

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 632 137 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.10.1998 Patentblatt 1998/41**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **C21D 9/00, C21D 1/673**

(21) Anmeldenummer: **94107705.9**

(22) Anmeldetag: **18.05.1994**

### (54) Verfahren zur thermischen Vorbehandlung von metallischem Gut

Process for the thermal pretreatment of metallic articles

Procédé pour le prétraitement thermique de pièces métalliques

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

(30) Priorität: **19.05.1993 DE 4316795**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**04.01.1995 Patentblatt 1995/01**

(73) Patentinhaber: **HEIMSOOTH VERWALTUNGEN  
GmbH & CO. KG Beteiligungsgesellschaft  
D-31134 Hildesheim (DE)**

(72) Erfinder: **Bittner, Hans-Georg, Dr.-Ing., Diplom  
Ing.  
D-31177 Harsum (DE)**

(74) Vertreter: **DIEHL GLAESER HILTL & PARTNER  
Patentanwälte  
Königstrasse 28  
22767 Hamburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A-86/05820 WO-A-93/20248  
DE-A- 2 452 486 DE-A- 3 149 007  
DE-B- 1 201 860 DE-B- 2 706 597**

- **HAERTEREI TECHNISCHE MITTEILUNGEN,  
Bd.45, Nr.6, Dezember 1990, MUNCHEN DE  
Seiten 325 - 329 J.WÜNNING 'Die  
Wärmebehandlung .....**

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).

**EP 0 632 137 B1**

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf Verfahren zur Wärmebehandlung von metallischem Gut (z. B. sich leicht verziehenden Stahlteilen wie Blech, Ronden u. dgl.) mittels eines Rollenofens und mit diesem zusammenwirkenden Pressen (sog. Quetten), bei welchem das Gut auf eine vorbestimmte Temperatur gebracht und zwischen Pressenteilen mit vorbestimmtem Abkühlungsgeschwindigkeitsverlauf abgekühlt wird.

Zur thermischen Behandlung von Stählen, insbesondere auch zum Härten, ist es bislang üblich, daß die Rohlinge auf die Austenitisierungstemperatur gebracht werden. Hierzu werden mehrere Salzbadern eingesetzt, die auf eine feste Temperatur eingestellt werden und die von einem Rohling nacheinander durchlaufen werden.

Der auf die gewünschte Temperatur gebrachte Rohling wird abgeschreckt, wozu ein Abschreckmedium erforderlich ist, nämlich neben Luft, Wasser, Salzbadern auch Öl.

Das Abschrecken bestimmter Stähle (z. B. höher und niedrig legierter Werkzeugstähle) an Luft ist nicht möglich, weil mit Hilfe der Luft nicht genügend Wärme in ausreichend kurzer Zeit dem Rohling entnommen werden kann. Es gibt also eine Reihe von Stählen, bei denen man auf den Einsatz von Salzbadern und Öl zum Abschrecken angewiesen ist. Diese Verfahren sind im Hinblick auf die heutigen Umweltvorstellungen sehr bedenklich, wobei auch zu berücksichtigen ist, daß das Abschrecken in Wasser durch die im Wasser vorhandenen Bestandteile in dieser Hinsicht problematisch ist.

Es ist auch bekannt, den Abschreckvorgang unter der Einwirkung von Pressen, sogenannten Quetten, durchzuführen. Es handelt sich hierbei um Metallteile, z. B. Zylinderblöcke, wenn es um das Härten von Sägeblatt-Rohlingen geht. Diese Metallteile drücken von beiden Seiten auf den Rohling während des Abkühlvorganges ein. Es ist in diesem Zusammenhang auch bekannt, die Pressenteile bzw. die Zylinder zu kühlen, sei es mit Wasser oder Öl, um auf diese Art und Weise einen günstigen, raschen Abkühlungsgeschwindigkeitsverlauf zu erzielen.

