



(10) **DE 10 2005 003 551 B4** 2015.01.22

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 003 551.5**  
 (22) Anmeldetag: **26.01.2005**  
 (43) Offenlegungstag: **27.07.2006**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **22.01.2015**

(51) Int Cl.: **C21D 8/02 (2006.01)**  
**B21D 53/88 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE**

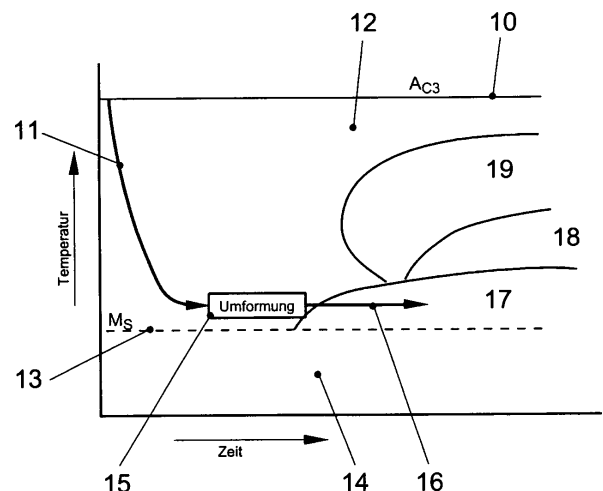
(72) Erfinder:  
**Wunderlich, Gerd, 09328 Lunzenau, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	102 08 216	C1
DE	199 11 287	C1
DE	199 83 821	T5
DD	83 172	A1
EP	0 952 235	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Warmumformung und Härtung eines Stahlblechs**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Warmumformung und Härtung eines härtbaren Stahlblechs, bei dem zunächst eine austenitisierende Erwärmung des Stahlblechs über den  $A_{C3}$  Punkt erfolgt, wobei das Verfahren weiterhin eine Umformung und eine Abkühlung des Stahlblechs umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass nach der austenitisierenden Erwärmung zunächst eine Abkühlung des Stahlblechs auf Temperaturen im Bereich von 400°C bis 600°C vorgesehen ist und erst nach Erreichen dieses Temperaturbereichs eine Umformung des Stahlblechs zum Formteil erfolgt.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Warmumformung und Härtung eines härtbaren Stahlblechs, bei dem zunächst eine austenitisierende Erwärmung des Stahlblechs über den  $A_{C3}$  Punkt erfolgt, wobei das Verfahren weiterhin eine Umformung und eine Abkühlung des Stahlblechs umfasst.

**[0002]** Bei den bislang bekannten Wärmebehandlungs- und Umformverfahren zur Herstellung hochfester Blechformteile geht man in der Regel so vor, dass im Anschluss an eine austenitisierende Erwärmung des Stahlblechs bei hohen Temperaturen die Umformung beginnt und anschließend eine Abkühlung erfolgt bis in das Martensitgebiet. Dieses bekannte Verfahren wird auch als Hochtemperatur-Thermomechanische Behandlung mit martensitischer Härtung (HTMB) bezeichnet. Nach diesem bekannten Verfahren hergestellte Karosserieteile, insbesondere aus Feinblech haben vergleichsweise ungünstige Beschneideigenschaften, weisen starke Verzunderung oder Wärmeverzug auf und lassen sich nur mit vergleichsweise hohem Werkzeugverschleiß weiter verarbeiten.

**[0003]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Warmumformung und Härtung von Stahlblechen zur Verfügung zu stellen, welches zu besseren Produkteigenschaften führt und insbesondere ein Beschneiden umgeformter Stahlbleche mit geringerem Verschleiß ermöglicht.

