

(19)



(11)

EP 3 408 420 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

26.06.2024 Patentblatt 2024/26

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

C21D 9/00 (2006.01) **C21D 1/667** (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01) **C21D 1/19** (2006.01)
C21D 1/673 (2006.01) **C21D 1/84** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17703343.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

C21D 9/0062; C21D 1/19; C21D 1/667;
C21D 1/673; C21D 1/84; C21D 9/46;
 C21D 2211/001; C21D 2221/00

(22) Anmeldetag: **25.01.2017**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2017/051508

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2017/129600 (03.08.2017 Gazette 2017/31)

(54) **VERFAHREN ZUR WÄRMEBEHANDLUNG EINES METALLISCHEN BAUTEILS**

METHOD OF HEAT TREATING A METALLIC COMPONENT

PROCÉDÉ DE TRAITEMENT THERMIQUE D'UN COMPOSANT MÉTALLIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

- **WINKEL, Jörg**
52385 Nideggen-Schmidt (DE)
- **WILDEN, Frank**
52152 Simmerath (DE)

(30) Priorität: **25.01.2016 DE 102016201024**

25.01.2016 DE 102016201025

09.02.2016 DE 102016201936

23.02.2016 DE 102016202766

27.09.2016 DE 102016118253

(74) Vertreter: **Keenway Patentanwälte Neumann**

Heine Taruttis
PartG mbB
Postfach 10 33 63
40024 Düsseldorf (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

05.12.2018 Patentblatt 2018/49

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 548 975 DE-A1-102012 218 159
DE-B1- 1 508 378 DE-B3-102013 104 229
DE-C1- 10 208 216 KR-A- 20120 110 961
KR-A- 20140 081 619 US-A1- 2003 189 027
US-A1- 2015 299 817

(73) Patentinhaber: **Schwartz GmbH**

52152 Simmerath (DE)

(72) Erfinder:

- **REINARTZ, Andreas**
52156 Monschau (DE)

EP 3 408 420 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 zur Wärmebehandlung eines metallischen Bauteils. Die Erfindung findet insbesondere Anwendung beim partiellen Härten von gegebenenfalls vorbeschichteten Bauteilen aus einem hochfesten Mangan-Bor-Stahl.

[0002] Zur Herstellung sicherheitsrelevanter Fahrzeug-Karosseriebauteile aus Stahlblech ist es regelmäßig erforderlich das Stahlblech während oder nach der Umformung zu dem Karosseriebauteil zu härten. Hierzu hat sich ein Wärmebehandlungsverfahren etabliert, das als "Presshärten" bezeichnet wird. Dabei wird das Stahlblech, das regelmäßig in der Form einer Platine bereitgestellt wird zunächst in einem Ofen aufgeheizt und anschließend während der Umformung in einer Presse abgekühlt und dadurch gehärtet.

[0003] Seit einigen Jahren besteht nun das Bestreben mittels des Presshärtens Karosseriebauteile von Kraftfahrzeugen, wie z. B. A- und B-Säulen, Seitenaufprallschutzträger in Türen, Schweller, Rahmentteile, Stoßstangenfänger, Querträger für Boden und Dach, vordere und hintere Längsträger, bereitzustellen, die in Teilbereichen unterschiedliche Festigkeiten aufweisen, sodass das Karosseriebauteil partiell unterschiedliche Funktionen erfüllen kann. So soll zum Beispiel der mittlere Bereich einer B-Säule eines Fahrzeugs eine hohe Festigkeit aufweisen, um die Insassen im Falle eines Seitenaufpralls zu schützen. Gleichzeitig sollen der obere und untere Endbereich der B-Säule eine vergleichsweise geringe Festigkeit aufweisen, um zum einen Verformungsenergie während eines Seitenaufpralls aufnehmen zu können und zum anderen während der Montage der B-Säule eine einfache Verbindbarkeit mit anderen Karosseriebauteilen zu ermöglichen.

[0004] Zur Ausbildung eines solchen partiell gehärteten Karosseriebauteils ist es erforderlich, dass das gehärtete Bauteil in den Teilbereichen unterschiedliche Materialgefüge beziehungsweise Festigkeitseigenschaften aufweist. Zur Einstellung unterschiedlicher Materialgefüge beziehungsweise Festigkeitseigenschaften nach dem Härten kann beispielsweise das zu härtende Stahlblech bereits mit unterschiedlichen, miteinander verbundenen Blechabschnitten bereitgestellt oder in der Presse partiell unterschiedlich abgekühlt werden.

[0005] Alternativ oder zusätzlich besteht die Möglichkeit, das zu härtende Stahlblech vor dem Abkühlen und Umformen in der Presse partiell unterschiedlichen Wärmebehandlungsprozessen zu unterwerfen. In diesem Zusammenhang können beispielsweise lediglich diejenigen Teilbereiche des zu härtenden Stahlblechs aufgeheizt werden, in denen eine Gefügeumwandlung hin zu härteren Gefügen, wie etwa Martensit stattfinden soll. Eine solche Verfahrensführung weist jedoch regelmäßig den Nachteil auf, dass das Eindiffundieren einer üblicherweise zum Schutz vor Verzunderung auf die Oberfläche des Stahlblechs aufzubringenden Beschichtung, etwa einer Aluminium-Silizium-Beschichtung nicht effizient in

den Wärmebehandlungsprozess integriert werden kann. Ferner besteht die Möglichkeit, die partielle Wärmebehandlung mittels Kontaktplatten durchzuführen, die zur partiellen Temperierung des Stahlblechs durch Wärmeleitung ausgebildet sind. Dies erfordert jedoch eine bestimmte Kontaktzeit mit den Platten, die üblicherweise länger ist als eine mittels der nachgelagerten Presse erreichbare (minimale) Taktzeit. Weiterhin erschwert die Abstimmung zwischen bestimmter Kontaktzeit und Taktzeit an der Presse regelmäßig die Integration entsprechender Temperierstationen in eine Presshärteinie im industriellen Maßstab, in der Produktionsschwankungen während des Betriebs in der Regel unvermeidbar sind.

[0006] Aus der DE 15 08 378 B1 ist ein Verfahren zum Härten von Stahlplatten bekannt, bei dem die Stahlplatten durch einen Wasserstrahl abgeschreckt werden. Aus der DE 102 08 216 C1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines gehärteten metallischen Bauteils bekannt, bei dem zur Abkühlung Düsen verwendet werden, die an die Kontur des Bauteils angepasst sind. Die KR 2012 0110961 A offenbart eine Wärmebehandlungsvorrichtung, mit der ein Übergangsbereich zwischen unterschiedlich wärmebehandelten Bereichen eines Bauteils verringert werden können soll. Weiterhin offenbart die EP 2 548 975 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines gehärteten metallischen Bauteils, bei dem Düsen zur Kühlung eingesetzt werden. US2015299817 A1 offenbart ein Verfahren zur Verfestigung eines Stahlbleches durch Erhitzen und Abschrecken. US2003189027 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines Metallgegenstandes mit Bereichen von grösserer und geringerer Härte.

[0007] Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme zumindest teilweise zu lösen. Insbesondere soll ein Verfahren zur Wärmebehandlung eines metallischen Bauteils angegeben werden, das eine im industriellen Maßstab, insbesondere möglichst effizient durchführbare partiell unterschiedliche Wärmebehandlung des Bauteils erlaubt. Zudem soll das Verfahren insbesondere dazu beitragen, den Einfluss des Prozessabschnitts des Wärmebehandlungsprozesses, der der Presse vorgelagert ist auf die Taktzeit des gesamten Wärmebehandlungsprozesses zu reduzieren.

[0008] Diese Aufgaben werden gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der hier vorgeschlagenen Lösung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben. Darüber hinaus werden die in den Patentansprüchen angegebenen Merkmale in der Beschreibung näher präzisiert und erläutert, wobei weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung dargestellt werden.

[0009] Bei einem nicht erfindungsgemäßen Verfahren zur (partiell unterschiedlichen) Wärmebehandlung eines metallischen Bauteils wird mindestens ein erster (im fertig behandelten Bauteil duktileren) Teilbereich des Bauteils mittels mindestens einer Düse, die einen Fluidstrom hin zu dem ersten Teilbereich austrägt konvektiv gekühlt, sodass eine Temperaturdifferenz von mindestens 100 K

[Kelvin] zwischen dem mindestens einen ersten Teilbereich und mindestens einem zweiten (im fertig behandelten Bauteil im Vergleich dazu härteren) Teilbereich des Bauteils eingestellt wird, wobei die mindestens eine Düse mit einem Überdruck von mindestens 2 bar betrieben wird.