Härterei Technische Mitteilungen, Bd.45, Nr. 6, Dezember 1990, Seiten 325-329 offenbart ein Verfahren zur abschreckmittelfreien Wärmebehandlung von Stahlteilen mittels eines Rollenofens und einer sich daran anschließenden Pressenabkühlungseinrichtung.

Bei dem vorangehend geschilderten Wärmebehandlungsvorgang geht es nicht allein um die Härte eines Rohlings, es soll auch ein gleichförmiges Gefüge angestrebt werden, das sich möglichst über den Querschnitt gleichmäßig verteilt, wobei sogenannte Abkühlungszonen in den Rohlingen unerwünscht sind, weil sie bei großflächigen und dünnen Rohlingen dazu führen, daß sich der Rohling später verzieht.

Es ist das Bestreben der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, mit welchem Rohlinge aus Stahl thermisch behandelt werden können, ohne daß

hierzu der Einsatz von Öl als Abschreckmedium erforderlich wäre.

Erreicht wird dies durch die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale. Bevorzugte Ausführungsformen des Verfahrens nach Anspruch 1 finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

Für die eine Gruppe der Verfahren gemäß der Erfindung wesentlich sind vor allen Dingen zwei Merkmale:

Es geht darum, einen Hochtemperaturbereich vorzusehen, der deutlich höher liegt, als bei denjenigen Temperaturen, bei denen bisherige Wärmebehandlungseinrichtungen arbeiten. In der Technik allgemein besteht das Vorurteil, daß man einen solchen hohen Temperaturbereich im Zusammenhang mit der Wärmebehandlung von Stählen vermeiden sollte, da eine solche Temperatur u.a. Veränderungen des Kohlenstoffgehaltes, Verzunderungen und Verziehen der Rohlinge mit sich bringt. Durch die Erfindung ist jedoch erkannt worden, daß ein solch hoher Temperaturbereich im Hinblick auf die oben aufgeführten Probleme nicht nur unschädlich ist, sondern darüber hinaus auch zu erheblichen Vorteilen führt, nämlich dadurch, daß nunmehr selbst solche Stähle bearbeitet und insbesondere gehärtet werden können, die bislang beim Abschrecken nur unter Öl zu den gewünschten Eigenschaften führten. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang, daß der Bereich besonders hoher Temperaturen mit einer hohen Geschwindigkeit durchlaufen wird, wobei diese Geschwindigkeit den sonstigen Bedingungen, insbesondere der Form und Gestalt den Rohlingen angepaßt ermittelt wird. Die Höhe der Temperatur ist von den gewählten Materialien abhängig, sie ist auch abhängig davon, ob der zu härtende Gegenstand nun bei großen Dimensionen in einer Erstreckung eine geringere Dicke hat oder ob es sich um mehr oder weniger kompakte Rohlinge handelt. Entsprechendes gilt auch für die Temperatur. Die vorgenannten Verfahrensparameter können durch einfache Versuche ermittelt werden, so daß optimale Werte erzielt werden.

Es hat sich herausgestellt, daß bei optimal eingestellten Bedingungen der Energieaufwand pro Werkstück geringer ist, als bei bekannten Verfahren, wenn gleich dort mit niedrigen Temperaturen gearbeitet wird.

Weiterhin ist für die vorliegende Erfindung wesentlich, daß beim Abkühlen die Rohlinge zwischen Pressenteilen angeordnet werden, wobei der Druck der beiden Pressenteile aufeinander bzw. auf den Rohling zeitlich abhängig gesteuert wird. Auf eine Phase hohen Druckes folgt eine Herabsetzung des Druckes, so daß lediglich das Eigengewicht der oberen Presse auf den Rohling einwirkt, und es ist gerade diese Druckabsenkung, die dazu geführt hat, daß die Rohlinge selbst bei ungünstigen Dimensionierungsverhältnissen verzugsfrei behandelt werden können.