**[0004]** Die Lösung dieser Aufgabe liefert ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Warmumformung und Härtung von Stahlblechen der eingangs genannten Gattung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs. Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise für härtbare Feinbleche, vorzugsweise für Stahlbleche mit einem C-Gehalt von etwa 0,1% bis etwa 0,3% angewandt. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass im Anschluss an eine austenitisierende Erwärmung des Stahlblechs bis in das  $\gamma$ -Gebiet, das heißt, bis über den  $A_{C3}$  Punkt sich eine vorzugsweise vergleichsweise rasche Abkühlung bis auf einen Temperaturbereich von 400°C bis 600°C anschließt. Mit Erreichen dieses Temperaturbereichs von 400°C bis 600°C erfolgt eine vorzugsweise ebenfalls vergleichsweise rasche Umformung des Blechs zu dem gewünschten Formteil.

**[0005]** Die Temperaturführung und Umformung erfolgt dabei vorzugsweise so, dass weder das Ferrit-, noch das Perlit- noch das Martensitgebiet erreicht wird. Vorzugsweise wird nach Erreichen des genannten Temperaturbereichs isotherm umgeformt bis das Zwischenstufengebiet erreicht wird, so dass das sich einstellende Gefüge ein Zwischenstufengefüge ist.

**[0006]** Gegenüber den gegenwärtig praktizierten Herstellungsverfahren liefert das erfindungsgemäße Verfahren eine Reihe von Vorteilen. Es entsteht weniger Zunder auf der Oberfläche, so dass das Abkühlen gegebenenfalls noch im Schutzgas teil des Ofens erfolgen kann. Eine Entzunderung zwischen Ofen und Umformwerkzeug ist möglich, da genügend Zeit vorhanden ist und eine Temperaturabsenkung ohnehin beabsichtigt ist. Die geringe Wärmeguttemperatur ermöglicht beispielsweise das Arbeiten mit Magnetgreifern. Das Umformwerkzeug muss nicht abgekühlt werden, sondern verbleibt bei einer konstanten Temperatur, die innerhalb des genannten Bereichs von 400°C bis 600°C liegt, beispielsweise bei 450°C. Das sich einstellende Zwischenstufengefüge bringt eine hinreichend hohe Festigkeit bei erhöhter Bruchdehnung und wesentlich verbesserten Schweißseigenschaften. Gegenüber dem sich bei Anwendung des aus dem Stand der Technik bekannten Verfahrens ergebenden Martensitgefüge ergeben sich wesentlich verbesserte Eigenschaften, insbesondere beim nachfolgenden Beschneiden und Lochen eines Blechformteils. Der Werkzeugverschleiß ist wesentlich geringer, da das gesamte Werkzeug keiner großen Temperaturwechselfolge ausgesetzt ist. Während beispielsweise bei den bekannten Verfahren eine Abkühlung um ca. 600°C (von etwa 900°C auf etwa 300°C) bei jedem Umformvorgang erfolgte, liegt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Temperaturdifferenz bei jedem Umformvorgang beispielsweise bei etwa 200°C (zum Beispiel Abkühlung von 600°C auf 400°C während des Umformvorgangs). Die geringere Umformtemperatur bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ermöglicht den Einsatz von Schmiermitteln.

**[0007]** Das erfindungsgemäße Verfahren der kombinierten Warmumformung und Zwischenstufenhärtung liefert eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem bislang bei der Umformung von Stahlblechen üblichen Verfahren der Hochtemperatur-thermomechanischen Behandlung mit martensitischer Härtung.

**[0008]** Weitere Vorteile liegen darin, dass nur eine vergleichsweise kurzzeitige Erwärmung bis über  $A_{C3}$  erforderlich ist. Damit wird eine Grobkornbildung im Blech verhindert. Es kann noch im Ofen, das heißt noch im Schutzgasbereich eine Herabkühlung des Wärmegutes erfolgen, was zu einer Verringerung der Zunderbildung führt. Alternativ dazu kann außerhalb des Ofens eine Entzunderung erfolgen, da eine Temperaturverringern technologisch vorgeschrieben ist. Die verringerte Zunderbildung führt zu besserer Qualität und geringerem Werkzeugverschleiß. Die geringeren Temperaturwechsel je Abpressvorgang führen ebenfalls zu geringerem Werkzeugverschleiß. Mit dem sich einstellenden Zwischenstufengefüge erhält man eine genügende Festigkeit, bei besseren Dehneigenschaften und besserer Beschneidbarkeit

des Blechteils. Die Schweiß Eigenschaften werden ebenfalls verbessert.