[0010] Das vorgeschlagene nicht erfindungsgemäße Verfahren dient insbesondere zur gezielten bauteilzonenindividuellen Wärmebehandlung eines (Stahl-)Bauteils beziehungsweise zum gezielten Einstellen unterschiedlicher Gefüge in verschiedenen Teilbereichen eines Stahlbauteils. Bevorzugt dient das Verfahren zum partiellen Härten von gegebenenfalls vorbeschichteten Bauteilen aus einem (hochfesten) Mangan-Bor-Stahl.

[0011] Das vorgeschlagene nicht erfindungsgemäße Verfahren erlaubt in besonders vorteilhafter Weise, dass eine partiell unterschiedliche Wärmebehandlung eines Bauteils auch im industriellen Maßstab zuverlässig durchführbar ist. Insbesondere dadurch, dass das Kühlen des mindestens einen ersten Teilbereichs des Bauteils mittels mindestens einer mit einem Überdruck von mindestens 2 bar betriebenen Düse durchgeführt wird, kann der Einfluss des Prozessabschnitts des Wärmebehandlungsprozesses, der einer Presse vorgelagert ist auf die Taktzeit des gesamten Wärmebehandlungsprozesses reduziert werden. Mit anderen Worten ausgedrückt, erlaubt das Kühlen des mindestens einen ersten Teilbereichs des Bauteils mittels mindestens einer mit einem Überdruck von mindestens 2 bar betriebenen Düse in besonders vorteilhafter Weise, dass der mindestens eine erste Teilbereich des Bauteils sehr schnell um mindestens 100 K heruntergekühlt werden kann, insbesondere derart schnell, dass eine Abkühlzeit kleiner oder gleich einer Taktzeit an einem nachgeordneten Presshärtewerkzeug (Pressentakt) ist. Derart kurze Abkühlzeiten können insbesondere nicht mit Gebläsen erreicht werden, die zum Erzeugen eines (Kühl-) Luftstroms hin zu einer Bauteiloberfläche verwendet werden können. Bevorzugt beträgt eine Abkühlzeit, in der der mindestens eine erste Teilbereich des Bauteils konvektiv beziehungsweise mittels der Düse gekühlt wird weniger als fünfzehn Sekunden, insbesondere weniger als zehn Sekunden oder sogar weniger als fünf Sekunden oder besonders bevorzugt weniger als drei Sekunden.

[0012] Bei dem metallischen Bauteil handelt es sich vorzugsweise um eine metallische Platine, ein Stahlblech oder ein zumindest teilweise vorgeformtes Halbzeug. Das metallische Bauteil ist bevorzugt mit beziehungsweise aus einem (härzbaren) Stahl, beispielweise einem Bor-(Mangan-)Stahl, z. B. mit der Bezeichnung 22MnB5, gebildet. Weiter bevorzugt ist das metallische Bauteil zumindest zu einem Großteil mit einer (metallischen) Beschichtung versehen beziehungsweise vorbeschichtet. Bei der metallischen Beschichtung kann es sich beispielsweise um eine (vorrangig) Zink enthaltende Beschichtung oder eine (vorrangig) Aluminium und/oder Silizium enthaltende Beschichtung, insbesondere eine sogenannte Aluminium/Silizium(Al/Si)-Beschichtung

handeln.

[0013] Die mindestens eine Düse ist vorzugsweise in einer Temperierstation angeordnet, wobei die Temperierstation besonders bevorzugt einem ersten Ofen nachgeordnet und/oder einem zweiten Ofen vorgeordnet ist. Die mindestens eine Düse, insbesondere ein Düsenauslass der Düse, kann hin zu dem ersten Teilbereich ausgerichtet sein. Weiterhin kann die mindestens eine Düse, insbesondere ein Düseneinlass der Düse mit einer Fluidquelle verbunden sein. Bei der Fluidquelle kann es sich um einen Tank handeln, in dem das den Fluidstrom bildende Fluid komprimiert gelagert ist. Bei dem Fluid kann es sich beispielsweise um (Druck-)Luft, Stickstoff, Wasser oder einem Gemisch hiervon handeln.

[0014] Bevorzugt handelt es sich bei dem Fluid um Druckluft und/oder bei dem Fluidstrom um einen (Druck-)Luftstrom. Bei der mindestens einen Düse handelt es sich vorzugsweise um mindestens eine Druckluftdüse. Mit anderen Worten ausgedrückt, wird die mindestens eine Düse bevorzugt mit Druckluft betrieben. Zur Bereitstellung der Druckluft kann die mindestens eine Düse, insbesondere ein Düseneinlass der Düse mit mindestens einem Kompressor verbunden sein. Mit anderen Worten ausgedrückt, kann ein Bereitstellen von Druckluft mit einem Überdruck von mindestens 2 bar mittels mindestens eines Kompressors erfolgen. Darüber hinaus kann ein Zuführen der so bereitgestellten Druckluft zu der mindestens einen Düse erfolgen. Dies kann vor, gleichzeitig und/oder zumindest teilweise parallel zu dem Kühlen mittels der mindestens einen Düse erfolgen. Wenn mehrere Düsen vorgesehen sind, können diese mit einem gemeinsamen Kompressor verbunden sein. Bevorzugt ist der Kompressor dazu vorgesehen und eingerichtet, der mindestens einen Druckluftdüse Druckluft mit einem Überdruck von mindestens 2 bar zuzuführen. Hierzu kann der Kompressor beispielsweise einen (System-)Überdruck von mindestens 2 bar bereitstellen, der bevorzugt in einem Druck(-luft-)speicher vorgehalten beziehungsweise gespeichert wird. Besonders bevorzugt ist ein (entsprechender) Druckspeicher in einem den Kompressor mit der mindestens einen Druckluftdüse verbindenden Rohrleitungssystem angeordnet und/oder zwischen dem Kompressor und der mindestens einen Druckluftdüse mit dem Rohrleitungssystem verbunden. Zwischen dem Kompressor und der mindestens einen Druckluftdüse kann darüber hinaus mindestens ein ansteuerbares Ventil angeordnet sein, das entsprechend einer gewünschten Abkühlzeit und/oder eines gewünschten (Druckluft)-Volumenstroms betätigt, insbesondere geöffnet und geschlossen wird. Weiterhin ist es vorteilhaft möglich, zwischen dem Kompressor und der mindestens einen Druckluftdüse ein bevorzugt ansteuerbares Ventil auszubilden, mittels dem der Durchfluss des Fluidstroms durch die Düse anpassbar ist, so dass der Volumenstrom durch die Düse beispielsweise in Abhängigkeit von der Betriebssituation und/oder in Abhängigkeit von Eigenschaften des Bauteils wie beispielsweise der Dicke des Bauteils angepasst werden kann.

[0015] Bevorzugt ist die (jede) Düse in der Art einer Flachstrahldüse geformt. Weiter bevorzugt sind mehrere Düsen vorgesehen, die besonders bevorzugt zu einem Düsenfeld angeordnet sind. Insbesondere ist die Form des Düsenfelds und/oder die Anordnung der mehreren Düsen an die (zu erzielende) Geometrie des mindestens einen ersten Teilbereichs des Bauteils angepasst.

[0016] Bevorzugt erfolgt das Kühlen mittels einer Vielzahl, insbesondere mittels mindestens fünf oder sogar mindestens zehn Düsen, die einzeln oder in Gruppen angesteuert, insbesondere mit einem (bestimmten) Fluid-Volumenstrom beaufschlagt werden können. Bevorzugt werden die Düsen zeitabhängig angesteuert. Weiterhin bevorzugt werden die Düsen derart (einzeln oder in Gruppen) angesteuert, dass gezielt eine oder mehrere Temperaturdifferenz(en) zwischen Teilbereichen des Bauteils, etwa zwischen dem mindestens einen ersten Teilbereich und dem mindestens einen zweiten Teilbereich eingestellt werden. Darüber hinaus können die Düsen derart (einzeln oder in Gruppen) angesteuert werden, dass in der Temperierstation gezielt Umgebungseinflüsse, die auf das Bauteil nach Verlassen der Temperierstation wirken können, ausgeglichen werden. Ein solches Ausgleichen, das insbesondere als ein Vorbeugen zu verstehen ist, kann beispielsweise derart erfolgen, dass ein weiter am Rand liegender Bereich des Bauteils, insbesondere ein weiter am Bauteilrand liegender Bereich des mindestens einen ersten Teilbereichs, weniger stark gekühlt wird als ein im Vergleich dazu weiter entfernt vom Rand liegender Bereich des Bauteils, insbesondere als ein weiter entfernt vom Bauteilrand liegender Bereich des mindestens einen ersten Teilbereichs des Bauteils, um so eine gegebenenfalls nach Verlassen der Temperierstation, insbesondere im Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindende schnellere Abkühlung des Bauteils in dessen Randbereichen zu berücksichtigen oder sogar (im Wesentlichen) zu kompensieren.