Weiterhin hat sich herausgestellt, daß bei optimal eingestellten Bedingungen (Temperatur und Geschwindigkeit in der Schnellabzugszone und Druckverhältnis-

se beim Abkühlen) die einzelnen Rohlinge abkühlungs-  
frei sind, so daß ein besseres Gefügebild entsteht und  
daraus resultierend überlegene Eigenschaften festge-  
stellt werden konnten.

Es ist weiterhin wesentlich für die vorliegende Er-  
findung, daß eine Abkühleinheit und eine Quetten- bzw.  
Presseneinrichtung fest mit einem Rollenofen verbun-  
den worden sind. Auf diese Art und Weise kann auf die  
optimale Abkühlung abgestellt werden. Auch hier liegt  
eine wesentliche Erkenntnis der vorliegenden Erfindung  
darin, daß die Eigenschaften des bearbeiteten Rohlings  
davon abhängig sind, bei welcher Temperatur der Roh-  
ling die Schnellabzugszone mit welcher Geschwindig-  
keit durchlaufen hat.

Bei einer Vorrichtung, die nach dem Verfahren ge-  
mäß der Erfindung arbeitet, befindet sich am Ausgang  
des Rollenofens mindestens eine Quetteneinheit, vor-  
zugsweise zwei, die wechselweise mit den sich auf der  
entsprechenden Temperatur befindlichen Rohlingen  
beschickt werden. Auf diese Art und Weise ist es mög-  
lich, ausreichend lange Abkühlvorgänge durchzuführen  
und dennoch an den Durchsatz des Rollenofens ange-  
paßt zu arbeiten.

Das Verfahren gemäß der Erfindung kann auch auf  
Rohlinge aus solchen Stählen angewendet werden, die  
bislang auch schon an Luft gehärtet werden können. In  
diesem Zusammenhang zeigt sich ein deutlich geringe-  
rer Energieaufwand bei den Paaren gemäß der Erfin-  
dung.

Das Verfahren kann auf Rohlinge mit Dicken bis zu  
20 mm angewendet werden und zeigt in diesem Zusam-  
menhang seine Überlegenheit zu bekannten Verfahren,  
insbesondere beim erforderlichen Energieaufwand.

Es ist daran gedacht, im Zusammenhang mit der  
Handhabung der Rohlinge geeignete Maschinen und  
Roboter einzusetzen, so daß auch hier definierte Zeit-  
und Temperaturbedingungen eingehalten werden.

Es zeigt sich, daß bei dem Verfahren gemäß der  
Erfindung bei vielen Stählen nur eine ganz geringe Zun-  
derschicht entsteht und daß diese leicht abplatzt. Daher  
kann im Anschluß an das Verfahren gemäß der Erfin-  
dung eine Arbeitsstufe vorgesehen werden, bei welcher  
mit Hilfe von Druckluft der Zünder von dem Rohling ent-  
fernt wird.

Die gemäß der Erfindung verwendbaren Rollenöfen  
können auf die gewünschten Bedingungen eingestellt  
werden, es sind Rollenöfen bekannt, die den Tempera-  
turbereich von 850 bis 1350°C bewältigen.

Es hat sich herausgestellt, daß nicht allein das  
schnelle Härten von Werkzeugstählen, sondern auch  
das verzugsfreie Härten aller Stahlsorten der wesentli-  
che Punkt des Verfahrens gemäß der Erfindung ist. Ins-  
besondere können hier Flachprodukte verzugsfrei ge-  
härtet werden.

