

(19)



(11)

EP 4 074 846 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.10.2022 Patentblatt 2022/42

(21) Anmeldenummer: **22167270.2**

(22) Anmeldetag: **08.04.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

C21D 7/13 (2006.01)	C21D 9/00 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01)	C21D 11/00 (2006.01)
C21D 1/18 (2006.01)	C21D 1/673 (2006.01)
C21D 1/74 (2006.01)	B21D 22/00 (2006.01)
F27B 9/00 (2006.01)	B21C 51/00 (2006.01)
B21D 37/00 (2006.01)	B21D 53/00 (2006.01)
B21J 17/00 (2006.01)	F27D 19/00 (2006.01)
F27D 21/00 (2006.01)	

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

**C21D 11/00; C21D 1/18; C21D 1/673; C21D 1/74;
C21D 7/13; C21D 9/0018; C21D 9/46; F27B 9/00;
F27D 19/00; F27D 21/00**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **16.04.2021 DE 102021109680**

(71) Anmelder: **Aerospace Transmission
Technologies GmbH
88046 Friedrichshafen (DE)**

(72) Erfinder:

- **Frank, Steffen
Salem (DE)**
- **Liebe, Heike
Biberach (DE)**

(74) Vertreter: **Zöschinger, Christian
Aerospace Transmission Technologies GmbH
Adelheidstraße 40
88046 Friedrichshafen (DE)**

(54) **STEUEREINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER PRESSHÄRTEANLAGE**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Steuereinrichtung und ein Verfahren zum Steuern eines Prozesses zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken, unter Einsatz eines Härteofens, der einen Heizabschnitt und einen Ausgabeabschnitt umfasst, einer Härtepresse, und eines Transfersystems, wobei die Steuereinrich-

tung und das Verfahren derart konzeptioniert sind, dass diese die Verbringung eines Werkstücks von dem Heizabschnitt in den Ausgabeabschnitt, die Verbringung des Werkstücks aus dem Ausgabeabschnitt in die Härtepresse und den Beginn des Abschreckprozesses in vorgegebener Weise werkstückspezifisch koordiniert wird.

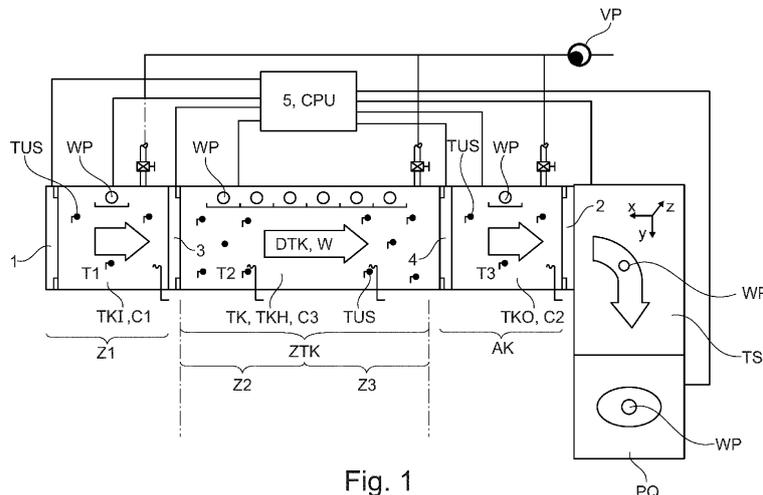


Fig. 1

EP 4 074 846 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Steuereinrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Presshärteanlage und eines Prozesses zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken, insbesondere Getriebekomponenten, wobei in dieser Presshärteanlage ein Härteofen und eine Härtepresse, zur Bewerksstellung einer Abschreckprozedur unter Spannung eines Werkstücks zum Einsatz kommen.

[0002] Die Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken ist aus dem Stand der Technik bekannt. Das bekannte Grundprinzip der Wärmebehandlung sieht vor, dass metallische Werkstücke erwärmt und im Anschluss daran durch Abschrecken gehärtet werden.

[0003] Es wird insbesondere bei der Wärmebehandlung von Werkstücken im Rahmen der Serienfertigung angestrebt, eine möglichst gleichbleibende Qualität der wärmebehandelten Werkstücke mit geringem Nachprüfungsaufwand sicherzustellen.

[0004] Der Erfindung liegt in diesem Zusammenhang die Aufgabe zugrunde, Lösungen zu schaffen, durch welche sich im Rahmen einer prozesstechnisch vorteilhaft abwickelbaren Wärmebehandlung hinsichtlich des thermischen Zustands der Werkstücke bis zum Beginn des Abschreckprozesses Vorteile gegenüber bisherigen Vorgehensweisen ergeben.

[0005] Diese Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung gelöst durch eine Steuereinrichtung zum Steuern eines Prozesses zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken, unter Einsatz eines Härteofens, der einen Heizabschnitt und einen Ausgabeabschnitt umfasst, einer Härtepresse und eines Transfersystems wobei die Steuereinrichtung derart ausgebildet ist, dass diese die Verbringung eines Werkstücks von dem Heizabschnitt in den Ausgabeabschnitt, die Verbringung des Werkstücks aus dem Ausgabeabschnitt in die Härtepresse und den Beginn des Abschreckprozesses koordiniert.

[0006] Dadurch wird es auf vorteilhafte Weise möglich, die Laufzeit eines Werkstückes nach Erreichen seiner Zieltemperatur und die thermischen und atmosphärischen Einflüsse im Rahmen der Werkstücküberbringung als gleichbleibende Einflüsse zu behandeln. Hierbei ergibt sich hinsichtlich der atmosphärischen Einwirkungen und der Temperaturveränderung im Ausgabeabschnitt und auf dem Weg des Werkstücks im Transfersystem eine reproduzierbare thermische und chemische Historie des Werkstücks bis zum Eintritt des Abschreckprozesses.

[0007] Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung derart ausgebildet, dass diese die Verbringung eines Werkstücks von dem Heizabschnitt in den Ausgabeabschnitt unter Berücksichtigung einer Eingangsinformation koordiniert, die indikativ ist für einen Betriebszustand der Härtepresse.

[0008] Die von der Steuereinrichtung für die Werkstückübergabe in den Ausgabeabschnitt vorzugsweise

berücksichtigte Eingangsinformation kann in vorteilhafter Weise den Bereitschaftszustand der Härtepresse darstellen, z.B. ob die Presse unmittelbar zur Aufnahme eines Werkstückes und zur Durchführung des Abschreckprozesses bereitsteht. Weiterhin kann die von der Steuereinrichtung berücksichtigte Eingangsinformation auch die Zeitdauer bis zur Erlangung des Bereitschaftszustandes der Härtepresse darstellen. Insgesamt erfolgt die Koordination der Werkstückübergabe vom Heizabschnitt in den Ausgabeabschnitt unter Abfrage des Pressenzustands derart, dass sich für die Werkstückzwischenlagerung im Ausgabeabschnitt eine möglichst konstante und vorzugsweise auch kurze Zeitdauer ergibt.

[0009] Die Steuereinrichtung kann weiterhin in vorteilhafter Weise auch derart konfiguriert sein, dass diese die Verbringungszeit eines Werkstückes aus dem Ausgabeabschnitt in die Härtepresse berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich eine zusätzliche Möglichkeit zur Taktfrequenzsteigerung und damit zur Steigerung des Werkstückdurchsatzes durch die Härtepresse. So kann der Ausgabeabschnitt unmittelbar nach Ausbringung des Werkstücks geschlossen werden und z.B. eine Druckabsenkung in dem Ausgabeabschnitt eingeleitet werden, während das soeben entnommene Werkstück noch auf dem Weg in die Presse ist, in diese eingesetzt wird oder der Abschreckprozess läuft.

[0010] Die Steuereinrichtung ist weiterhin vorzugsweise derart ausgebildet, dass diese die Übergabezeit eines Werkstückes von dem Heizabschnitt in den Ausgabeabschnitt berücksichtigt und diese Übergabe derart abstimmt, dass sich für das Verweilen des Werkstücks in dem Ausgabeabschnitt, die Verbringung des Werkstücks in die Härtepresse und die Abwicklung der Abschreckbehandlung ein werkstückspezifisch abgestimmter zeitlicher Rahmen ergibt. Hierdurch wird es möglich auch die Einflüsse der Werkstückverbringung auf die thermische Historie des jeweiligen Werkstücks werkstückspezifisch konstant zu halten.

[0011] Die Steuereinrichtung ist weiterhin vorzugsweise derart ausgebildet, dass diese den Transport von Werkstücken durch den Heizabschnitt derart abstimmt, dass sich in dem Heizabschnitt für das jeweilige Werkstück eine definierte Aufheizverweilzeit ergibt. Zudem wird vorzugsweise die Übergabe von erwärmten Werkstücken aus dem Heizabschnitt in den Ausgabeabschnitt derart abgestimmt, dass diese Übergabe mit Ablauf der Aufheizverweilzeit erfolgt. Weiterhin ist der Ausgabeabschnitt vorzugsweise mittels einer Heizeinrichtung beheizbar und es wird vorzugsweise für den Ausgabeabschnitt eine Heizleistungszufuhr derart abgestimmt, dass in dem Ausgabeabschnitt eine Werkstückwarmhaltung auf einem definierten Temperaturniveau erfolgt.