[0017] Durch das konvektive Kühlen wird eine Temperaturdifferenz von mindestens 100 K, bevorzugt von mindestens 150 K oder sogar von mindestens 200 K zwischen dem mindestens einen ersten Teilbereich und mindestens einem zweiten Teilbereich des Bauteils eingestellt. Nach dem Kühlen weist das Bauteil partiell unterschiedliche (Bauteil-)Temperaturen auf, wobei eine Temperaturdifferenz zwischen einer ersten Temperatur des mindestens einen ersten Teilbereichs und einer zweiten Temperatur des mindestens einen zweiten Teilbereichs des Bauteils eingestellt ist. Darüber hinaus können mehrere (verschiedene) Temperaturdifferenzen zwischen Teilbereichen des Bauteils eingestellt werden. So ist es beispielsweise möglich, in dem Bauteil drei oder mehr Teilbereiche mit jeweils voneinander verschiedenen Temperaturen einzustellen. Die partiell unterschiedlichen Temperaturen können dazu führen, dass sich in dem Bauteil, insbesondere während eines gegebenenfalls anschließenden Abschreckens, wie etwa während eines Presshärtevorgangs unterschiedliche Gefüge be-

ziehungsweise Festigkeitseigenschaften einstellen.

[0018] Die mindestens eine Düse wird mit einem Überdruck von mindestens 2 bar, bevorzugt von mindestens 2,5 bar, besonders bevorzugt von mindestens 3,5 bar oder sogar von mindestens 5 bar betrieben. Bevorzugt weist ein den Fluidstrom bildendes Fluid, insbesondere während einer Abkühlzeit, an einem Düseneinlass der mindestens einen Düse einen Überdruck von mindestens 2 bar, bevorzugt von mindestens 2,5 bar, besonders bevorzugt von mindestens 3,5 bar oder sogar von mindestens 5 bar auf. Dies bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass der Überdruck, mit dem die mindestens eine Düse betrieben wird an einem Düseneinlass der mindestens einen Düse messbar ist. Wenn die Düse mit einem Druck(-luft-)speicher verbunden ist, kann der Überdruck mit dem die mindestens eine Düse betrieben wird sich insbesondere auf den im Druckspeicher vorgehaltenen beziehungsweise gespeicherten Überdruck beziehen. Unter einem Überdruck ist hier ein Druck zu verstehen, der relativ zum Umgebungsdruck beziehungsweise Atmosphärendruck bestimmt wird.

[0019] Während des Strömens durch die mindestens eine Düse kann der Fluidstrom beschleunigt werden. Vorzugsweise tritt der Fluidstrom mit einer Austrittsgeschwindigkeit von annähernd Schallgeschwindigkeit aus der mindestens einen Düse aus. Weiter bevorzugt übt der mittels der mindestens einen Düse ausgetragene Fluidstrom auf eine Bauteiloberfläche des Bauteils in dem mindestens einen ersten Teilbereich des Bauteils einen Blasdruck von mindestens 3000 Pa [Pascal] beziehungsweise N/m^2 [Newton pro Quadratmeter] aus. Vorzugsweise wird durch das Kühlen mittels der mindestens einen Düse in dem mindestens einen ersten Teilbereich des Bauteils eine Abkühlgeschwindigkeit von mindestens 100 K/s [Kelvin pro Sekunde] eingestellt.

[0020] Nach einer vorteilhaften nicht erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass zumindest der mindestens eine erste Teilbereich des Bauteils vor dem Kühlen um mindestens 500 K, bevorzugt um mindestens 600 K oder sogar um mindestens 800 K erwärmt wird. Bevorzugt wird der mindestens eine erste Teilbereich des Bauteils vor dem Kühlen mittels der mindestens einen Düse in einem ersten Ofen und/oder mittels Strahlungswärme und/oder Konvektion erwärmt. Weiter bevorzugt erfolgt das Kühlen mittels der mindestens einen Düse in einer einem ersten Ofen nachgeordneten Temperierstation.

[0021] Nach einer vorteilhaften nicht erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass zumindest der mindestens eine erste Teilbereich des Bauteils nach dem Kühlen um mindestens 100 K, bevorzugt um mindestens 150 K oder sogar um mindestens 200 K erwärmt wird. Bevorzugt wird der mindestens eine erste Teilbereich des Bauteils nach dem Kühlen mittels der mindestens einen Düse in einem zweiten Ofen und/oder mittels Strahlungswärme und/oder Konvektion erwärmt. Besonders bevorzugt ist der zweite Ofen der Temperierstation nachgeordnet.

[0022] Nach der Erfindung wird ein Verfahren zur (partiell unterschiedlichen) Wärmebehandlung eines metallischen Bauteils mit zumindest folgenden Schritten vorgeschlagen:

- a) Erwärmen des Bauteils in einem ersten Ofen, insbesondere mittels Strahlungswärme und/oder Konvektion,
- b) Bewegen des Bauteils in eine Temperierstation,
- c) konvektives (partiell)es Kühlen mindestens eines ersten Teilbereichs des Bauteils in der Temperierstation mittels mindestens einer Düse, die einen Fluidstrom hin zu dem ersten Teilbereich austrägt, wobei eine Temperaturdifferenz zwischen dem mindestens einen ersten Teilbereich und mindestens einem zweiten Teilbereich des Bauteils eingestellt wird und wobei die mindestens eine Düse mit einem Überdruck von mindestens 2 bar betrieben wird.

[0023] In Schritt a) wird das (ganze) Bauteil in einem ersten Ofen erwärmt. Bevorzugt wird das Bauteil im ersten Ofen homogen beziehungsweise uniform aufgeheizt. Weiter bevorzugt wird das Bauteil im ersten Ofen (ausschließlich) mittels Strahlungswärme, beispielsweise von mindestens einem elektrisch betriebenen (das Bauteil nicht körperlich oder elektrisch kontaktierendem) Heizelement, wie beispielsweise einer Heizschleife und/oder einem Heizdraht, und/oder von mindestens einem (gasbeheizten) Strahlrohr erwärmt. Der erste Ofen kann ein Durchlaufofen oder ein Kammerofen sein.

[0024] In Schritt b) wird das Bauteil von dem ersten Ofen in eine Temperierstation bewegt. Hierzu kann eine Transporteinrichtung, beispielsweise zumindest umfassend einen Rollentisch und/oder einen (Industrie-)Roboter vorgesehen sein. Bevorzugt legt das Bauteil von dem ersten Ofen bis hin zur Temperierstation eine Wegstrecke von mindestens 0,5 m [Meter] zurück. Hierbei kann das Bauteil im Kontakt mit der Umgebungsluft oder innerhalb einer Schutzatmosphäre geführt werden.

[0025] In Schritt c) wird mindestens ein erster Teilbereich des Bauteils in der Temperierstation (aktiv) gekühlt. Es erfolgt in der Temperierstation gleichzeitig oder zumindest teilweise parallel zu dem Kühlen des mindestens einen ersten Teilbereichs des Bauteils ein Eintragen von Wärmeenergie in den mindestens einen zweiten Teilbereich des Bauteils. Vorzugsweise wird der mindestens eine zweite Teilbereich des Bauteils in der Temperierstation (ausschließlich) mit einer Wärmestrahlung beaufschlagt, die beispielsweise von mindestens einem elektrisch betriebenen beziehungsweise aufgeheizten, insbesondere in der Temperierstation angeordneten, (das Bauteil nicht kontaktierenden) Heizelement, wie beispielsweise einer Heizschleife und/oder einem Heizdraht, und/oder von mindestens einem, insbesondere in der Temperierstation angeordneten, (gasbeheizten) Strahlrohr erzeugt und/oder abgestrahlt wird.

[0026] Das Eintragen von Wärmeenergie in den mindestens einen zweiten Teilbereich des Bauteils kann in

der Temperierstation vorzugsweise derart erfolgen, dass eine Temperaturabnahme der Temperatur des mindestens einen zweiten Teilbereichs und/oder eine Abkühlgeschwindigkeit des mindestens einen zweiten Teilbereichs während des Verbleibs des Bauteils in der Temperierstation zumindest reduziert wird. Diese Verfahrensführung ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn das Bauteil in Schritt a) nicht erfindungsgemäß auf eine Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur erwärmt wurde. Alternativ kann das Eintragen von Wärmeenergie in den mindestens einen zweiten Teilbereich des Bauteils in der Temperierstation derart erfolgen, dass der mindestens eine zweite Teilbereich des Bauteils (deutlich) erwärmt, insbesondere um mindestens ca. 50 K aufgeheizt, wird. Diese Verfahrensführung ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn das Bauteil erfindungsgemäß in Schritt a) auf eine Temperatur unterhalb der AC3-Temperatur oder sogar unterhalb der AC1-Temperatur erwärmt wurde.