Es müssen zwei unterschiedliche Phänomene von-  
einander getrennt werden:

a) Das schnelle Härten in sogenannten Schnellhär-

tepressen

b) Das verzugsfreie Härten von Stahlmaterialien

a) Beim schnellen Härten wird die Austenitisier-  
temperatur, die bei den normal üblichen Werk-  
zeugstählen vorliegt, deutlich erhöht. Die Erhö-  
hung in etwa liegt hier zwischen 100 - 200 K.  
Durch diese Erhöhung kann die Austenitisier-  
zeit sehr stark verkürzt werden. Wesentlicher  
Grund dieser starken Temperaturerhöhung ist  
es, zu gewährleisten, daß das Material unter  
der Presse noch nicht die Umwandlungstem-  
peratur HC3 unterschritten hat. Dieses bedeu-  
tet, daß nach Beendigung der Austenitisierung  
das Material schnell den Ofen verläßt und unter  
die Härtepressen gelangt. Die Transportge-  
schwindigkeit beträgt in diesen Fällen 250 mm/  
sec. Um eine ungleichmäßige Abkühlung von  
Rand und Mitte zu verhindern, ist die Auslauf-  
rollenbahn isoliert und stellt einen Tunnel dar.  
Dieses ist ein wesentlicher Punkt, schwierige  
Werkzeugstähle zu härten. In der Regel ist der  
Rand nämlich oft schon wesentlich kälter, als  
die Mitte.

Wesentlich ist, daß das Material einer Ron-  
de mit nahezu gleicher Temperatur Rand - Mitte  
in die Härtepresse eingelegt wird und nach  
Schließen der Härtepresse gleichmäßig ab-  
kühlt. Werden diese Maßnahmen nicht ergrif-  
fen, so hat sich gezeigt, daß die Randbereiche  
der Materialien schon so kalt geworden sind,  
daß sie eine wesentlich geringere Härte und ein  
nicht ausreichend vorliegendes Martensitgefü-  
ge aufweisen.

b) Das verzugsfreie Härten wird insbesondere  
im Härteofen eingestellt. Durch das Einstellen  
einer bestimmten Temperaturdifferenz in der  
Austenitisierungszone oberhalb und unterhalb der  
Rollenbahn kann eine derartige Erwärmung  
gewährleisten, daß sich das Material nicht ver-  
zieht. Einerseits wird durch diese Maßnahme  
bewirkt, daß sich die Temperaturen auf dem  
Weg zu den Härtepressen so verändern und  
daß unterhalb und oberhalb des Materials beim  
Beginn der Abkühlung in den Härtepressen die-  
se Temperatur gleich ist. Auf der anderen Seite  
wird durch diese Maßnahme die relative Ober-  
flächenbeschädigung gleichgehalten.

Diese beiden Punkte a und b sind wesentliche Vor-  
teile des Verfahrens gemäß der Erfindung.

Es hat sich herausgestellt, daß eine sehr hohe Ab-  
kühlwirkung erreicht wird, wenn eine bestimmte Dicke  
der Metallplatte vorliegt, die allerdings so gering wie  
möglich ausfallen muß (hohe Abkühlgeschwindigkeit  
und so dick wie nötig). Auch die Temperatur des Kühl-  
wassers der indirekten Kühlung der Härtepressen ist

von entscheidender Bedeutung. Sie muß je nach Material entsprechend eingestellt werden. Durch Temperatur und die geometrische Gestalt der Dicke ist eine sehr hohe Abkühlwirkung zu erzielen, die die Bereiche der Ölhärtung abdeckt (hohe Gleichmäßigkeit). Darüber hinaus ist der Druck der Härtepressen hinsichtlich gleichmäßiger Wärmeübertragung ebenfalls von Bedeutung.