**[0009]** Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist weiterhin die Verwendung eines Verfahrens der vorgenannten Art zur thermomechanischen Niedertemperatur-Behandlung von Feinblechen. Gegenstand des vorliegenden Verfahrens ist insbesondere die thermomechanische Niedertemperatur-Behandlung von Feinblechen für Karosserieteile. Die in den Unteransprüchen genannten Merkmale betreffen bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Aufgabenlösung. Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Detailbeschreibung.

**[0010]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher beschrieben. Dabei zeigt

**[0011]** Fig. 1 ein schematisch vereinfachtes Diagramm zu dem erfindungsgemäßen Verfahren der Niedertemperatur-Thermomechanischen Behandlung von Blechen.

**[0012]** Es wird auf Fig. 1 Bezug genommen. Das Diagramm zeigt den Temperaturverlauf in Abhängigkeit von der Zeit bei einem erfindungsgemäßen Wärmebehandlungs- und Umformverfahren. Die verschiedenen Gefüge, die bei einer Warmumformung von Stahlblechen abhängig vom Temperaturverlauf auftreten, sind aus dem Stand der Technik bekannt. Die Temperatur, bei deren Überschreiten eine Austenitisierung erfolgt, da das Kristallgitter in ein kubisch flächenzentriertes Gitter umschlägt, wird als  $A_{C3}$ -Linie bezeichnet. Diese  $A_{C3}$ -Linie ist mit dem Bezugszeichen **10** bezeichnet. In dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt zunächst eine Austenitisierung eines Stahlblechs, das heißt eine Erwärmung über die  $A_{C3}$ -Linie **10** hinaus. Danach erfolgt eine vergleichsweise rasche Abkühlung entlang der Temperaturlinie **11**, wobei diese Abkühlung innerhalb des Austenitgebiets **12** erfolgt und nicht die Umwandlungslinie **13** der Abgrenzung zum Martensitgebiet **14** unterschreitet.

**[0013]** Nach dieser verhältnismäßig raschen Abkühlung auf der Temperaturlinie **11** innerhalb des Austenitgebiets **12** folgt dann eine Umformung **15** des Stahlblechs unter isothermen Bedingungen zur Herstellung des gewünschten Formteils. Die Temperaturlinie **16** verläuft also weiterhin horizontal und somit wird unter isothermen Bedingungen das Gebiet **17** des Zwischenstufengefüges erreicht. Es ist also bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine thermomechanische Behandlung bei Niedertemperatur vorgesehen und die Temperaturlinie **16** verläuft vorzugsweise isotherm innerhalb eines Temperaturbereichs von ca. 400°C bis 600°C. Wie das Diagramm, zeigt, erfolgt die Abkühlung im Bereich der Temperaturli-

nie **11** innerhalb des Austenitgebiets von einer Temperatur über  $A_{C3}$  auf die Umformungstemperatur **16**, die zwischen 400°C und 600°C liegt vergleichsweise rasch. Dabei wird während der thermomechanischen Behandlung das Perlitgebiet **18** und auch das Ferritgebiet **19** ebenso wenig erreicht wie das Martensitgebiet **14**, da vielmehr eine Umwandlung in das Zwischenstufengefüge erfolgt und die Härtung mindestens teilweise im Zwischenstufengebiet **17** vorgesehen ist.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	$A_{C3}$ -Linie
<b>11</b>	Temperaturlinie
<b>12</b>	Austenitgebiet
<b>13</b>	Umwandlungslinie, Ms-Linie, Martensit-Start-Linie
<b>14</b>	Martensitgebiet
<b>15</b>	Umformung
<b>16</b>	Temperaturlinie
<b>17</b>	Zwischenstufengebiet-Bainitgebiet
<b>18</b>	Perlitgebiet
<b>19</b>	Ferritgebiet