[0027] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass das Verfahren weiterhin zumindest folgende Schritte umfasst:

- d) Bewegen des Bauteils von der Temperierstation in einen zweiten Ofen,
- e) Erwärmen zumindest des mindestens einen ersten Teilbereichs des Bauteils in dem zweiten Ofen um mindestens 100 K, insbesondere mittels Strahlungswärme und/oder Konvektion.

[0028] In Schritt d) wird das Bauteil von der Temperierstation in einen zweiten Ofen bewegt. Hierzu kann eine Transporteinrichtung, beispielsweise zumindest umfassend einen Rollentisch und/oder einen (Industrie-)Roboter vorgesehen sein. Bevorzugt legt das Bauteil von der Temperierstation bis hin zu dem zweiten Ofen eine Wegstrecke von mindestens 0,5 m zurück. Hierbei kann das Bauteil im Kontakt mit der Umgebungsluft oder innerhalb einer Schutzatmosphäre geführt werden. Bevorzugt wird das Bauteil unmittelbar nach einer Entnahme aus der Temperierstation direkt in den zweiten Ofen verbracht. Der zweite Ofen kann ein Durchlaufofen oder Kammerofen sein.

[0029] In Schritt e) wird zumindest der mindestens eine erste Teilbereich des Bauteils in dem zweiten Ofen um mindestens 100 K, bevorzugt um mindestens 150 K oder sogar um mindestens 200 K erwärmt. Mit anderen Worten ausgedrückt, erfolgt im zweiten Ofen ein erneuter Erwärmungsvorgang, wobei zumindest der zuvor (aktiv) gekühlte mindestens eine erste Teilbereich um mindestens 100 K erwärmt wird. Bevorzugt wird zumindest der mindestens eine erste Teilbereich des Bauteils im zweiten Ofen (ausschließlich) mittels Strahlungswärme, beispielsweise von mindestens einem elektrisch betriebenen (das Bauteil nicht kontaktierenden) Heizelement, wie beispielsweise einer Heizschleife und/oder einem Heizdraht, und/oder von mindestens einem (gasbeheizten) Strahlrohr erwärmt. Weiter bevorzugt wird in Schritt e), insbesondere gleichzeitig oder zumindest teilweise par-

allel zum Erwärmen des mindestens einen ersten Teilbereichs, der mindestens eine zweite Teilbereich des Bauteils in dem zweiten Ofen um mindestens 50 K, besonders bevorzugt um mindestens 70 K oder sogar um mindestens 100 K, insbesondere (ausschließlich) mittels Strahlungswärme, erwärmt. Besonders bevorzugt wird in Schritt e) der mindestens eine zweite Teilbereich des Bauteils auf eine Temperatur oberhalb der AC1-Temperatur oder sogar oberhalb der AC3-Temperatur erwärmt. Alternativ wird in Schritt e), insbesondere gleichzeitig oder zumindest teilweise parallel zum Erwärmen des mindestens einen ersten Teilbereichs, eine Temperaturabnahme der Temperatur des mindestens einen zweiten Teilbereichs und/oder eine Abkühlgeschwindigkeit des mindestens einen zweiten Teilbereichs während des Verbleibs des Bauteils in dem zweiten Ofen zumindest reduziert.

[0030] Mit anderen Worten ausgedrückt kann in Schritt e) ein Eintragen von Wärmeenergie, insbesondere mittels Strahlungswärme, in das gesamte Bauteil erfolgen. Beispielsweise kann der zweite Ofen (hierzu) einen, insbesondere (ausschließlich) mittels Strahlungswärme beheizten, Ofeninnenraum aufweisen, in dem vorzugsweise eine nahezu einheitliche Innentemperatur herrscht. Das Eintragen von Wärmeenergie in den mindestens einen ersten Teilbereich des Bauteils erfolgt in dem zweiten Ofen vorzugsweise derart, dass die Temperatur des mindestens einen ersten Teilbereichs um mindestens 100 K, bevorzugt um mindestens 120 K, besonders bevorzugt um mindestens 150 K oder sogar um mindestens 200 K erhöht wird.

[0031] Das Eintragen von Wärmeenergie in den mindestens einen zweiten Teilbereich des Bauteils kann in dem zweiten Ofen vorzugsweise derart erfolgen, dass eine Temperaturabnahme der Temperatur des mindestens einen zweiten Teilbereichs und/oder eine Abkühlgeschwindigkeit des mindestens einen zweiten Teilbereichs während des Verbleibs des Bauteils in dem zweiten Ofen zumindest reduziert wird. Diese Verfahrensführung ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn das Bauteil in Schritt a) auf eine Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur erwärmt wurde. Alternativ kann das Eintragen von Wärmeenergie in den mindestens einen zweiten Teilbereich des Bauteils im zweiten Ofen derart erfolgen, dass der mindestens eine zweite Teilbereich des Bauteils zumindest (deutlich) erwärmt, insbesondere um mindestens 50 K, besonders bevorzugt um mindestens 70 K oder sogar um mindestens 100 K; und/oder auf eine Temperatur oberhalb der AC1-Temperatur oder sogar oberhalb der AC3-Temperatur aufgeheizt wird. Diese Verfahrensführung ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn das Bauteil in Schritt a) auf eine Temperatur unterhalb der AC3-Temperatur oder sogar unterhalb der AC1-Temperatur erwärmt wurde.

[0032] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass das Verfahren weiterhin zumindest folgende Schritte umfasst:

- f) Bewegen des Bauteils von der Temperierstation beziehungsweise von dem zweiten Ofen in ein Presshärtewerkzeug,
- g) Umformen und Kühlen des Bauteils in dem Presshärtewerkzeug.

[0033] Bevorzugt erfolgt das Bewegen in Schritt f) mittels einer Transporteinrichtung, beispielsweise zumindest umfassend einen Rollentisch und/oder einen (Industrie-) Roboter. Bevorzugt legt das Bauteil von dem zweiten Ofen bis hin zu dem Presshärtewerkzeug eine Wegstrecke von mindestens 0,5 m zurück. Hierbei kann das Bauteil im Kontakt mit der Umgebungsluft oder innerhalb einer Schutzatmosphäre geführt werden. Bevorzugt wird das Bauteil unmittelbar nach einer Entnahme aus dem zweiten Ofen direkt in das Presshärtewerkzeug verbracht.

[0034] Nach der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Bauteil in Schritt a) auf eine Temperatur unterhalb der AC3-Temperatur oder sogar unterhalb der AC1-Temperatur erwärmt wird. Die AC1-Temperatur ist die Temperatur, ab der die Gefügeumwandlung von Ferrit hin zu Austenit bei einem Erwärmen eines metallischen Bauteils, insbesondere Stahlbauteils, beginnt.

[0035] Nach einer (alternativen) vorteilhaften nicht erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass das Bauteil in Schritt a) auf eine Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur erwärmt wird. Die AC3-Temperatur ist die Temperatur, bei der die Gefügeumwandlung von Ferrit hin zu Austenit bei einem Erwärmen eines metallischen Bauteils, insbesondere Stahlbauteils, endet beziehungsweise (vollständig) abgeschlossen ist.

[0036] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass der mindestens eine erste Teilbereich in Schritt c) konvektiv auf eine Temperatur unterhalb der AC1-Temperatur gekühlt wird. Bevorzugt wird der mindestens eine erste Teilbereich in Schritt c), insbesondere konvektiv, auf eine Temperatur unterhalb von 550°C [° Celsius] (823,15 K), besonders bevorzugt unterhalb von 500°C (773,15 K) oder sogar unterhalb von 450°C (723,15 K) gekühlt.

[0037] Die im Zusammenhang mit dem zuerst vorgestellten nicht erfindungsgemäßen Verfahren erörterten Details, Merkmale und vorteilhaften Ausgestaltungen können entsprechend auch bei dem hier vorgestellten erfindungsgemäßen Verfahren auftreten und umgekehrt. Insoweit wird auf die dortigen Ausführungen zur näheren Charakterisierung der Merkmale vollumfänglich Bezug genommen.

[0038] Zur Lösung der genannten Aufgabe(n) könnte auch ein nicht erfindungsgemäßes Verfahren zur (partiell unterschiedlichen) Wärmebehandlung eines metallischen Bauteils mit zumindest folgenden Schritten dienen:

- a) Erwärmen des Bauteils in einem ersten Ofen, insbesondere mittels Strahlungswärme und/oder Konvektion,

b) Bewegen des Bauteils in eine Temperierstation,
 c) konvektives (partielles) Kühlen mindestens eines
 ersten Teilbereichs des Bauteils in der Temperier-
 station mittels mindestens einer Düse, die einen Flu-
 idstrom hin zu dem ersten Teilbereich austrägt, wo-
 bei eine Temperaturdifferenz zwischen dem mindes-
 tens einen ersten Teilbereich und mindestens einem
 zweiten Teilbereich des Bauteils eingestellt wird und
 wobei die mindestens eine Düse mit Druckluft be-
 trieben wird.