Darüber hinaus sind noch zwei Sonderfälle des Härtens, nämlich das partielle Härtens und das Härtens von Rundmaterialien in Formen erfolgreich gemäß der Erfindung durchgeführt worden. Nachfolgend werden beide Varianten dieser Verfahren gemäß der Erfindung beschrieben:

#### Partielles Härtens

Grundlage des partiellen Härtens von Flachprodukten in diesem System ist die Forderung, daß ein Teilbereich vollständig durchgehärtet, ein anderer Bereich ungehärtet oder nur vergütet vorliegt. Zu diesem Zweck wird der Ofenraum im Bereich der Austenitisierungzone mit einer Abdeckung der Rollenbahn oberhalb und unterhalb ausgestattet. Das zu härtende Material durchläuft nun während der Austenitisierung exakt positioniert zum Teil einen Bereich, in dem das Gut die Austenitisiertemperatur annimmt, und auf der anderen Seite einen abgeschirmten Bereich, in dem das Gut am Ende der Austenitisierungzone einige hundert Kelvin kälter durchwärmt ist. Anschließend wird das Gut wieder sehr schnell abgezogen und unter die Härtepresse gelegt. Durch das anschließend schnelle Abkühlen wird erzielt, daß das Gut in dem durchgehärteten unabgedeckten Bereich die volle Härte aufweist und in dem abgedeckten Bereich deutlich geringere Härtewerte zeigt. Dieses ist insbesondere bei Messern erforderlich, die ein Schneidenteil und ein Spannteil aufweisen. Der Schneidenteil soll sehr hart sein, der Spannteil dagegen weich bleiben.

#### Härten von zylindrischen Bohrern oder zylindrischen Stahlteilen und auch konisch verlaufenden zylindrischen Stahlteilen

Bei zylindrischen Stahlteilen ist es wichtig, ein verzugsfreies Härten und eine sehr hohe Aushärtung zu erzielen. Zu diesem Zweck werden spezielle Formen angefertigt, in die die zylindrischen Bauteile eingelegt werden. Diese Formen werden dann mit einem Deckel abgedeckt und gegebenenfalls wird auch der Spalt zwischen Gehäuse und Deckel mit einer Schutzpaste abgedichtet. Deckel und Gehäuse werden danach, identisch einer Platte, schnell aus dem Ofen heraustransportiert und unter einem bestimmten Druck abgekühlt. Hiermit wird gewährleistet, daß die innenliegenden Bohrer gehärtet und durch den Druck ebenfalls gerichtet werden. Es ist damit ein verzugsarmes bzw. ein verzugsfreies Härten von Bohrerrohlingen möglich. Durch das Abdichten wird erzielt, daß die Bohrerrohlinge ins-

besondere bei sehr dünnen Durchmessern keine Beschädigung an der Oberfläche aufweisen. Mit diesem Verfahren sind sehr hohe Härtewerte und eine sehr gleichmäßige Härteverteilung möglich. Auch das Gefüge entspricht einem zähen und guten Gefüge. Kerngedanke ist das Härtens und gleichzeitige Richten oder das verzugsfreie Härten der Rohlinge, sowie das Zurückführen vom Härten von Rundmaterialien durch Einbringen in eine Form zu dem bekannten Härten von Flachprodukten. Hier ist eine hohe Gleichmäßigkeit gegeben. Bohrer wurden früher in Salzbadern gehärtet. Durch Umweltschutzaufgaben muß man nämlich von den Salzbadern in Vakuumöfen übergehen. Diese Vakuumöfen gewährleisten kein verzugsfreies Härten, und auf der anderen Seite wird durch die geringere Abkühlgeschwindigkeit auch nicht der sehr hohe Härtewert erzielt.

Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf die Härtung von Stahlwerkstücken und vorzugsweise auf das verzugsfreie Härten von Flachprodukten, aus welchem Stahl sie auch immer bestehen.

Bei einem bevorzugten Verfahren wird die Temperatur im Rollenofen so geführt, daß im Schnellabzugsbereich die Temperatur des Gutes nur unwesentlich abnimmt und das Gut noch oberhalb der Austenitisierungstemperatur in die Härtepressen gelangt.