[0012] Dadurch wird es auf vorteilhafte Weise möglich, den zeitlichen Verlauf der Werkstückaufheizung und den Zeitpunkt der Abschreckung werkstückspezifisch abzustimmen und hierdurch einen für gleichartige Werkstücke identischen zeitlichen Verlauf des Energieeintrags in das jeweilige Werkstück zu gewährleisten, so dass sich für

gleichartige Werkstücke auch hinsichtlich der Stationen im Härteofen eine steuerungstechnisch sicher reproduzierbare thermische Historie des Werkstücks vor dem Abschreckprozess ergibt. Die Aufheizverweilzeit d.h. die Verweilzeit des Werkstückes im Heizabschnitt ist vorzugsweise so abgestimmt, dass sich in dieser ein hinreichender Temperaturgleich des Werkstücks an eine durch die Ofentemperatur des Heizabschnittes festgelegte Zieltemperatur ergibt. Der Heizabschnitt kann Zonen mit unterschiedlicher Heizleistung aufweisen, so dass insbesondere die anfängliche Aufheizung des Werkstücks mit einem Temperaturgradienten erfolgt, der einen definierten Grenzwert nicht überschreitet. Im Rahmen der Aufheizverweilzeit kann dann in vorteilhafter Weise das Werkstück durch eine von der Steuereinrichtung angesteuerte Fördereinrichtung durch die abfolgenden Stationen des transportiert werden.

[0013] Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise derart konfiguriert, dass vor dem Beginn eines Abschreckprozesses wenigstens ein innerhalb der Aufheizverweilzeit im Heizabschnitt mit einer definierten thermischen Energieeintrags-Historie aufgeheiztes Werkstück dann für eine vorgegebene und dokumentierte Zeit im Ausgabeabschnitt ohne signifikanten Temperaturänderungsgradienten warmgehalten wird. Die Warmhaltung des Werkstücks im Ausgabeabschnitt ist hierbei hinsichtlich der Verweilzeit und den atmosphärischen Bedingungen im Ausgabeabschnitt ebenfalls Teil der werkstückspezifisch abgestimmten thermischen Historie.

[0014] Die erfindungsgemäße Steuereinrichtung ist weiterhin vorzugsweise so ausgelegt, dass wenigstens ein Werkstück im Heizabschnitt erwärmt wird, während wenigstens ein Werkstück im Ausgabeabschnitt warmgehalten wird. Hierdurch kann unmittelbar nach einer Entnahme eines Werkstückes aus dem Ausgabeabschnitt in enger Taktfolge ein Werkstück aus dem Heizabschnitt in den Ausgabeabschnitt nachgefördert werden. Die Einbringung der Werkstücke in den Heizabschnitt erfolgt vorzugsweise derart, dass diese nach Ablauf der Aufheizverweilzeit zuverlässig in den Ausgabeabschnitt übergeben werden können, d.h. dieser zuverlässig zum Ende der Aufheizverweilzeit für ein aus dem Heizabschnitt auszugebendes Werkstück aufnahmefähig ist.

[0015] Der Härteofen ist vorzugsweise derart ausgelegt, dass dessen Heizabschnitt mehrere Werkstücke aufzunehmen vermag. Die Steuerungseinrichtung ist hierbei vorzugsweise derart ausgelegt, dass die Werkstücksverbringung durch den Härteofen derart erfolgt, dass in dem Heizabschnitt mehr Werkstücke aufgeheizt werden als im Ausgabeabschnitt auf einer Ausgabe-Zieltemperatur gehalten werden. Hierdurch kann die Aufheizung im Heizabschnitt zeitlich definiert gestreckt werden und es ergibt sich dennoch eine hohe Durchsatzrate durch den Heizabschnitt.

[0016] Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise so ausgelegt, dass diese sämtliche für den Werkstückfluss durch den Härteofen maßgebliche Aktionen ansteuert.

Die Steuereinrichtung kann hierzu insbesondere eine zwischen dem Heizabschnitt und dem Ausgabeabschnitt vorgesehene Schleuseneinrichtung ansteuern, zur Freigabe eines Werkstückdurchgangsweges und zum Verschließen desselben. Weiterhin kann die Steuereinrichtung hierbei auch eine zwischen dem Heizabschnitt und einem vorgelagerten Eingabeabschnitt vorgesehene Schleuseneinrichtung ansteuern, ebenfalls zur Freigabe eines Werkstückdurchgangsweges und zum gesteuerten Verschließen desselben. Für diese Ansteuerung können vorgegebene zeitliche Konzepte umgesetzt werden. So kann die Steuereinrichtung die Schleuseneinrichtungen derart ansteuern, dass die Schleuseneinrichtungen wechselweise geöffnet und geschlossen sind. In diesem Falle kommuniziert der Heizabschnitt jeweils nur mit dem Ausgabeabschnitt oder dem Eingabeabschnitt. Alternativ hierzu ist es auch möglich, die Steuereinrichtung so auszulegen, dass diese die Schleuseneinrichtungen derart ansteuert, dass die Schleuseneinrichtungen gleichphasig oder zeitlich zumindest teilweise überlappend geöffnet und geschlossen sind.

[0017] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinrichtung derart konfiguriert, dass diese eine Ausgabeöffnungseinrichtung des Ausgabeabschnitts ansteuert, zur Einnahme einer Offenstellung, die eine Werkstückausgabe aus dem Ausgabeabschnitt ermöglicht und einer Schließstellung in welcher ein Innenbereich des Ausgabeabschnitts von der Umgebung abgeschottet ist. Die Steuereinrichtung stellt hierbei sicher, dass die Ausgabeöffnungseinrichtung nur in einem Zustand des Ausgabeabschnitts geöffnet wird, in welchem dieser vom Heizabschnitt durch eine geschlossene Schleuseneinrichtung abgeschottet ist.

[0018] Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise auch so konfiguriert, dass diese eine Eingabeöffnungseinrichtung des Eingabeabschnitts ansteuert, zur Einnahme einer Offenstellung die eine Werkstückeingabe in den Eingabeabschnitt ermöglicht und einer Schließstellung in welcher ein Innenbereich des Eingabeabschnitts von der Umgebung abgeschottet ist. Durch die Steuereinrichtung kann hierbei in vorteilhafter Weise sichergestellt werden, dass der Eingabeabschnitt nur in einem vom Heizabschnitt abgeschotteten Zustand mit einem Werkstück beschickbar ist.

[0019] Der Härteofen ist gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung vorzugsweise als Durchgangsofen ausgebildet und die Werkstücke oder Werkstückchargen werden darin entlang einer Durchgangsbahn gefördert, wobei die Förderung der Werkstücke oder Werkstückchargen entlang der Durchgangsbahn durch die Steuereinrichtung abgestimmt wird. Diese Durchgangsbahn kann hierbei eine im wesentlichen geradlinige gestreckte Bahn sein, oder auch eine gekrümmte Bahn, insbesondere eine Kreisbahn. Weiterhin ist der Durchgangsofen vorzugsweise als Vakuumofen ausgebildet und das Warmhalten des Werkstücks auf der Zieltemperatur in dem Ausgabeabschnitt wird nach

Maßgabe der Steuereinrichtung in zwei Phasen untergliedert. Hierbei kann die erste Phase ein Warmhalten bei einem unter dem Umgebungsdruck liegenden Druckniveau darstellen und die zweite Phase ein Warmhalten bei einem an den Umgebungsdruck angeglichenen Druck in dem Ausgabeabschnitt darstellten. Die Steuereinrichtung kann hierbei vorzugsweise das Warmhalten in dem Ausgabeabschnitt derart abstimmen, dass der zeitliche Anteil des Warmhaltens bei abgesenktem Druck den zeitlichen Anteil des Warmhaltens bei angeglichenem Druck überwiegt. Hierdurch wird das Werkstück im Rahmen des Warmhaltens relativ lange vor atmosphärischen Einflüssen geschützt.

[0020] Die Steuereinrichtung übernimmt wie oben bereits angesprochen vorzugsweise mehrere den Betrieb des Härteofens betreffende Steuer- und Regelaufgaben. So steuert/regelt die Steuereinrichtung vorzugsweise die Temperatur und oder den Druck im Heizabschnitt und/oder dem Eingabeabschnitt und/oder dem Ausgabeabschnitt, sowie die Schleusen und en den Werkstücktransport.

[0021] Der Heizabschnitt kann in vorteilhafter Weise in abfolgende Heizzonen untergliedert sein. Die Steuereinrichtung kann so konfiguriert sein, dass diese die Heizleistung der jeweiligen Heizzone steuert oder auch regelt. Die thermische Historie des Werkstücks wird dabei vorzugsweise durch die Temperaturen in den jeweiligen Heizzonen, wie auch durch die Verweilzeit in dieser Zone oder die Durchlaufgeschwindigkeit durch diese Zone festgelegt. Die thermische Historie eines Werkstückes in dem Heizabschnitt wird vorzugsweise werkstücksspezifisch identisch reproduziert, die Verweilzeit im Ausgabeabschnitt kann in einem bestimmten maximalen Warmhaltezeitfenster variieren. Sofern die Warmhaltung wie oben angegeben in eine Vakuumphase und eine Umgebungsdruckphase gegliedert ist, wird die zeitliche Streckung vorzugsweise innerhalb der Vakuumphase realisiert und die Umgebungsdruckphase konstant gehalten, so dass die atmosphärisch reaktive Phase des Warmhaltens werkstücksspezifisch gleichbleibend ist.

[0022] Bei dem erfindungsgemäßen Härteofen bilden vorzugsweise der Eingabeabschnitt und der Ausgabeabschnitt jeweils eine Schleusenkammer und die Steuereinrichtung stimmt die Funktionen dieser Schleusenkammern, insbesondere die Kommunikation zum Heizabschnitt, das Öffnen und Schließen nach außen, den Druck in den Abschnitten des Härteofens, die Temperaturen, die Verweilzeiten und Transportgeschwindigkeiten und/oder die Zusammensetzung der Gasatmosphäre in den Ofenabschnitten ab.

