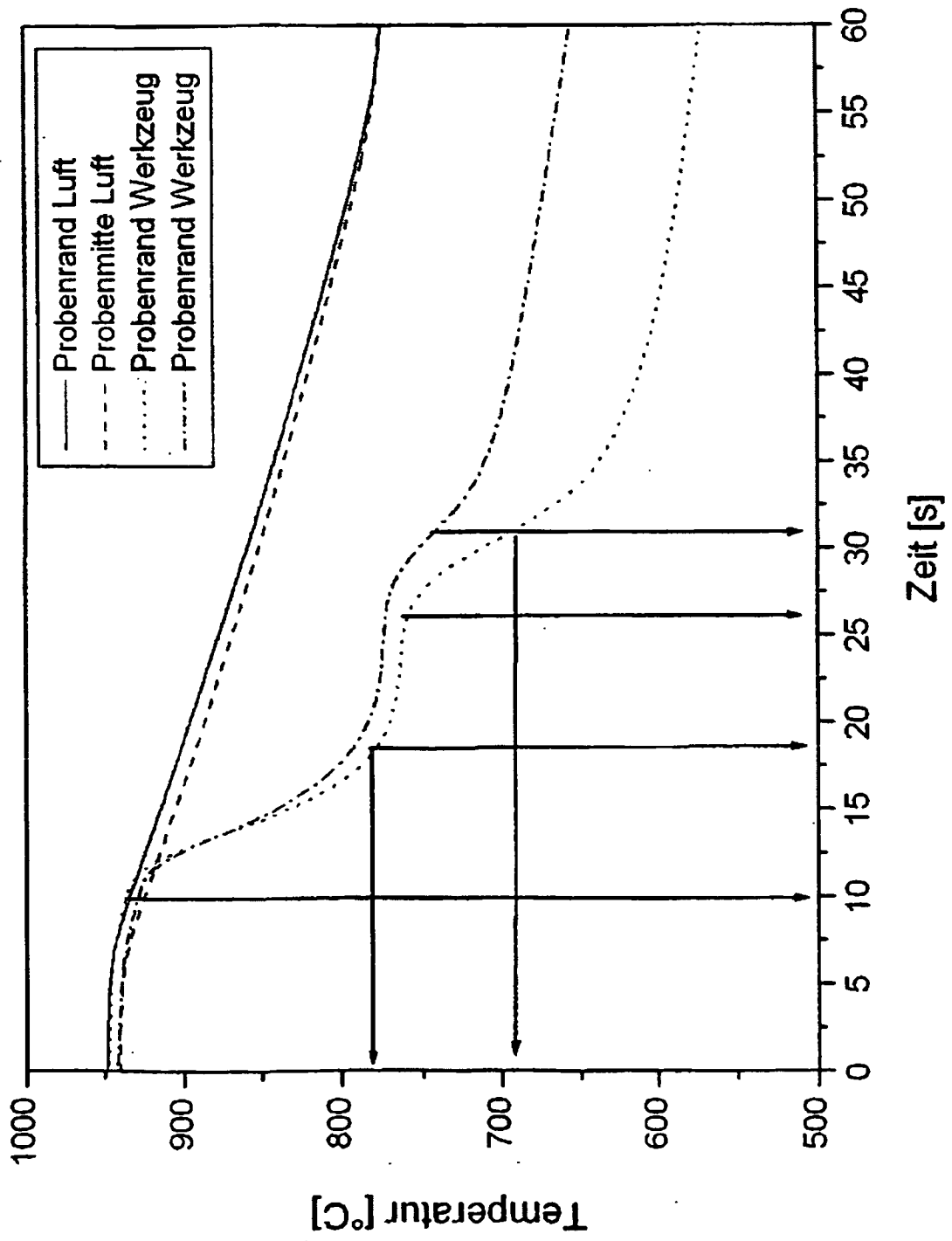


Fig. 17





Figur 19



Figur 20

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

- US 2674783 A [0007]
- US 5454888 A [0027]
- EP 0055436 A [0027]