#### **Patentansprüche**

1. Verfahren zur Wärmebehandlung von sich leicht verziehenden Stahlteilen wie Blech, Ronden und dergleichen mittels eines Rollenofens und mit diesem zusammenwirkenden Pressen (sogenannten Quetten), bei welchem das Gut
  - auf eine vorbestimmte Temperatur T gebracht wird und
  - zwischen Pressteilen mit vorbestimmtem Abkühlungsgeschwindigkeitsverlauf abgekühlt wird,

wobei jeder Stahlteil nach Erreichen der vorbestimmten Temperatur T einen Schnellabzugsbereich des Rollenofens auf einer Temperatur  $T_1 > T$ , wobei  $T_1$  ca.  $100^\circ\text{C}$  höher als die bisher bei Stahl üblicherweise angestrebten Härte-temperaturen (Austenitisierungstemperatur) liegt, mit einer Geschwindigkeit von 20 bis 40 mm/s oder von 150-300 mm/s durchläuft, wobei die Pressenteile während des Abkühlvorgangs zeitabhängig wechselnde Drücke auf das Stahlteil ausüben dergestalt, daß auf eine Phase hohen Druckes eine Herabsetzung des Druckes erfolgt, in der lediglich das Eigengewicht des oberen Pressenteils auf das Stahlteil wirkt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pressenteile pulsierend arbeiten.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Pressenteile je nach Material ca. 3 sec. unter Druck stehen, woraufhin eine Periode von 3 sec. folgt, in der die Pressen nur das Eigengewicht auf das metallische Gut ausüben.

## Claims

1. Method for thermal treatment of easily deforming steel parts such as sheet metal, rondes and similar materials by means of a roller furnace and presses cooperating therewith (so-called "Quetten"), in which the material

- is brought to a predetermined temperature  $T$ , and
- is cooled between press parts at a predetermined development of cooling rate,

wherein each steel part, having reached the predetermined temperature  $T$ , passes through a region of rapid discharge of the roller furnace at a temperature  $T_1 > T$ ,  $T_1$  being about  $100^\circ\text{C}$  higher as the curing temperatures usually striven for up to now (austenite forming temperature), at a speed of 20 to 40 mm/s or of 150-300 mm/s,

wherein the press parts exert time-dependently alternating pressures on the steel part during the cooling process such that after a phase of high pressure occurs a decrease of the pressure, during which only the dead weight of the top press part acts upon the steel part.

2. Method according to claim 1, characterized in that the press parts operate pulsatingly.
3. Method according to claim 2, characterised in that the press parts depending on the material are under pressure for about 3 sec., whereupon follows a period of 3 sec., during which the presses exert only the dead weight on the metallic material.

## Revendications

1. Procédé de traitement thermique de pièces en acier se déformant facilement, telles que de la tôle, des ronds et analogues au moyen d'un four à rouleaux et de presses coopérant avec celui-ci (appelées coquilles), dans lequel le matériau

- est porté à une température prédéterminée  $T$  et
- est refroidi entre des pièces de presse avec une

variation dans le temps prédéterminée de la vitesse de refroidissement,

chaque pièce en acier traversant, après avoir atteint la température prédéterminée, une zone d'extraction rapide du four à rouleaux à une température  $T_1 > T$ ,  $T_1$  étant supérieure d'environ  $100^\circ\text{C}$  à la température de trempe (température d'austénitisation) souhaitée jusqu'ici pour l'acier, cette traversée étant effectuée à une vitesse de 20 à 40 mm/s ou de 150-300 mm/s,

les pièces de presse exerçant, pendant le refroidissement, des pressions variables en fonction du temps sur la pièce en acier, de telle manière qu'il se produit sur une phase de haute pression une réduction de pression, dans laquelle seul le poids propre de la pièce de presse supérieure agit sur la pièce en acier.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les pièces de presse travaillent de façon pulsatoire.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les pièces de presse sont, suivant le matériau, sous pression pendant environ 3 secondes, à la suite de quoi les presses exercent seulement leur propre poids sur le matériau métallique pendant une durée de 3 secondes.