[0023] Während des Transfers der Werkstücke durch den Härteofen werden vorzugsweise Temperaturwerte des Werkstückes in dem Heizabschnitt und/oder in dem Ausgabeabschnitt erfasst. Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass diese die erfassten Temperaturwerte für den Transfer des Werkstückes durch den Durchgangsofen und die Übergabe an die Här-

tepresse berücksichtigt und vorzugsweise auch dokumentiert.

[0024] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die eingangs angegebene Aufgabe erfindungsgemäß auch gelöst durch ein Verfahren zum Steuern eines Prozesses zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken, unter Einsatz eines Härteofens der einen Heizabschnitt und einen Ausgabeabschnitt umfasst, einer Härtepresse und eines Transfersystems, wobei im Rahmen dieses Verfahrens

- die Verbringung eines Werkstücks von dem Heizabschnitt in den Ausgabeabschnitt,
- die Verbringung des Werkstücks in die Härtepresse und
- der Beginn des Abschreckprozesses in der Härtepresse koordiniert werden und
- diese Koordination derart erfolgt, dass die Verbringung in den Ausgabeabschnitt, der Transfer aus dem Ausgabeabschnitt in die Härtepresse und der Beginn des Abschreckprozesses in einem werkstücksspezifisch festgelegten zeitlichen Rahmen erfolgen.

[0025] Wie bereits oben in Verbindung mit der Steuereinrichtung ausgeführt wird es durch dieses Konzept in vorteilhafter Weise möglich, Dadurch wird es auf vorteilhafte Weise möglich, den zeitlichen Verlauf der Werkstückaufheizung und den Zeitpunkt der Abschreckung werkstücksspezifisch abzustimmen und hierdurch einen für gleichartige Werkstücke weitgehend identischen zeitlichen Verlauf des Energieeintrags in das jeweilige Werkstück zu gewährleisten, so dass sich für gleichartige Werkstücke hinsichtlich der Stationen im Härteofen und daran anschließend ihres Weges in die Härtepresse eine steuerungstechnisch sicher reproduzierbare thermische Historie des Werkstücks vor dem Abschreckprozess ergibt. Die Aufheizverweilzeit d.h. die Verweilzeit des Werkstückes im Heizabschnitt ist vorzugsweise so abgestimmt, dass sich in dieser ein hinreichender Temperaturangleich des Werkstücks an eine durch die Ofentemperatur des Heizabschnittes festgelegte Zieltemperatur ergibt.

[0026] Vorzugsweise wird die Verbringung eines Werkstücks von dem Heizabschnitt in den Ausgabeabschnitt unter Berücksichtigung einer Eingangsinformation koordiniert, die indikativ ist für einen Betriebszustand der Härtepresse.

[0027] Bei diesem Verfahren wird vorzugsweise der Transport von Werkstücken durch den Heizabschnitt derart abgestimmt, dass sich in dem Heizabschnitt für das jeweilige Werkstück eine definierte Aufheizverweilzeit ergibt. Die Übergabe von erwärmten Werkstücken aus dem Heizabschnitt in den Ausgabeabschnitt wird vorzugsweise derart abgestimmt, dass diese Übergabe mit Ablauf der Aufheizverweilzeit erfolgt. Zu dem Ausgabeabschnitt wird vorzugsweise eine Heizleistungszufuhr derart abgestimmt, dass eine Werkstückwarmhaltung in

dem Ausgabeabschnitt auf einem definierten Temperaturniveau erfolgt.

[0028] Durch diese Vorgehensweise ergeben sich in vorteilhafter Weise die obenstehend bereits in Verbindung mit der Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ausgeführten Effekte.

[0029] Im Rahmen der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann in vorteilhafter Weise im Rahmen des Öffnens des Ausgabeabschnitts zur Umgebung die Heizleistung im Ausgabeabschnitt in einem Ausmaß erhöht werden, das den Wärmeverlust über die Öffnung des Ausgabeabschnitts kompensiert. Hierdurch wird einem Abfall der Werkstücktemperatur nach Öffnen des Ausgabeabschnitts definiert vorgebeugt.

[0030] Durch das erfindungsgemäße Lösungskonzept wird es möglich im Rahmen einer prozesstechnisch vorteilhaft abwickelbaren Wärmebehandlung hinsichtlich des Gefügebauaufbaus und der Geometrie entsprechend wärmebehandelter Werkstücke eine hohe Reproduktionsgenauigkeit sicherzustellen.

[0031] Die Erfindung umfasst weiterhin ein Verfahren zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken, insbesondere Getriebekomponenten, bei welchem aufgekohlte metallische Werkstücke in ein Mittel zum Erwärmen von Werkstücken eingeführt werden und darin erwärmt werden, wobei das Mittel zum Erwärmen von Werkstücken als Durchlaufofen ausgestaltet ist und wobei Werkstücke in den Durchlaufofen durch eine erste Öffnungseinrichtung eingebracht werden und durch eine von der ersten Öffnungseinrichtung beabstandete zweite Öffnungseinrichtung aus dem Durchlaufofen ausgebracht werden, wobei Werkstücke nach dem Ausbringen zum Härten in ein Mittel zum Härten eingeführt werden.

[0032] Die erste Öffnungseinrichtung dient dem Freigeben oder Verschließen eines Ofeneingangsbereiches. Die zweite Öffnungseinrichtung dient dem Öffnen oder Verschließen eines Ofenausgangsbereiches. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Schritte des Einbringens der Werkstücke in den Härteofen über den Ofeneingangsbereich und das Hindurchfördern der Werkstücke durch einen Heizabschnitt des Härteofens zu dem Ofenausgangsbereich.

[0033] Das Mittel zum Härten kann auch als Härtepresse bezeichnet werden. Das Mittel zum Härten kann auch als Abschreckpresse bezeichnet werden. Das Mittel zum Erwärmen kann auch als Härteofen bezeichnet werden.

[0034] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken können folgende Schritte vorgesehen sein:

- Aufgreifen der Werkstücke in einem im Umfeld der zweiten Öffnungseinrichtung befindlichen Ofenausgangsbereich mittels eines Handhabungssystems,
- Einsetzen der Werkstücke in die Härtepresse
- Abwicklung des Abschreckprozesses und
- Ausbringen der Werkstücke aus der Härtepresse,
- wobei die Verbringung der Werkstücke in die Härtepresse durch das Handhabungssystem und die Be-

werkstellung des Abschreckprozesses durch die Härtepresse eine Prozessschrittgruppe bilden, die in einem programmtechnisch definierten zeitlichen Rahmen abgearbeitet wird. Diese Abarbeitung in einem programmtechnisch definierten zeitlichen Rahmen kann eine besonders hohe Reproduktionsgenauigkeit, also auch eine gleichbleibende Qualität der Werkstücke ermöglichen.

[0035] Eine besonders hohe Reproduktionsgenauigkeit kann auch dadurch ermöglicht werden, dass das Handhabungssystem derart betrieben wird, dass sich für die Verbringung des Werkstücks aus der Ausgabeeinrichtung in die Härtepresse ein programmtechnisch gesichertes zeitliches Temperaturprofil des Werkstückes ergibt.

[0036] Eine hohe Reproduktionsgenauigkeit kann weiterhin dadurch möglich sein, dass das Handhabungssystem derart betrieben wird, dass sich für die Verbringung des Werkstücks aus der Ausgabeeinrichtung in die Härtepresse eine programmtechnisch gesicherte zeitliche Gaskontaktierung des Werkstückes ergibt.

[0037] Es kann vorgesehen sein, dass die Verbringung der Werkstücke aus dem Ofenausgangsbereich in die Härtepresse durch ein Handhabungssystem bewerkstelligt wird, das in einem Zwischenbereich zwischen der Ausgabeeinrichtung und der Härtepresse angeordnet ist. Hierdurch kann eine festgelegte Wegstrecke zum Transport der Werkstücke vom Mittel zum Erwärmen zum Mittel zum Härten bestimmbar sein. Dies kann sich vorteilhaft auf eine gleichbleibende Qualität behandelter Werkstücke und damit auf eine hohe Reproduktionsgenauigkeit auswirken.

[0038] Möglich kann sein, dass der Verbringungs Vorgang mit einem Bereitschaftssignal der Härtepresse aktiviert wird. Dadurch kann ein kontrollierter Verbringungs Vorgang der Werkstücke erfolgen, der sich vorteilhaft auf eine hohe Reproduktionsgenauigkeit auswirken kann.

[0039] Ein Verbringen bzw. Verbringungs Vorgang kann auch als Transport bzw. Transportvorgang verstanden und entsprechend bezeichnet werden.

[0040] Vorgesehen kann sein, dass der Verbringungs Vorgang nur in einem Bereitschaftszustand der Härtepresse veranlassbar ist. Es kann so vermieden werden, dass Werkstücke zum Mittel zum Härten verbracht werden, obgleich dieses nicht betriebsbereit ist. Insofern kann vermieden werden, dass einzelne Werkstücke insbesondere während eines Verbringens und Wartens auf Bereitschaft des Mittels zum Härten abkühlen. Damit kann ein Verbringungs Vorgang nur in einem Bereitschaftszustand der Härtepresse eine gleichbleibende Qualität aller Werkstücke ermöglichen.