[0039] Die im Zusammenhang mit den zuerst vorge-
 stellten Verfahren erörterten Details, Merkmale und vor-
 teilhaften Ausgestaltungen können entsprechend auch
 bei dem hier vorgestellten nicht erfindungsgemäßen Ver-
 fahren auftreten und umgekehrt. Insoweit wird auf die
 dortigen Ausführungen zur näheren Charakterisierung
 der Merkmale vollumfänglich Bezug genommen.

[0040] Nach einem weiteren Aspekt wird eine nicht er-
 findungsgemäße Vorrichtung zur Wärmebehandlung ei-
 nes metallischen Bauteils vorgeschlagen, die zumindest
 umfasst:

- einen, insbesondere mittels Strahlungswärme
 und/oder Konvektion beheizbaren ersten Ofen,
- eine dem ersten Ofen nachgeordnete Temperiersta-
 tion, in der mindestens eine Düse angeordnet bezie-
 hungsweise gehalten ist, die zum Austragen eines
 Fluids zum Kühlen mindestens eines ersten Teilbe-
 reichs des Bauteils vorgesehen und eingerichtet ist,
 insbesondere sodass eine Temperaturdifferenz zwis-
 chen dem mindestens einen ersten Teilbereich und
 mindestens einem zweiten Teilbereich des Bauteils
 einstellbar ist, wobei die mindestens eine Düse be-
 vorzugt dazu vorgesehen und eingerichtet ist, mit
 einem Überdruck von mindestens 2 bar betrieben
 zu werden,
- einen der Temperierstation nachgeordneten, insbe-
 sondere mittels Strahlungswärme und/oder Konvek-
 tion beheizbaren zweiten Ofen, der dazu vorge-
 sehen und eingerichtet ist zumindest den mindestens
 einen ersten Teilbereich des Bauteils um mindes-
 tens 100 K zu erwärmen.

[0041] Die nicht erfindungsgemäße Vorrichtung kann
 zum Durchführen eines hier vorgestellten Verfahrens
 dienen. Bevorzugt ist die Vorrichtung zur Durchführung
 eines hier vorgestellten Verfahrens vorgesehen und ein-
 gerichtet. Bevorzugt ist der Vorrichtung eine elektroni-
 sche Steuereinheit zugeordnet, die zur Durchführung ei-
 nes hier vorgeschlagenen Verfahrens geeignet und ein-
 gerichtet ist. Besonders bevorzugt weist die Steuerein-
 heit hierzu zumindest einen programmgesteuerten Mi-
 kroprozessor sowie einen elektronischen Speicher auf,
 in dem ein Steuerprogramm abgelegt ist, das zur Aus-
 führung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens vorge-
 sehen und eingerichtet ist.

[0042] Nach einer weiteren vorteilhaften nicht erfin-

dungsgemäßen Ausgestaltung wird vorgeschlagen,
 dass zumindest der erste Ofen oder der zweite Ofen ein
 Durchlaufofen oder ein Kammerofen ist. Bevorzugt ist
 der erste Ofen ein Durchlaufofen, insbesondere ein Rol-
 lenherdofen. Besonders bevorzugt ist der zweite Ofen
 ein Durchlaufofen, insbesondere ein Rollenherdofen,
 oder ein Kammerofen, insbesondere ein Mehrlagenkam-
 merofen mit mindestens zwei übereinander angeordne-
 ten Kammern. Bevorzugt weist der zweite Ofen einen,
 insbesondere (ausschließlich) mittels Strahlungswärme
 beheizbaren, Ofeninnenraum auf, in dem vorzugsweise
 eine nahezu einheitliche Innentemperatur einstellbar ist.
 Insbesondere wenn der zweite Ofen als Mehrlagenkam-
 merofen ausgeführt ist, können, entsprechend der An-
 zahl der Kammern, mehrere solcher Ofeninnenräume
 vorhanden sein.

[0043] Bevorzugt sind in dem ersten Ofen und/oder in
 dem zweiten Ofen (ausschließlich) Strahlungswärme-
 quellen angeordnet. Besonders bevorzugt ist in einem
 Ofeninnenraum des ersten Ofens und/oder in einem Ofen-
 innenraum des zweiten Ofens mindestens ein elek-
 trisch betriebenes (das Bauteil nicht kontaktierendes)
 Heizelement, wie beispielsweise mindestens eine elek-
 trisch betriebene Heizschleife und/oder mindestens ein
 elektrisch betriebener Heizdraht angeordnet. Alternativ
 oder zusätzlich kann in dem Ofeninnenraum des ersten
 Ofens und/oder dem Ofeninnenraum des zweiten Ofens
 mindestens ein insbesondere gasbeheiztes Strahlrohr
 angeordnet sein. Vorzugsweise sind in dem Ofeninnen-
 raum des ersten Ofens und/oder dem Ofeninnenraum
 des zweiten Ofens mehrere Strahlrohrgasbrenner bezie-
 hungsweise Strahlrohre angeordnet, in die jeweils
 mindestens ein Gasbrenner hineinbrennt. Hierbei ist es be-
 sonders vorteilhaft, wenn der innere Bereich der Stahl-
 rohre, in den die Gasbrenner hineinbrennen, atmosphä-
 risch von dem Ofeninnenraum getrennt ist, so dass keine
 Verbrennungsgase oder Abgase in den Ofeninnenraum
 gelangen und somit die Ofenatmosphäre beeinflussen
 können. Eine solche Anordnung wird auch als "indirekte
 Gasbeheizung" bezeichnet.

[0044] In der Temperierstation ist mindestens eine Dü-
 se angeordnet beziehungsweise gehalten, die zum Aus-
 tragen eines Fluids vorgesehen und eingerichtet ist. Die
 mindestens eine Düse kann mit einem Überdruck von
 mindestens 2 bar betrieben werden. Die Vorrichtung
 kann weiterhin, insbesondere zur Bereitstellung des
 Überdrucks, mindestens einen Kompressor aufweisen,
 der vorzugsweise der Temperierstation zugeordnet ist.
 Der Kompressor kann mit der mindestens einen Düse,
 insbesondere mit einem Düseneinlass der Düse (strö-
 mungstechnisch) verbunden sein. Bevorzugt weist die
 Vorrichtung mindestens einen Druck(-luft-)speicher auf,
 der dazu vorgesehen und eingerichtet ist, mittels des
 Kompressors bereitgestellten Druck vorzuhalten bezieh-
 ungsweise zu speichern. Vorzugsweise ist der Druck-
 speicher der Temperierstation zugeordnet. Weiterhin be-
 vorzugt ist der Druckspeicher in einem den Kompressor
 mit der mindestens einen Druckluftdüse verbindenden

Rohrleitungssystem angeordnet und/oder zwischen dem Kompressor und der mindestens einen Druckluftdüse mit dem Rohrleitungssystem verbunden. Der Kompressor ist vorzugsweise dazu vorgesehen und eingerichtet das den Fluidstrom bildende Fluid mit einem Überdruck von mindestens 2 bar bereitzustellen. Bei dem Kompressor handelt es sich bevorzugt um einen Kolbenverdichter, einen Rotationsverdichter, insbesondere Schraubenverdichter, oder einen Turboverdichter, der besonders bevorzugt mit einer Vielzahl von rotierend antreibbaren Schaufeln (mindestens eines Laufrads) und einer Vielzahl von feststehenden Schaufeln (mindestens eines Leitrad) ausgeführt ist.

[0045] Alternativ oder zusätzlich kann auch statt oder zusätzlich zu einem Kompressor eine Quelle für ein unter Druck stehendes Fluid vorgesehen sein, welche mit der mindestens einen Düse verbindbar ist. Hierbei handelt es sich bevorzugt um eine Quelle, bei der ein verflüssigtes Gas verdampft wird, beispielsweise über einen entsprechenden Wärmetauscher, der beispielsweise an Umgebungsluft eine Verdampfung des verflüssigten Gases (beispielsweise verflüssigter Stickstoff) bewirkt. Das verdampfte Gas kann dann bevorzugt einem Kompressor zur Erhöhung des Druckes zugeführt werden, sollte der Gasdruck am Ausgang der Quelle zu niedrig sein.