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Warmumformung und Härtung eines härtbaren Stahlblechs, bei dem zunächst eine austenitisierende Erwärmung des Stahlblechs über den  $A_{C3}$  Punkt erfolgt, wobei das Verfahren weiterhin eine Umformung und eine Abkühlung des Stahlblechs umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach der austenitisierenden Erwärmung zunächst eine Abkühlung des Stahlblechs auf Temperaturen im Bereich von 400°C bis 600°C vorgesehen ist und erst nach Erreichen dieses Temperaturbereichs eine Umformung des Stahlblechs zum Formteil erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach der austenitisierenden Erwärmung eine verhältnismäßig rasche Abkühlung bis auf den Temperaturbereich von 400°C bis 600°C erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Erreichen des Temperaturbereichs von 400°C bis 600°C eine vergleichsweise rasche Umformung des Stahlblechs zum Formteil erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperaturführung und Umformung so erfolgt, dass weder das Ferrit-, noch das Perlit- noch das Martensitgebiet erreicht wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Abkühlung und Erreichen des Temperaturbereichs 400°C bis

600°C eine im Wesentlichen isotherme Umformung erfolgt, bis sich ein Zwischenstufengefüge einstellt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abkühlung mindestens teilweise im Schutzgasteil eines Ofens erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach einer Erwärmung des Stahlblechs in einem Ofen und vor der Umformung eine Entzunderung des Stahlblechs vorgesehen ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Handling des Werkstücks während der Warmumformung und/oder Härtung mindestens teilweise mittels Magnetgreifern erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein nachfolgender Arbeitsschritt vorgesehen ist, in dem ein Beschneiden und/oder Lochen des Blechformteils erfolgt.

10. Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zur thermomechanischen Niedertemperatur-Behandlung von Feiblechen.

11. Verwendung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 zur thermomechanischen Niedertemperatur-Behandlung von Feiblechen für Karosserieteile.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

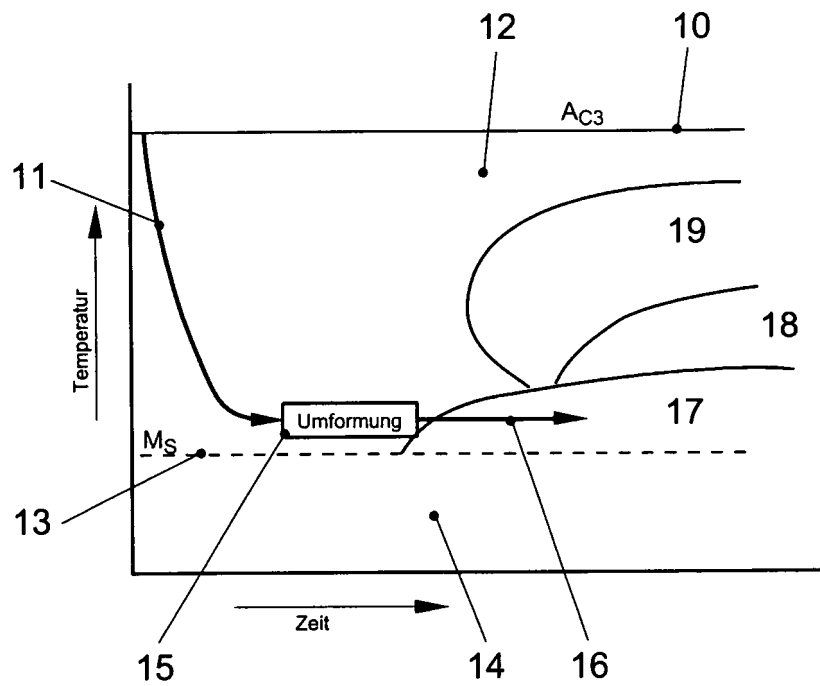


FIG. 1