[0041] Möglich kann sein, dass ein den Abschluss des Transfervorganges bestätigendes Signal den Presshärtungsvorgang startet. Damit kann das Härten unter kontrollierten Bedingungen gestartet und eine gleichbleibende Qualität der behandelten Werkstücke erreicht werden.

[0042] Möglich kann sein, dass der Aufgriff des Werkstückes in dem Ausgangsbereich des Härteofens erfolgt, sobald das Werkstück einen definierten thermischen Zustand erlangt hat. Ein solcher definierter thermischer Zustand kann für alle Werkstücke, die behandelt werden, erreichbar sein und somit einen wesentlichen Beitrag für eine hohe Reproduktionsgenauigkeit des Verfahrens darstellen.

[0043] Vorgesehen kann ferner sein, dass im Rahmen des Abschreckprozesses eine programmtechnisch definierte und durch Stellmittel abgestimmte Beaufschlagung des Werkstückes mit einem Abschreckmedium erfolgt. Derart kontrollierte Abschreckbedingungen können einen weiteren wesentlichen Bestandteil für eine hohe Reproduktionsgenauigkeit des Verfahrens darstellen.

[0044] Um konstante Behandlungsbedingungen der Werkstücke zu ermöglichen und damit ein Verfahren mit hoher Reproduktionsgenauigkeit bereitstellen zu können, kann vorgesehen sein, dass die Einbringung der Werkstücke in den Härteofen über ein Handhabungssystem bewerkstelligt wird und die Erwärmung der Werkstücke im Rahmen des Durchlaufs durch den Härteofen messtechnisch erfasst wird.

[0045] Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise derart abgewickelt, dass wenigstens ein Werkstück in dem Heizabschnitt erwärmt wird während zumindest ein Werkstück in dem Ausgangsbereich warm gehalten wird. Hierdurch kann die Anzahl von Werkstücken, die behandelt werden, erhöht werden.

[0046] Das Verfahren kann zudem derart abgewickelt werden, dass im Eingabebereich ebenfalls eine Werkstückvorerwärmung bewerkstelligt wird. Hierdurch kann die Verweilzeit im Heizabschnitt reduziert werden.

[0047] Weiterhin wird nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise im Heizabschnitt ein Unterdruck oder ein Vakuum eingestellt und beibehalten, während ein Werkstück aus dem Ofenausgangsbereich herausgeführt wird. Hierzu wird das Werkstück durch eine zwischen dem Heizabschnitt und dem Ofenausgangsbereich vorgesehene Schleuseneinrichtung geführt und der Druck im Ausgangsbereich abwechselnd abgesenkt und wieder an den Umgebungsdruck angeglichen. Die Werkstückvorerwärmung im Eingabebereich kann auf eine Temperatur begrenzt werden, bei welcher noch keine signifikante Reaktion der Werkstückoberfläche mit der Gasatmosphäre des Eingabebereiches erfolgt.

[0048] Das erfindungsgemäße Verfahren wird zudem weiterhin vorzugsweise derart abgewickelt, dass im Heizabschnitt auch während des Einbringens eines Werkstückes in den Ofeneingangsbereich ein unter dem Umgebungsdruck liegender Druck, insbesondere ein Vakuum herrscht. Hierzu wird das Werkstück durch eine zwischen dem Ofeneingangsbereich und dem Heizabschnitt liegende Schleuseneinrichtung geführt. Der Druck in dem Ofeneingangsbereich wird ebenfalls abwechselnd abgesenkt und an den Umgebungsdruck angeglichen. Eine direkte Kommunikation des Heizabschnitts mit der Umgebung wird im Rahmen des Werk-

stückheizbetriebs der Härteanlage durch die Koordination des Öffnens und Schließens der Schleusen und der Öffnungseinrichtungen vermieden.

[0049] Die Druckführung in den selektiv gegeneinander abschottbaren Abschnitten des Durchlaufofens, sowie die Temperaturführung in diesen Abschnitten wird nach Maßgabe einer abgestimmten Prozessführung geregelt oder zumindest gesteuert.

[0050] Die zur Durchführung dieses Verfahrens vorgesehene Vorrichtung umfasst zumindest ein Mittel zum Erwärmen von Werkstücken und ferner zumindest ein Mittel zum Härten von Werkstücken, wobei:

- das zumindest eine Mittel zum Erwärmen von Werkstücken als Durchlaufofen ausgebildet ist, durch welchen die Werkstücke in einer Durchlaufrichtung hindurchförderbar sind,
- der Durchlaufofen einen Eingangsabschnitt, einen Heizabschnitt und einen Ausgangsabschnitt aufweist,
- die Werkstücke über eine erste Öffnungseinrichtung in den Eingangsabschnitt einbringbar sind,
- die Werkstücke über eine zweite Öffnungseinrichtung aus dem Ausgangsabschnitt ausbringbar sind,
- der Ausgangsabschnitt eine Ausgabekammer umfasst und
- die Ausgabekammer gegenüber dem Heizabschnitt und dem Mittel zum Härten des Werkstückes gesteuert verschließbar ist.

[0051] Dadurch wird es auf vorteilhafte Weise möglich, die Übergabe der Werkstücke in die Abschreckeinrichtung von der Einbringung der Werkstücke in den Ofen und der ofeninternen Übergabe der Werkstücke in den Ausgangsabschnitt zeitlich zu entkoppeln und auf das Öffnen der zweiten Öffnungseinrichtung abzustimmen. Zudem fungiert der Ofen als Transportsystem durch welches die Erwärmung der Bauteile im Rahmen ihrer Verbringung zu dem Eingangsbereich des Abschreckmittels bewerkstelligt wird. Hierdurch ergibt sich in besonders vorteilhafter Weise ein örtlicher Versatz einer für die Werkstückeinbringung herangezogenen dem Ofen vorgelagerten Kaltzone von einer dem Mittel zum Härten zugewandten Warmzone. Hierdurch ergibt sich eine Streckung einer unter Einschluss der erfindungsgemäßen Vorrichtung gebildeten Gesamtanlage.

[0052] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es somit, die Abfolgeschritte des Erwärms und Härten aufeinander abzustimmen, wodurch eine gleichbleibende Qualität der entsprechend wärmebehandelten Werkstücke und damit eine hohe Reproduktionsgenauigkeit erreichbar sein können.

[0053] Der Durchlaufofen ist vorzugsweise derart gestaltet, dass dieser zumindest eine Eingangskammer umfasst, die den Eingangsabschnitt bildet. Die Eingangskammer und die Ausgabekammer sind miteinander durch einen durch den Heizabschnitt hindurch verlaufenden Werkstücktransportweg gekoppelt.

[0054] Die Förderung der Werkstücke durch den Durchlaufofen erfolgt vorzugsweise in Verbindung mit Werkstückträgern. Die Werkstücke sind vorzugsweise in Verbindung mit einem zugeordneten Werkstückträger in die Eingangskammer durch die erste Öffnungseinrichtung einbringbar. Die Förderung der Werkstücke auf dem Werkstücktransportweg erfolgt vorzugsweise durch eine Transportmechanik. Diese Transportmechanik kann derart gestaltet sein, dass diese die Werkstücke in Verbindung mit den Werkstückträgern fördert. Die Werkstücke sind durch die zweite Öffnungseinrichtung aus der Ausgabekammer ausbringbar. Die Werkstückträger werden vorzugsweise zum Eingangsabschnitt zurück gefördert. Der Heizabschnitt ist vorzugsweise derart dimensioniert, dass in diesem Heizabschnitt mehrere Werkstücke in abfolgenden Stationen angeordnet werden können. Die Werkstücke können durch sukzessives Nachrücken der Werkstückträger durch den Heizabschnitt hindurch gefördert werden.

[0055] Die Eingangskammer und die Ausgangskammer sind vorzugsweise derart gestaltet, dass diese jeweils nur ein Werkstück oder einen Werkstückträger mit einem oder mehreren darauf angeordneten Werkstücken aufnehmen. Die Werkstückträger können insbesondere aus einem keramischen oder warmfesten metallischen Werkstoff gefertigt sein. Die Werkstoffträger werden nach ihrem Ausgang aus der Ausgabekammer automatisiert gehandhabt. Im Rahmen dieser Handhabung erfolgt eine Reinigung derselben in Form einer Abbläsung, Bebürstung und/oder Waschung. Es ist möglich die Werkstückträger in temperiertem Zustand zum Eingangsberiech des Durchlaufofens zurückzuführen und das Einbringen der Werkstücke oder des Werkstücks in den Durchlaufofen in Verbindung mit einem definiert vorgewärmten Werkstückträger zu bewerkstelligen.

[0056] Vorzugsweise ist wenigstens eine weitere Kammer vorgesehen. Diese weitere Kammer bildet vorzugsweise den Heizabschnitt. Die Kommunikation der weiteren Kammer mit der Eingabekammer und/oder mit der Ausgabekammer ist schaltbar herstellbar und unterbrechbar. Hierzu sind vorzugsweise Türen, Klappen oder Schieberstrukturen vorgesehen, welche den Heizabschnitt schaltbar von der in Werkstücktransportrichtung vorgelagerten Eingabekammer und der in Werkstücktransportrichtung nachgelagerten Ausgabekammer schaltbar abtrennen.

[0057] Gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung ist der Durchlaufofen vorzugsweise als Vakuum-Durchlaufofen ausgebildet, wobei zumindest in der Eingabekammer und/oder in der Ausgabekammer und/oder in der zumindest einen weiteren Kammer ein Unterdruck anlegbar ist, wobei der Unterdruck vorzugsweise kammerspezifisch regelbar ist.