[0046] Bevorzugt ist in der Temperierstation (zudem) mindestens eine Erwärmungseinrichtung angeordnet. Vorzugsweise ist die Erwärmungseinrichtung dazu vorgesehen und eingerichtet, Wärmeenergie in den mindestens einen zweiten Teilbereich des Bauteils einzutragen. Besonders bevorzugt ist die Erwärmungseinrichtung derart in der Temperierstation angeordnet und/oder ausgerichtet, dass das Eintragen von Wärmeenergie in den mindestens einen zweiten Teilbereich des Bauteils gleichzeitig oder zumindest teilweise parallel zu dem Kühlen des mindestens einen ersten Teilbereichs des Bauteils mittels der mindestens einen Düse ausführbar ist. Bevorzugt umfasst die Erwärmungseinrichtung (ausschließlich) mindestens eine Strahlungswärmequelle. Besonders bevorzugt ist die mindestens eine Strahlungswärmequelle mit mindestens einem elektrisch betriebenen (das Bauteil nicht kontaktierenden) Heizelement, wie beispielsweise mindestens einer elektrisch betriebenen Heizschleife und/oder mindestens einem elektrisch betriebenen Heizdraht gebildet. Alternativ oder zusätzlich kann als Strahlungswärmequelle mindestens ein gasbeheiztes Strahlrohr vorgesehen sein.

[0047] Weiterhin kann die nicht erfindungsgemäße Vorrichtung ein Presshärtewerkzeug umfassen, das dem zweiten Ofen nachgeordnet ist. Das Presshärtewerkzeug ist insbesondere dazu vorgesehen und eingerichtet das Bauteil gleichzeitig oder zumindest teilweise parallel umzuformen und (zumindest teilweise) abzuschrecken.

[0048] Die im Zusammenhang mit den Verfahren erörterten Details, Merkmale und vorteilhaften Ausgestaltungen können entsprechend auch bei der hier vorgestellten nicht erfindungsgemäßen Vorrichtung auftreten und umgekehrt. Insoweit wird auf die dortigen Ausführungen zur näheren Charakterisierung der Merkmale vollumfänglich Bezug genommen.

rungen zur näheren Charakterisierung der Merkmale vollumfänglich Bezug genommen.

[0049] Nach einem weiteren Aspekt wird eine nicht erfindungsgemäße Verwendung mindestens einer mit einem Überdruck von mindestens 2 bar betriebenen Düse zum konvektiven Kühlen mindestens eines ersten Teilbereichs eines metallischen Bauteils vorgeschlagen, wobei die Düse derart verwendet wird, dass eine Temperaturdifferenz von mindestens 100 K zwischen dem mindestens einen ersten Teilbereich und mindestens einem zweiten Teilbereich des Bauteils eingestellt wird.

[0050] Die vorstehend im Zusammenhang mit den Verfahren und/oder der Vorrichtung erörterten Details, Merkmale und vorteilhaften Ausgestaltungen können entsprechend auch bei der hier vorgestellten nicht erfindungsgemäßen Verwendung auftreten und umgekehrt. Insoweit wird auf die dortigen Ausführungen zur näheren Charakterisierung der Merkmale vollumfänglich Bezug genommen.

[0051] Die Erfindung, sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die gezeigten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und/oder Erkenntnissen aus anderen Figuren und/oder der vorliegenden Beschreibung zu kombinieren. Es zeigen schematisch:

Fig. 1: ein Schaubild einer Vorrichtung, mit der ein erfindungsgemäßes Verfahren durchführbar ist,

Fig. 2: eine Detailansicht der Vorrichtung aus Fig. 1,

Fig. 3: einen mittels einem erfindungsgemäßen Verfahren erzielbaren Temperatur-Zeit-Verlauf, und

Fig. 4: einen weiteren mittels einem nicht erfindungsgemäßen Verfahren erzielbaren Temperatur-Zeit-Verlauf.

[0052] Fig. 1 zeigt schematisch eine nicht erfindungsgemäße Vorrichtung 12 zur Wärmebehandlung eines metallischen Bauteils 1, mit der ein erfindungsgemäßes Verfahren durchführbar ist. Die Vorrichtung 12 weist einen ersten Ofen 7, eine Temperierstation 8, einen zweiten Ofen 9 und ein Presshärtewerkzeug 11 auf. Die Vorrichtung 12 stellt hier eine Warmformlinie für das Presshärten dar. Die Temperierstation 8 ist dem ersten Ofen 7 (direkt) nachgeordnet, sodass ein mittels der Vorrichtung 12 zu behandelndes Bauteil 1 nach Verlassen des ersten Ofens 7 direkt in die Temperierstation 8 verbracht werden kann. Ferner sind der zweite Ofen 9 der Temperierstation 8 und das Presshärtewerkzeug 11 dem zweiten Ofen 9 (direkt) nachgeordnet.

[0053] Fig. 2 zeigt schematisch eine Detailansicht der

Vorrichtung aus Fig. 1. In Fig. 2 ist die Temperierstation 8 der Vorrichtung aus Fig. 1 näher veranschaulicht. In der Temperierstation 8 ist eine Düse 3 angeordnet, die einen Fluidstrom 4 hin zu einem ersten Teilbereich 2 des Bauteils austrägt, um diesen ersten Teilbereich 2 konvektiv (aktiv) zu kühlen. Die Düse 3 wird beispielhaft mit einem Überdruck von 5 bar betrieben. Hierzu ist die Düse einlassseitig mit einem Kompressor 13 verbunden. Zudem ist in der Temperierstation 8 eine Erwärmungseinrichtung 11 angeordnet, die zum Eintragen von Wärmeenergie in einen zweiten Teilbereich 6 des Bauteils 1 vorgesehen und eingerichtet ist. Hierzu ist die Erwärmungseinrichtung 11 beispielhaft als elektrisch betriebbarer Heizdraht ausgeführt.

[0054] Fig. 3 zeigt schematisch einen mittels einem erfindungsgemäßen Verfahren erzielbaren Temperatur-Zeit-Verlauf. Hierin ist die Temperatur T des metallischen Bauteils beziehungsweise sind die Temperaturen T des mindestens einen ersten Teilbereichs und des mindestens einen zweiten Teilbereichs des Bauteils über der Zeit t aufgetragen.

[0055] Gemäß dem in Fig. 3 gezeigten Temperatur-Zeit-Verlauf wird das metallische Bauteil 1 zunächst, bis zum Zeitpunkt t_1 uniform auf eine Temperatur unterhalb der AC1-Temperatur erwärmt. Dieses Erwärmen erfolgt hier beispielhaft in einem ersten Ofen 2. Zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 wird das metallische Bauteil von dem ersten Ofen in eine Temperierstation transferiert. Hierbei kann die Bauteiltemperatur, beispielsweise durch Wärmeabgabe an die Umgebung leicht abnehmen.

[0056] Zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 wird mindestens ein erster Teilbereich des Bauteils in der Temperierstation (aktiv) gekühlt. Dies ist in Fig. 3 anhand des unteren Temperatur-Zeit-Verlaufs zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 veranschaulicht. Parallel wird mindestens ein zweiter Teilbereich des Bauteils in der Temperierstation (leicht) erwärmt. Dies ist in Fig. 3 anhand des oberen Temperatur-Zeit-Verlaufs zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 veranschaulicht. So wird in der Temperierstation eine Temperaturdifferenz ΔT zwischen dem mindestens einen ersten Teilbereich und mindestens einem zweiten Teilbereich des Bauteils eingestellt.

[0057] Zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_4 wird das Bauteil von der Temperierstation in einen sich von dem ersten Ofen unterscheidenden zweiten Ofen transferiert. Hierbei können die in der Temperierstation eingestellten, partiell unterschiedlichen Temperaturen, beispielsweise durch Wärmeabgabe an die Umgebung leicht abnehmen.

[0058] Vom Zeitpunkt t_4 bis zum Zeitpunkt t_5 wird das Bauteil in dem zweiten Ofen derart erwärmt, dass die Temperatur des mindestens einen ersten Teilbereichs des Bauteils um mindestens 150 K erhöht wird. Zudem erfolgt das Erwärmen im zweiten Ofen derart, dass gleichzeitig die Temperatur des mindestens einen zweiten Teilbereichs des Bauteils auf eine Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur gebracht wird.

[0059] Zwischen den Zeitpunkten t_5 und t_6 wird das Bauteil von dem zweiten Ofen in ein Presshärtewerkzeug transferiert. Hierbei können die in dem zweiten Ofen eingestellten, partiell unterschiedlichen Temperaturen, beispielsweise durch Wärmeabgabe an die Umgebung leicht abnehmen.

[0060] Ab dem Zeitpunkt t_6 bis zu einem Prozessende erfolgt ein Abschrecken des (gesamten) Bauteils in dem Presshärtewerkzeug. Hierbei kann sich in dem mindestens einen zweiten Teilbereich des Bauteils ein zumindest teilweise oder sogar mehrheitlich martensitisches Gefüge einstellen, das eine vergleichsweise hohe Festigkeit und eine vergleichsweise geringe Duktilität aufweist. In dem mindestens einen ersten Teilbereich des Bauteils hat im Wesentlichen keine Gefügeumwandlung stattgefunden, da der mindestens eine erste Teilbereich des Bauteils zu keinem Zeitpunkt des Prozesses die AC1-Temperatur überschritten hat, sodass in dem mindestens einen ersten Teilbereich des Bauteils ein mehrheitlich ferritisches Gefüge verbleibt, das eine vergleichsweise geringe Festigkeit und eine vergleichsweise hohe Duktilität aufweist.