[0058] In vorteilhafter Weise ist wenigstens ein Mittel zur Unterbrechung einer Kommunikation, insbesondere zum Verschließen wenigstens eines Abschnitts zwischen der Eingabekammer und Ausgabekammer und/oder zwischen der Eingabekammer und der zumin-

dest einen weiteren Kammer und/oder zwischen der zumindest einen weiteren Kammer und der Ausgabekammer vorgesehen. Dieses Mittel zur Unterbrechung der Kommunikation kann insbesondere als Klappe, Türe, Schieber oder Schottwand ausgebildet sein, die selektiv in eine Freigabestellung und in eine Schließstellung bringbar ist. Der Stellungswechsel dieses Mittels kann in vorteilhafter Weise durch elektronisch angesteuerte Stellmittel bewerkstelligt werden.

[0059] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise wenigstens ein Mittel zum Einstellen zumindest einer Temperatur des Durchlaufofens, insbesondere eine Steuereinheit vorgesehen, mittels dem bzw. der Temperaturen kammerspezifisch individuell, vorzugsweise in der Eingabekammer und in der Ausgabekammer individuell einstellbar sind.

[0060] Die Ausgabekammer kann in vorteilhafter Weise mit einer Heizeinrichtung versehen sein. Diese Heizeinrichtung wird vorzugsweise über eine Steuer- oder Regeleinrichtung betrieben. Die Ausgabekammer kann in vorteilhafter Weise derart gesteuert oder geregelt betrieben werden, dass diese ein vorzugsweise temperaturgeführtes Warmhalten des darin befindlichen Werkstücks im Vakuum ermöglicht. Weiterhin kann die Ausgabekammer derart betrieben werden, dass darin ein Warmhalten bei Umgebungsdruck oder vermindertem Vakuum erfolgt. Weiterhin kann der Werkstücktransfer von der Ausgabekammer zur Härtepresse derart abgewickelt werden, dass dieser entweder in atmosphärischer Umgebung oder im Vakuum erfolgt.

[0061] Die Ausgabekammer bildet ein Schleusensystem durch welches Werkstücke aus dem Heizabschnitt ausgebracht werden können, ohne dass hierzu das im Heizabschnitt herrschende Vakuum beendet werden muss. Die Ausgabekammer fungiert zudem als Warmhalteabschnitt in welchem die Werkstücke weiterhin auf einem vorgegebenen Temperaturniveau gehalten werden können. Die thermische Historie der Werkstücke in dem Heizabschnitt wird durch die Ausgabe der Werkstücke aus dem Ausgabeabschnitt nicht beeinflusst.

[0062] Der Druck in der Ausgabekammer ist vorzugsweise ebenfalls nach Maßgabe einer Steuereinrichtung einstellbar. Die Ausgabekammer ist von dem Heizabschnitt durch eine Schließeinrichtung abtrennbar. Diese Schließeinrichtung und die Öffnungseinrichtung werden zeitlich versetzt betätigt. Im Regelbetrieb ist die Schließeinrichtung geschlossen, sie wird vorzugsweise nur zur Verbringung eines Werkstücks aus dem Heizabschnitt in die Ausgabekammer temporär geöffnet. Die Öffnungseinrichtung ist ebenfalls primär geschlossen und wird nur zur Ausbringung eines Werkstückes aus der Ausbringkammer temporär geöffnet. Die Öffnungseinrichtung wird im Regelbetrieb der Härtevorrichtung nur geöffnet, wenn die Schließeinrichtung geschlossen ist und damit der Innenbereich der Ausgabekammer von dem Innenbereich des Heizabschnitts abgeschottet ist. Im Rahmen der Warmhaltung des Werkstückes in der Ausgabekammer sind die zum Heizabschnitt weisende

Schließeinrichtung und die nach außen weisende Öffnungseinrichtung geschlossen. Die zum Heizabschnitt weisende Schließeinrichtung gibt in Offenstellung einen Werkstückdurchgangsweg zwischen dem Heizabschnitt und der Ausgabekammer frei. In Schließstellung versperrt die Schließeinrichtung diesen Werkstückdurchgangsweg. Die Schließeinrichtung dichtet den Heizabschnitt und die Ausgabekammer gegeneinander atmosphärisch ab.

[0063] Es ist möglich, in der Ausgabekammer möglichst lange einen Unterdruck einzustellen und erst kurz vor dem Öffnen der Öffnungseinrichtung einen Druckausgleich vorzunehmen. Dies ermöglicht es, die Einwirkung etwaiger nicht-inerter Gase auf das Werkstück und dabei insbesondere eine Verzunderung zu vermeiden.

[0064] Das zumindest eine Mittel zum Härten der Werkstücke ist vorzugsweise so gestaltet, dass die in dieses eingebrachten Werkstücke darin mittels eines Fluides, vorzugsweise Öl, abschreckbar sind.

[0065] Alternativ zu der oben genannten Maßnahme oder auch in Kombination hiermit kann das zumindest eine Mittel zum Härten der Werkstücke auch so gestaltet sein, dass die in dieses eingebrachten Werkstücke darin mittels eines gasförmigen Mediums abschreckbar sind.

[0066] Das Mittel zum Härten ist gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung als Vorrichtung gestaltet in welcher das zum Abschrecken des Werkstücks vorgesehene Fluid aktiv zum Werkstück verbracht wird. In der Vorrichtung wird hierbei im Zusammenspiel mit dem Werkstück und einer dieses umhausenden und/oder in dieses eintauchenden Struktur ein Kanalsystem geschaffen und dieses Kanalsystem wird aktiv mit dem Abschreckmedium durchströmt. Die Durchströmung wird derart gesteuert, dass sich ein definierter Wärmestrahlung aus den umspülten Zonen des Werkstücks ergibt. Das Werkstück wird in der Abschreckvorrichtung vorzugsweise gespannt und/oder gestützt. Soweit das Werkstück gespannt wird, erfolgt die Beaufschlagung des Werkstücks in einem Zustand in welchem dieses unter Einbringung von Druckkräften eine Sollgeometrie einnimmt.

[0067] Die Beaufschlagung mit dem Abschreckmedium kann derart gesteuert erfolgen, dass ein definierter Energieaustrag aus dem Werkstück erfolgt, bei welchem das Werkstück einen definierten thermischen Dehnungszustand einnimmt. In diesem definierten thermischen Zustand kann das Werkstück entlastet werden oder es können insbesondere Dornstrukturen aus dem Werkstück ausgefahren werden. Nach dieser Veränderung der Werkstückfixierung kann der Abschreckprozess in der Abschreckvorrichtung, das auch als Mittel zum Härten bezeichnet werden kann, fortgesetzt werden oder das Werkstück kann bereits in diesem Zustand aus der Härtevorrichtung, die gleichermaßen als Mittel zum Härten bzw. Abschreckvorrichtung bezeichnet werden kann, ausgebracht werden und einer anderweitigen Einrichtung zugeführt werden, in welcher ein weiterer hinsichtlich seiner zeitlichen Charakteristik definierter Wärme-

austrag aus dem Werkstück erfolgt.

[0068] Das Abschrecken des Werkstücks in gespanntem Zustand kann in Intervallen erfolgen. Diese Intervalle können so abgestimmt werden, dass sich abfolgende Wiederaufheizungen ausgewählter und bereits abgeschreckter Zonen des Werkstücks ergeben. Diese erneut aufgeheizten Zonen können dann erneut mit dem Abschreckmedium beaufschlagt werden.

[0069] Es können zeitlich abfolgend oder für unterschiedliche Werkstückzonen abgestimmt unterschiedliche Abschreckmedien aktiv auf das Werkstück geführt werden. So ist es möglich, im Rahmen eines ersten Abschreckschrittes ein reaktives Abschreckmedium auf das Werkstück zu führen, durch welches ein Oxydabtrag oder eine schichtbildende Reaktion mit dem Werkstück erfolgt. In einem nachfolgenden Schritt kann dann ein hinsichtlich seiner Zusammensetzung abweichendes Abschreck- oder Reaktionsmedium auf das Werkstück geführt werden.

[0070] Die Abschreckvorrichtung ist so gestaltet, dass in dieser Einzelwerkstücke oder Werkstückgruppen einer Abschreckbehandlung unterzogen werden. Die Werkstücke oder das Werkstück werden in der Abschreckvorrichtung in einer definierten Position gehalten. Diese Position kann durch Aufnahmestrukturen und/oder durch das Einsetzen des Werkstücks in die Abschreckvorrichtung determiniert werden.

[0071] Es ist möglich, neben der automatisierten Einbringung der Werkstücke in die Abschreckvorrichtung auch etwaige in die Vorrichtung einzusetzende Matrizen, Fixturen, Dorne, Umhausungsglocken oder Ventileinrichtungen ebenfalls automatisiert in die Abschreckvorrichtung einzusetzen. Die automatisierte Bestückung der Abschreckvorrichtung mit diesen Hilfseinrichtungen und die automatisierte Verbringung des Werkstücks in die Abschreckvorrichtung ermöglicht die Abwicklung der Wärmebehandlung eines Einzelwerkstücks unter Sicherstellung eines geforderten Gefügeaufbaus.

[0072] Das System, also die erfindungsgemäße Vorrichtung umfassend Mittel zum Härten und Mittel zum Erwärmen von Werkstücken, eignet sich damit für die Behandlung unterschiedlicher Werkstücke in unterschiedlicher Losmenge einschließlich der Losmenge 1 in zeitlicher Abfolge. Somit kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch besonders hohe Flexibilität hinsichtlich zu behandelnder Werkstückzahlen und Werkstückgeometrien ermöglichen.

[0073] Die Abschreckvorrichtung ist insbesondere als Härtepresse gestaltet. Die zum Aufbau der Pressspannung vorgesehene Stempel werden vorzugsweise in vertikaler Richtung bewegt. Das Werkstück befindet sich während des Abschreckprozesses vorzugsweise auf oder über dem Niveau in dem es den Heizabschnitt des Durchlaufofens durchlaufen hat oder in dem es aus der Ausgabekammer abgegriffen wurde. Es wird damit das Abschreckmedium zum fixierten Werkstück verbracht und nicht das Werkstück zum Abschreckmedium.

[0074] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst

vorzugsweise weiterhin zumindest eine Handhabungseinrichtung, mittels der Werkstücke aus dem Durchlaufofen, vorzugsweise aus der Ausgabekammer oder von einer der Ausgabekammer nachgeordneten Ablageeinrichtung in das zumindest eine Mittel zum Härten von Werkstücken überführbar sind.

[0075] Die erfindungsgemäße Vorrichtung bildet einen Bestandteil einer Baugruppe, die als Härtezelle fungiert. Die Härtezelle ist vorzugsweise derart aufgebaut, dass diese jene Prozessschritte abdeckt, die zum Härten der Bauteile notwendig sind. Diese Prozessschritte des Härten sind das Austenitisieren, das Abschrecken (vorzugsweise in Öl), das Waschen, Tieffrieren und Anlassen. Die Kombination aus Austenitisieren im Vakuum und Abschrecken in Öl wird innerhalb der Härtezelle unter Einbindung einer als Warmhaltekommer fungierenden Schleuse, die als Ausgabekammer aufgefasst und bezeichnet werden kann, eines Handhabungssystems und einer Härtepresse bewerkstelligt.

[0076] Das Austenitisieren erfolgt durch Erhitzen und Halten im Vakuum. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass der Prozess unter verminderter Partikel freisetzung erfolgt und die Werkstückoberfläche in vermindertem Maße Reaktionsereignissen ausgesetzt ist. Die Erwärmung der Werkstücke erfolgt im Wege der Hindurchführung durch einen als Durchlaufofen gestalteten Ofen, der sich zwischen zwei Schleuseneinrichtung befindet. Die Werkstücke werden also von einem Eingangsschleusenbereich durch den Ofen entlang einer Durchlaufrichtung zu einem Ausgangsschleusenbereich transportiert. Die Öffnung der Schleuseneinrichtungen zum Ofeninneren hin erfolgt erst nach hinreichender Druckabsenkung in der jeweiligen Schleusenkommer.

[0077] Durch das erfindungsgemäße Konzept wird es möglich, Einzelteile oder Kleinstlose effizient in enger zeitlicher Abfolge einer Härtebehandlung zu unterziehen. Durch die erfindungsgemäße Prozessführung können in vorteilhafter Weise die für die Werkstückverlagerung vom Austenitisierungsofen bis zum Beginn des Abschreckens anfallenden Transferzeiten mit hoher Genauigkeit reproduzierbar eingehalten und auch sehr kurz gehalten werden.

[0078] Nach dem erfindungsgemäßen Konzept kann die den Ausschleusebereich bildende Ausgabekammer am Ende des Ofens, in welcher ein Druckausgleich an den Umgebungsdruck erfolgt als beheizbare Kammer ausgeführt sein, in welcher die Beheizung fortgesetzt werden kann um die im Durchlaufofen erreichte Werkstücktemperatur zu halten oder definiert einzustellen.

[0079] Möglich kann auch sein, dass die Ausgabekammer als beheizbare Ausgabekammer ausgestaltet ist, die sowohl bei Atmosphärendruck als auch im Vakuum betreibbar sein kann.

[0080] Durch das Bereithalten des aufgeheizten Werkstückes in einer vom Vakuumbereich des Durchlaufofens abgeschotteten Ausschleusekommer wird es möglich, den zeitlichen Ablauf des Abschreckprozesses auf den Ausgangszeitpunkt des Werkstücks aus der Ausschleu-

se- oder Druckangleichskommer abzustimmen. So beginnt der hinsichtlich seines zeitlichen Ablaufs überwachte Abschreckprozess bei Öffnung der Türe der als Druckangleichskommer fungierenden Ausgabekammer.

[0081] Der Werkstücktransfer zwischen dem Durchlaufaustenitisierungsofen und der Härtepresse erfolgt gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung automatisiert. Hierdurch kann ein hinsichtlich der Werkstücktransferbahn und der zeitlichen Dynamik des Werkstücktransfers programmtechnisch definierter und reproduzierbarer Werkstücktransfer zwischen dem Durchgangsofen und der Presse sichergestellt werden. Das Öffnen der Klappen, Türen und Schotte und oder Schleusen am Anfang, am Ende und innerhalb des Durchlaufofens erfolgt in Verbindung mit einer Steuerungseinrichtung. Die Erwärmung der Werkstücke erfolgt derart, dass sich eine definierte zeitliche Erwärmung im Ofen und im Ausgangsbereich also der Ausschleuse- oder Ausgabekammer eine hohe Temperaturstabilität ergibt. Dies kann sich vorteilhaft in besonderem Maße auf eine gleichbleibende Qualität wärmebehandelter Werkstücke auswirken.

[0082] Die Abschreckeinrichtung ist vorzugsweise als Ölabschreckeinrichtung, insbesondere in Form einer Dornhärtepresse zur Abschreckung mittels Öl ausgebildet. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise ein kontrolliertes Verzugsverhalten sichergestellt. Alternativ hierzu, oder auch in Kombination mit dieser Maßnahme kann auch ein Abschrecken in Gas erfolgen. So kann die erfindungsgemäße Anlage so ausgestaltet werden, dass diese eine Kombination von Vakuumaustenitisieren mit einem Gasabschreckprozess in der Härtepresse ermöglicht.

[0083] Das Gasabschrecken kann fixturgestützt oder auch ungestützt erfolgen. Insbesondere ist es möglich, in der Härtepresse ein gezieltes Gasabschrecken durch numerisch gesteuerte Düsen vorzunehmen.

[0084] Die Spannung des Werkstückes in der Härtepresse erfolgt vorzugsweise, indem das Werkstück in die Presse eingesetzt wird und ein Dorn vorzugsweise von unten in eine noch übergroße Bohrung des Werkstücks eingefahren wird. Von oben kann das Werkstück bzw. Bauteil abgedeckt werden. Beispielsweise kann möglich sein, dass sich von oben eine Haube über das Bauteil senkt. Nachfolgend wird Öl wiederum vorzugsweise von unten durch diese Anordnung gepresst.

[0085] Möglich kann sein, dass der Ölfluss derart gesteuert wird, dass alle Bereiche des Bauteils bzw. Werkstücks trotz unterschiedlicher Dicke gleichmäßig abkühlen. Hierzu kann die Presse in vorteilhafter Weise mehrere, insbesondere zwei unterschiedliche Ölzuflüsse steuern. Die Härtepresse bietet Kanäle die unterschiedliche Fluiddurchsätze ermöglichen und diese Kanäle zur Zufuhr des Abschreckmediums können zeitlich gesteuert individuell geöffnet oder geschlossen werden.

[0086] In vorteilhafter Weise kann möglich sein, dass auch der Dorn derart gestaltet ist, dass dieser Ölkanäle umfasst.

[0087] Nach Beendigung des Abschreckprozesses in der Härtepresse können die Werkstücke nach hinreichender Abkühlung aus der Härtepresse ausgebracht und einer vorzugsweise mehrstufigen Waschbehandlung unterzogen werden.

[0088] Es ist auch möglich, einen ersten Waschschrift noch innerhalb der Härtepresse vorzunehmen, indem durch Kanalschaltung ein Waschmedium über die Kanäle zur Zufuhr des Abschreckmediums geführt wird. Dieses Waschmedium kann einer Separationsbehandlung unterzogen werden, durch welche abgewaschenes Abschreckmedium abgeschieden wird. Diese innerhalb der Härtepresse vorgenommene Vorreinigung kann auch in Verbindung mit einem gasförmigen Medium bewerkstelligt werden.

[0089] Die gewaschenen Werkstücke werden vorzugsweise automatisiert zu einem vorzugsweise kombinierten Tiefkühler/Ofen transportiert. Über das Tiefkühlen wird die Umwandlung von Martensit weiter getrieben und die Struktur gefestigt. Das nachfolgende Anlassen entfernt dann restliche Eigenspannungen. Nach dieser thermischen Nachbehandlung ist die Werkstückbehandlung in dieser Anlage abgeschlossen und das Bauteil kann ausgegeben werden.

[0090] Die erfindungsgemäße Härteanlage ist vorzugsweise in der Art einer abgeschotteten umhausten Zelle mit einem vorzugsweise länglich gestreckten Rechteckquerschnitt gestaltet.

[0091] Der erfindungsgemäß eingesetzte Durchlaufofen kann sich in einer Ausgestaltung der Erfindung in Längsrichtung dieser Zelle erstrecken. Die Härtepresse kann sich in einem Längsendbereich dieser Zelle befinden. Der Werkstückspeicher kann sich im Bereich des der Härtepresse gegenüberliegenden Längsendbereich der Zelle befinden. In besonders vorteilhafter Weise kann eine sehr kompakte Zelle bereitgestellt werden.

[0092] Eine Ausgestaltung kann vorsehen, dass innerhalb der Zelle ein Werkstückträgerkreislauf durch den Ofen hindurch und außerhalb des Ofens an diesem entlang zurück erfolgt.