[0061] Fig. 4 zeigt schematisch einen weiteren mittels einem nicht erfindungsgemäßen Verfahren erzielbaren Temperatur-Zeit-Verlauf. Zunächst wird das metallische Bauteil bis zum Zeitpunkt t_1 uniform auf eine Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur erwärmt. Dieses Erwärmen erfolgt hier beispielhaft in einem ersten Ofen. Zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 wird das metallische Bauteil von dem ersten Ofen in eine Temperierstation transferiert. Hierbei kann die Bauteiltemperatur leicht abnehmen.

[0062] Zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 wird mindestens ein erster Teilbereich des Bauteils in der Temperierstation (aktiv) gekühlt. Dies ist in Fig. 4 anhand des unteren Temperatur-Zeit-Verlaufs zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 veranschaulicht. Parallel kann die Temperatur mindestens eines zweiten Teilbereichs des Bauteils in der Temperierstation leicht abnehmen. Dies ist in Fig. 4 anhand des oberen Temperatur-Zeit-Verlaufs zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 veranschaulicht. Diese (passive) Temperaturabnahme in dem mindestens einen zweiten Teilbereich des Bauteils weist eine deutlich geringere Abkühlgeschwindigkeit auf, als das parallele (aktive) Abkühlen des mindestens einen ersten Teilbereichs des Bauteils. In Fig. 4 ist erkennbar, dass in der Temperierstation eine Temperaturdifferenz ΔT zwischen dem mindestens einen ersten Teilbereich und mindestens einem zweiten Teilbereich des Bauteils eingestellt wird.

[0063] Zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_4 wird das Bauteil von der Temperierstation in einen sich von dem ersten Ofen unterscheidenden zweiten Ofen transferiert. Hierbei können die in der Temperierstation eingestellten, partiell unterschiedlichen Temperaturen leicht abnehmen.

[0064] Vom Zeitpunkt t_4 bis zum Zeitpunkt t_5 wird das Bauteil in dem zweiten Ofen derart erwärmt, dass die Temperatur des mindestens einen ersten Teilbereichs

des Bauteils um mindestens 150 K erhöht wird. Zudem erfolgt das Erwärmen im zweiten Ofen derart, dass gleichzeitig eine Abkühlgeschwindigkeit des mindestens einen zweiten Teilbereichs des Bauteils, im Vergleich zu einer Abkühlgeschwindigkeit während einer Wärmeabgabe an die Umgebung reduziert ist.

[0065] Zwischen den Zeitpunkten t_5 und t_6 wird das Bauteil von dem zweiten Ofen in ein Presshärteverfahren transferiert. Hierbei können die in dem zweiten Ofen eingestellten, partiell unterschiedlichen Temperaturen, beispielsweise durch Wärmeabgabe an die Umgebung leicht abnehmen.

[0066] Ab dem Zeitpunkt t_6 bis zu einem Prozessende erfolgt ein Abschrecken des (gesamten) Bauteils in dem Presshärteverfahren. Hierbei kann sich in dem mindestens einen zweiten Teilbereich des Bauteils ein zumindest teilweise oder sogar mehrheitlich martensitisches Gefüge einstellen, das eine vergleichsweise hohe Festigkeit und eine vergleichsweise geringe Duktilität aufweist. In dem mindestens einen ersten Teilbereich des Bauteils kann sich ein zumindest teilweise oder sogar mehrheitlich bainitisches Gefüge einstellen, das eine vergleichsweise geringe Festigkeit und eine vergleichsweise hohe Duktilität aufweist.

Bezugszeichenliste

[0067]

1	Bauteil
2	erster Teilbereich
3	Düse
4	Fluidstrom
5	Temperaturdifferenz
6	zweiter Teilbereich
7	erster Ofen
8	Temperierstation
9	zweiter Ofen
10	Presshärteverfahren
11	Erwärmungseinrichtung
12	Vorrichtung
13	Kompressor

Patentansprüche

1. Verfahren zur Wärmebehandlung eines metallischen Bauteils (1) mit zumindest folgenden Schritten:

- a) Erwärmen des Bauteils (1) in einem ersten Ofen (7),
- b) Bewegen des Bauteils (1) in eine Temperierstation (8),
- c) konvektives Kühlen mindestens eines ersten Teilbereichs (2) des Bauteils (1) in der Temperierstation (8) mittels mindestens einer Düse (3), die einen Fluidstrom (4) hin zu dem ersten Teil-

bereich (2) austrägt, wobei eine Temperaturdifferenz (5) zwischen dem mindestens einen ersten Teilbereich (2) und mindestens einem zweiten Teilbereich (6) des Bauteils (1) eingestellt wird und wobei die mindestens eine Düse (3) mit einem Überdruck von mindestens 2 bar betrieben wird, und wobei in der Temperierstation (8) gleichzeitig oder zumindest teilweise parallel zu dem Kühlen des mindestens einen ersten Teilbereichs (2) des Bauteils (1) ein Eintragen von Wärmeenergie in den mindestens einen zweiten Teilbereich (6) des Bauteils (1) erfolgt,

wobei das Bauteil (1) in Schritt a) auf eine Temperatur unterhalb der AC3-Temperatur erwärmt wird,.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verfahren weiterhin zumindest folgende Schritte umfasst:

- d) Bewegen des Bauteils (1) von der Temperierstation (8) in einen zweiten Ofen (9),
- e) Erwärmen zumindest des mindestens einen ersten Teilbereichs (2) des Bauteils (1) in dem zweiten Ofen (9) um mindestens 100 K.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Verfahren weiterhin zumindest folgende Schritte umfasst:

- f) Bewegen des Bauteils (1) von der Temperierstation (8) beziehungsweise von dem zweiten Ofen (9) in ein Presshärteverfahren (10),
- g) Umformen und Kühlen des Bauteils (1) in dem Presshärteverfahren (10).

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der mindestens eine erste Teilbereich (2) in Schritt c) konvektiv auf eine Temperatur unterhalb der AC1-Temperatur gekühlt wird.

Claims

1. Method for heat-treating a metallic component (1), having at least the following steps of:

- a) heating the component (1) in a first furnace (7),
- b) moving the component (1) into a temperature-control station (8),
- c) convectively cooling of at least one first subregion (2) of the component (1) in the temperature-control station (8) by means of at least one nozzle (3), which discharges a fluid flow (4) towards the first subregion (2), wherein a temperature difference (5) is set between the at least one first subregion (2) and at least one second subregion (6) of the component (1), and wherein

the at least one nozzle (3) is operated with an overpressure of at least 2 bar, and wherein thermal energy is introduced into the at least one second subregion (6) of the component (1) in the temperature-control station (8) at the same time as or at least partially in parallel with the cooling of the at least one first subregion (2) of the component (1),

parallèlement au refroidissement de l'au moins une première zone partielle (2) du composant (1), un apport d'énergie thermique étant effectué dans l'au moins une deuxième zone partielle (6) du composant (1),

wherein, in step a), the component (1) is heated to a temperature below the AC3 temperature.

le composant (1) étant chauffé à l'étape a) à une température inférieure à la température AC3.

2. Method according to Claim 1, wherein the method also comprises at least the following steps of:

d) moving the component (1) from the temperature-control station (8) into a second furnace (9),

e) heating at least the at least one first subregion (2) of the component (1) by at least 100 K in the second furnace (9).

2. Procédé selon la revendication 1, le procédé comprenant en outre au moins les étapes suivantes :

d) le déplacement du composant (1) de la station de thermorégulation (8) dans un deuxième four (9),

e) le chauffage au moins de la première zone partielle (2) du composant (1) dans le deuxième four (9) d'au moins 100 K.

3. Method according to Claim 1 or 2, wherein the method also comprises at least the following steps of:

f) moving the component (1) from the temperature-control station (8) or from the second furnace (9) into a press-hardening tool (10),

g) shaping and cooling the component (1) in the press-hardening tool (10).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, le procédé comprenant en outre au moins les étapes suivantes :

f) le déplacement du composant (1) du poste de thermorégulation (8) ou du deuxième four (9) dans un outil de durcissement par compression (10),

g) la mise en forme et le refroidissement du composant (1) dans l'outil de durcissement par compression (10).

4. Method according to one of Claims 1 to 3, wherein, in step c), the at least one first subregion (2) is convectively cooled to a temperature below the AC1 temperature.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'au moins une première zone partielle (2) est refroidie par convection à une température inférieure à la température AC1 à l'étape c).