[0093] Möglich kann auch eine Anordnung des Mittels zum Erwärmen und des Mittels zum Härten in einer Zelle derart sein, dass eine Längserstreckung des Ausgangsbereichs des vorzugsweise als Durchlaufofen ausgestalteten Mittels zum Erwärmen in etwa parallel zu einer Längserstreckung einer Einführvorrichtung des Mittels zum Erwärmen angeordnet ist. So kann eine sehr kompakte Einheit aus Mittel zum Härten und Mittel zum Erwärmen von Werkstücken als Bestandteil einer Vorrichtung zum Wärmebehandeln von Werkstücken bereitgestellt werden.

[0094] Der vorliegenden Offenbarung kann auch ein System entnommen werden, das mindestens zwei, vorzugsweise mehrere Vorrichtungen zum Wärmebehandeln von Werkstücken, insbesondere mindestens zwei, vorzugsweise mehrere Mittel zum Erwärmen und Mittel zum Härten von Werkstücken umfasst.

[0095] Die Wärmebehandlung des Werkstücks kann

als sog. Batch-Prozess abgewickelt werden. Dieser Batch-Prozess ermöglicht eine Wärmebehandlung im Rahmen einer Einzelwerkstückbehandlung sowie eine unmittelbar abfolgende Behandlung unterschiedlicher Einzelwerkstücke. In der Härtepresse können in unmittelbarer Abfolge unterschiedliche für das jeweilige Werkstück spezifisch festgelegte Abschreckprozeduren abgearbeitet werden.

[0096] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Härteanlage derart aufgebaut, dass die Werkstücktransporte vor allem auch durch den Austenitisierungsöfen hindurch weitgehend unabhängig von Bauteilgröße und Geometrie generisch erfolgen. Hierzu werden die Werkstücke vorzugsweise über Tablett durch den Durchlaufofen hindurch geführt bzw. sind entsprechend hindurchführbar. So können auch mehrere und auch relativ kleine Werkstücke gruppiert zur Abarbeitung von Fremdaufträgen durch die als Zelle gestaltete Härteanlage geschleust werden.

[0097] Die automatisierte Förderung der Werkstücke durch den Durchlaufofen in Verbindung mit Werkstücktransportpalletten oder Tablett kann derart abgewickelt werden, dass innerhalb der Anlage ein Rücktransport der Palletten oder Tablett vom Ausgangsbereich des Durchlaufofens zum Eingangsbereich desselben erfolgt. Die erfindungsgemäße Härteanlage umfasst hierzu vorzugsweise ein Kreislauffördersystem zur Rückführung der Palletten, Tablett oder Werkstückträger. Es können unterschiedlichste Werkstückträger in einem Trägerspeicher vorgehalten werden.

[0098] Es ist auch möglich, die Einbringung der Werkstücke in die Härteanlage in Verbindung mit Werkstückträgern zu bewerkstelligen. Es ist auch möglich, die Werkstücke nach dem Ausgang aus der Waschstation wieder in die zur Einbringung in den Durchlaufofen vorgesehenen Werkstückträger, oder eben für die Werkstückausgabe vorgesehene Werkstückträger einzusetzen. Die Werkstückhandhabung innerhalb der als Bearbeitungszelle ausgestalteten Anlage erfolgt vorzugsweise in sämtlichen Stationen automatisiert, überwacht und dokumentiert durch Handhabungssysteme.

[0099] In der erfindungsgemäßen Presshärteanlage werden Bauteile in der Heizkammer mit einer vorzugsweise definierten thermischen Historie erwärmt während Bauteile in der Ausgabekammer warmgehalten werden. Die erfindungsgemäße Anlage ermöglicht damit die Abwicklung eines Presshärteverfahrens bei welchem wenigstens ein Werkstück in dem Heizabschnitt zeitlich definiert erwärmt wird, während zumindest ein Werkstück im Ausgangsbereich warmgehalten wird oder zur Härtepresse verbracht wird.

[0100] Die Eingabekammer, der Heizabschnitt und der Ausgabeabschnitt umfassen Heizelemente die hinsichtlich der hierdurch in den Ofen eingebrachten Heizleistung steuerbar oder regelbar sind. Weiterhin sind im Eingabeabschnitt, im Heizabschnitt und im Ausgabeabschnitt Organe vorgesehen, zur Erfassung der Temperaturen in diesen Abschnitten. Der Heizabschnitt kann

mehrere Zonen bilden, in welchen unterschiedliche Temperaturen oder Heizleistungen einstellbar sind. Die jeweiligen Kammern sind vorzugsweise unter Einbindung von elektrisch ansteuerbaren Ventilen mit einer Vakuumpumpe gekoppelt. Die Eingabekammer und die Ausgabekammer können ventil- und leitungstechnisch derart gekoppelt werden, dass der in der entsprechenden Kammer vorhandene Unterdruck zur Gasabsaugung aus einer Kammer mit Umgebungsdruck verwendet wird. Es kann damit also vor dem Öffnen der Ausgabekammer diese mit der Eingabekammer über eine Leitung und eine Ventileinrichtung gekoppelt werden, so dass der noch in der Ausgabekammer herrschende Unterdruck zur Teildruckabsenkung in der soeben mit einem Werkstück beschickten und nunmehr abgeschlossenen Eingabekammer verwendet wird. Nach diesem energetisch vorteilhaft realisiertem Druckabbau kann dann die Ausgabekammer weiter belüftet und bei Umgebungsdruck geöffnet werden.

[0101] Die Prozesskammer ist vorzugsweise mit drei Regelzonen ausgerüstet. Hierdurch wird eine besondere Gleichmäßigkeit im Arbeitsbereich gewährleistet. Ebenfalls sind in diesem Teil des Ofengehäuses zusätzlich Durchführungen für das Erreichen der Messpunkte zur TUS Prüfung vorgesehen. Hierdurch können insbesondere periodische Überprüfungen der Werkstücke aufwandsarm durchgeführt werden.

[0102] Die beheizte Ausgabe- oder Ausschleusekammer ist mit einer separaten Regelzone ausgerüstet. Diese Prozesskammer ist an die Kammer des Heizabschnittes angeflanscht. Auch die Ausgabekammer ist mit Durchführungen zum Erreichen der Messpunkte versehen.

[0103] Die Kammerteile, vorzugsweise alle Kammerteile, insbesondere dabei auch die ggf. unbeheizte Einschleusekammer sind vorzugsweise mit Vakuum- und Druckmessköpfen ausgerüstet und ermöglichen eine Überwachung und Aufzeichnung der Drücke unter Zuordnung zum jeweiligen Werkstück.

[0104] Die Sensorik der Anlage ermöglicht eine automatisierte, werkstückspezifische Prozessdokumentation. Die erfindungsgemäße Härteanlage kombiniert einen als Durchlaufvakuumofen gestalteten Ofen mit einer Ausschleusekammer mit einer stationären Härtepresse für das Austenitisieren der Bauteile. Die Ausschleusekammer ist beheizbar ausgeführt, damit die Bauteile beim Atmosphärenwechsel ein definiertes Temperaturniveau beibehalten.

[0105] Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann auch eine alternative erfindungsgemäße Vorrichtung vorgesehen sein, die zumindest ein Mittel TK zum Erwärmen von Werkstücken WP umfasst. Zudem umfasst die Vorrichtung ferner zumindest ein Mittel PQ zum Härten von Werkstücken, wobei das zumindest ein Mittel TK zum Erwärmen von Werkstücken WP als Durchlaufofen ausgebildet ist, der von den Werkstücken WP in einer Durchlaufrichtung DTK durchwandert wird. Der Durchlaufofen weist einen Eingangsabschnitt TKI,

einen Heizabschnitt TKH und einen Ausgangsabschnitt TKO auf, wobei in den Eingangsabschnitt TKI die Werkstücke über eine erste Öffnungseinrichtung 1 einbringbar sind, wobei aus dem Ausgangsabschnitt TKO die Werkstücke über eine zweite Öffnungseinrichtung 2 ausbringbar sind und sowohl der Eingangsabschnitt TKI als auch der Ausgangsabschnitt TKO gegenüber dem Heizabschnitt TKH temporär abschottbar sind.

[0106] Die vorstehenden Ausführungen können für diese weitere erfindungsgemäße Vorrichtung entsprechend adaptiert werden.

[0107] Eine temporäre Abschottung des Ausgangsabschnitts gegenüber dem Heizabschnitt kann ermöglichen, dass Werkstücke, die im Heizabschnitt zeitlich definiert erwärmt wurden, im Ausgangsabschnitt kontrollierten Bedingungen, insbesondere kontrollierten thermischen Bedingungen ausgesetzt werden.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0108] Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Erfindung in Verbindung mit der Zeichnung. Es zeigt:

Figur 1 eine Schemadarstellung zur Veranschaulichung des Aufbaus einer von einer erfindungsgemäßen Steuereinrichtung gesteuerten Vorrichtung zur Wärmebehandlung von Werkstücken unter Einsatz eines Durchlaufofens und einer Härtepresse;

Figur 2 eine weitere Schemadarstellung zur Veranschaulichung des Aufbaus einer als Härtezelle aufgebauten erfindungsgemäßen Härteanlage;

Figur 3 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung des nach Maßgabe einer Steuereinrichtung abgewickelten erfindungsgemäßen Ablaufs zur Wärmebehandlung von Werkstücken in der Vorrichtung nach Figur 1;

Figur 4 eine Schemadarstellung zur Erläuterung der Einbettung des als Durchlaufofen gestalteten Ofens zwischen eine Eingangsschleusenkammer und eine Ausgangsschleusenkammer, sowie zwischen zwei Werkstücktransfersysteme.