Revendications

1. Procédé de traitement thermique d'un composant métallique (1) avec au moins les étapes suivantes :

a) le chauffage du composant (1) dans un premier four (7),

b) le déplacement du composant (1) dans un poste de thermorégulation (8),

c) le refroidissement par convection d'au moins une première zone partielle (2) du composant (1) dans le poste de thermorégulation (8) au moyen d'au moins une buse (3) qui évacue un courant de fluide (4) vers la première zone partielle (2), une différence de température (5) entre l'au moins une première zone partielle (2) et au moins une deuxième zone partielle (6) du composant (1) étant réglée et l'au moins une buse (3) étant exploitée avec une surpression d'au moins 2 bar, et, dans le poste de thermorégulation (8), en même temps ou au moins en partie

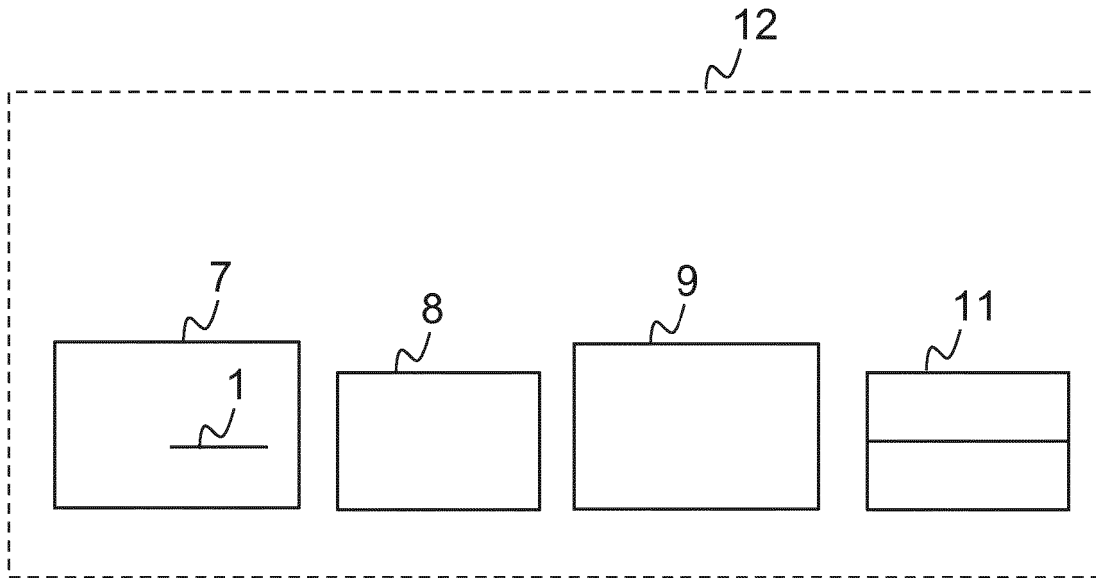


Fig. 1

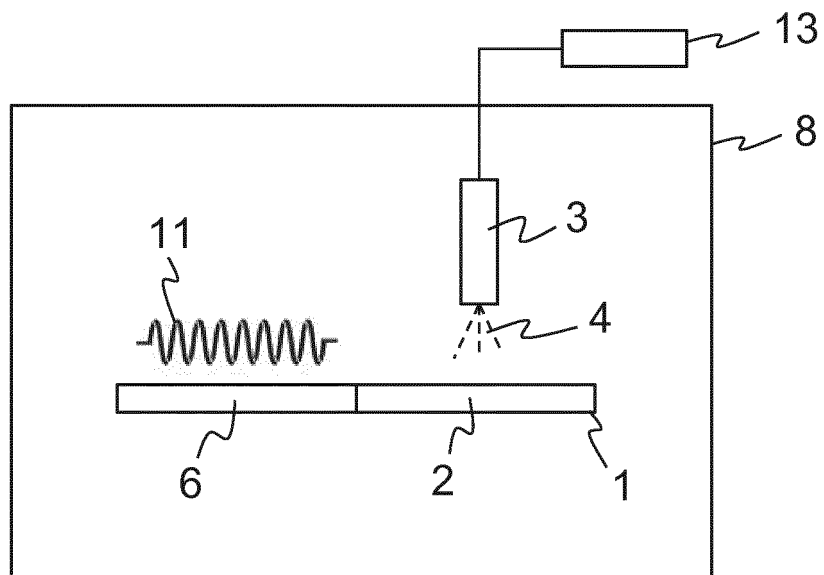


Fig. 2

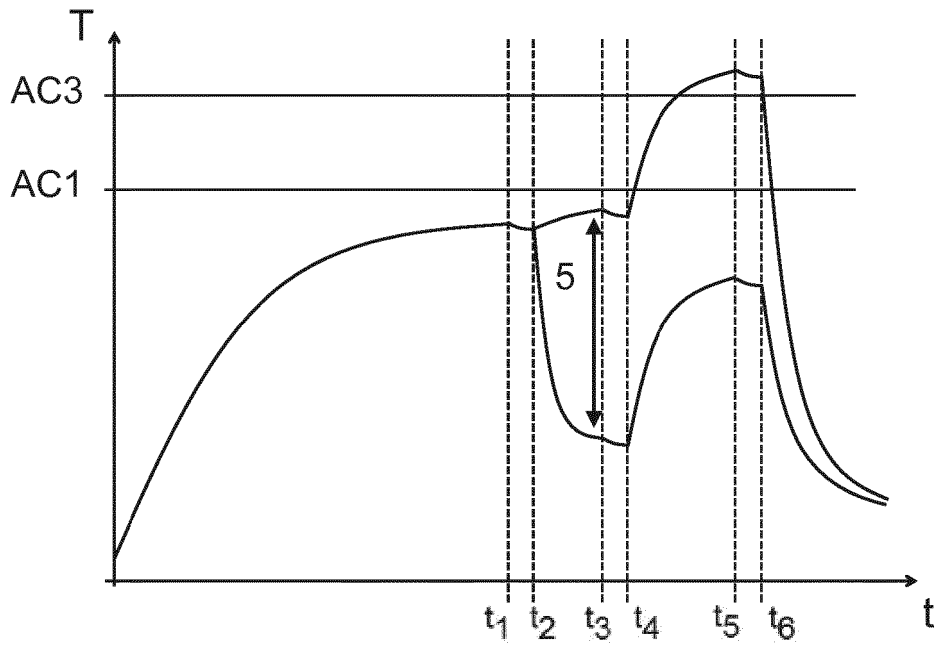


Fig. 3

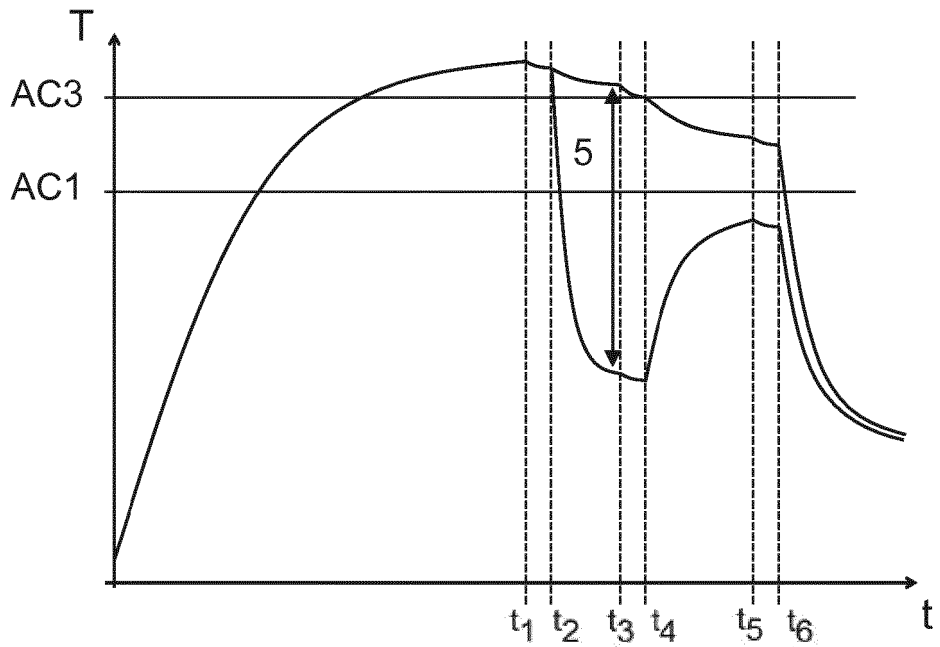


Fig. 4

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

- DE 1508378 B1 [0006]
- DE 10208216 C1 [0006]
- KR 20120110961 A [0006]
- EP 2548975 A1 [0006]
- US 2015299817 A1 [0006]
- US 2003189027 A1 [0006]