Ausführliche Beschreibung der Figuren

[0109] Die Darstellung nach Figur 1 zeigt eine Anordnung zur Bewerksstellung einer Wärmebehandlung vorzugsweise metallischer Werkstücke. Die Anordnung umfasst eine Steuereinrichtung CPU. Diese Steuereinrichtung CPU dient dem Steuern des Prozesses zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken, unter Einsatz eines Härteofens TK, der einen Heizabschnitt TKH

zum Erwärmen von Werkstücken WP und einen Ausgabeabschnitt TKO zum Ausgeben von Werkstücken aus dem Härteofen TK umfasst, einer Härtepresse PQ und eines Transfersystems (TS). Der Ausgabeabschnitt TKO ist beheizbar.

[0110] Bei dem von der Erfindung betroffenen Konzept zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken WP, insbesondere Getriebekomponenten, werden aufgekohlte metallische Werkstücke WP in ein Mittel TK zum Erwärmen von Werkstücken eingeführt und darin erwärmt, wobei das Mittel TK zum Erwärmen von Werkstücken als Durchlaufofen ausgestaltet ist und wobei Werkstücke WP in den Durchlaufofen durch eine erste Öffnungseinrichtung 1 eingebracht werden und durch eine von der ersten Öffnungseinrichtung 1 beabstandete zweite Öffnungseinrichtung 2 aus dem Durchlaufofen ausgebracht werden, wobei Werkstücke WP nach dem Ausbringen zum Härten in ein Mittel PQ zum Härten eingeführt werden.

[0111] Die Darstellung nach Figur 1 veranschaulicht den Aufbau einer Vorrichtung zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken, insbesondere Getriebekomponenten nach dem genannten Konzept. Diese Vorrichtung wird von einer erfindungsgemäßen Steuereinrichtung CPU gesteuert, so dass über diese Vorrichtung auch ein erfindungsgemäßes Wärmebehandlungsverfahren abgearbeitet wird.

[0112] Die Steuereinrichtung CPU ist derart ausgebildet, dass diese die Verbringung eines Werkstücks (WP) von dem Heizabschnitt (TKH) in den Ausgabeabschnitt (TKO), die Verbringung des Werkstücks aus dem Ausgabeabschnitt (TKO) in die Härtepresse (PQ) und den Beginn des Abschreckprozesses koordiniert. Die Verbringung eines Werkstücks von dem Heizabschnitt TKH in einen Ausgabeabschnitt TKO wird unter Berücksichtigung einer Eingangsinformation koordiniert, die indikativ ist für einen Betriebszustand des Mittels zum Härten das hier durch die Härtepresse PQ gebildet ist.

[0113] Bei der hier von der Steuereinrichtung CPU berücksichtigten Eingangsinformation handelt es sich um den Bereitschaftszustand der Härtepresse oder um die Zeitdauer bis zur Erlangung des Bereitschaftszustandes der Härtepresse. Die Steuereinrichtung CPU ist weiterhin derart konfiguriert, dass diese die Verbringungszeit eines Werkstückes aus dem Ausgabeabschnitt in die Härtepresse berücksichtigt.

[0114] Der Heizabschnitt TKH ist als Vakuumdurchgangsofen ausgebildet und der Ausgabeabschnitt TKO bildet eine Ausschleusekammer C2, wobei die Steuereinrichtung CPU eine zwischen dem Heizabschnitt TKH und dem Ausgabeabschnitt TKO vorgesehene Durchgangsschleuse 4 steuert.

[0115] In dem Ausgabeabschnitt TKO ist eine Heizeinrichtung vorgesehen. Die Steuereinrichtung CPU ist derart ausgebildet, dass diese die über die Heizeinrichtung in das Werkstück WP in dem Ausgabeabschnitt TKO einzukoppelnde Heizleistung abstimmt.

[0116] Der Druck in dem Ausgabeabschnitt TKO ist

unter den Umgebungsdruck absenkbar und an den Umgebungsdruck angleichbar. Die Steuereinrichtung CPU ist derart ausgebildet, dass diese die Druckeinstellung in dem Ausgabeabschnitt TKO bewerkstelligt.

5 **[0117]** Die Steuereinrichtung CPU ist hier zudem derart ausgebildet, dass diese die Übergabezeit eines Werkstückes WP von dem Heizabschnitt TKH in den Ausgabeabschnitt TKO berücksichtigt und diese Übergabe derart abstimmt, dass sich für das Verweilen des Werkstücks WP in dem Ausgabeabschnitt TKO, die Verbringung des Werkstücks WP in die Härtepresse PQ und die Abwicklung der Abschreckbehandlung ein werkstückspezifisch abgestimmter zeitlicher Rahmen ergibt.

10 **[0118]** Bei der hier beschriebenen Vorrichtung ist dem Heizabschnitt TKH ein Eingangsabschnitt TKI vorgelagert und zwischen dem Eingangsabschnitt TKI und dem Heizabschnitt TKH ist eine Schleuseneinrichtung 3 vorgesehen. Die Steuereinrichtung CPU ist derart ausgebildet, dass diese die Einbringung eines Werkstücks aus dem Eingangsabschnitt TKI in den Heizabschnitt TKH unter Berücksichtigung der Verweilzeit des Werkstücks WP in dem Heizabschnitt TKH abstimmt. Es wird damit ein Werkstück erst dann vom Eingangsabschnitt in den Heizabschnitt TKH übergeben, wenn sichergestellt ist, dass nach Ablauf der Aufheizverweilzeit das aufgeheizte Werkstück in den Ausgabeabschnitt TKO übergeben werden kann.

20 **[0119]** Bei der hier gezeigten Anordnung werden die Temperaturwerte des Werkstückes in dem Heizabschnitt und/oder in dem Ausgabeabschnitt erfasst. Die Steuereinrichtung ist derart ausgebildet, dass diese die erfassten Temperaturwerte für den Transfer des Werkstückes durch den Durchgangsofen und die Übergabe an die Härtepresse berücksichtigt und dokumentiert.

25 **[0120]** Die Steuereinrichtung CPU dient dem Steuern eines Prozesses zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken, unter Einsatz eines Härteofens TK, der einen Heizabschnitt TKH zum Erwärmen von Werkstücken WP und einen Ausgabeabschnitt TKO zum Ausgeben von Werkstücken aus dem Härteofen TK umfasst sowie einer Härtepresse PQ, wobei der Ausgabeabschnitt TKO beheizbar ist und die Steuereinrichtung CPU derart ausgebildet ist, dass diese den Transport von Werkstücken WP durch den Heizabschnitt TKH derart abstimmt, dass sich in dem Heizabschnitt TKH für das jeweilige Werkstück WP eine definierte Aufheizverweilzeit ergibt. Zudem stimmt die Steuereinrichtung CPU die Übergabe von erwärmten Werkstücken WP aus dem Heizabschnitt TKH in den Ausgabeabschnitt TKO derart ab, dass diese Übergabe mit Ablauf der Aufheizverweilzeit erfolgt. Durch die Steuereinrichtung CPU wird für den Ausgabeabschnitt TKO eine Heizleistungszufuhr derart abgestimmt, dass in dem Ausgabeabschnitt TKO eine Werkstückwarmhaltung auf einem definierten Temperaturniveau erfolgt.

30 **[0121]** In dem Ausgabeabschnitt TKO wird wenigstens ein Werkstück WP durch Ausgleich von Dissipations- oder Fluktuationseffekten warmgehalten. Diese Warm-

haltung erfolgt mit dem Ziel die Werkstücktemperatur innerhalb eines engen Temperaturbereiches zu halten und Schwankungen der Werkstücktemperatur zu vermeiden. Die Steuereinrichtung CPU veranlasst eine Prozessführung nach welcher in der Zeit, in welcher wenigstens ein Werkstück im Heizabschnitt erwärmt wird, wenigstens ein Werkstück im Ausgabeabschnitt warmgehalten wird.

[0122] Die Steuereinrichtung CPU veranlasst es, dass die Abstimmung der Werkstücksverbringung durch den Härteofen derart erfolgt, dass in dem Heizabschnitt TKH mehr Werkstücke WP aufgeheizt werden als im Ausgabeabschnitt TKO auf einer Ausgabe-Zieltemperatur gehalten werden.

[0123] Durch die Steuereinrichtung CPU wird eine zwischen dem Heizabschnitt TKH und dem Ausgabeabschnitt TKO vorgesehene Schleuseneinrichtung 4 angesteuert, zur Freigabe eines Werkstückdurchgangsweges und zum Verschließen desselben. Die Steuereinrichtung CPU steuert bei diesem Ausführungsbeispiel auch eine zwischen dem Heizabschnitt TKH und einem vorgelagerten Eingabeabschnitt TKI vorgesehene Schleuseneinrichtung 3 an, ebenfalls zur Freigabe eines Werkstückdurchgangsweges und zum gesteuerten Verschließen desselben. Durch die Steuereinrichtung CPU können hierbei die Schleuseneinrichtungen 3, 4 derart angesteuert, dass die Schleuseneinrichtungen 3, 4 wechselweise geöffnet und geschlossen sind. Die Steuereinrichtung CPU kann auch eine Betriebsweise veranlassen, bei welcher diese die Schleuseneinrichtungen 3, 4 derart angesteuert, dass die Schleuseneinrichtungen 3, 4 gegeneinander geöffnet und geschlossen sind.

[0124] Die Steuereinrichtung CPU steuert auch eine Ausgabeöffnungseinrichtung 2 des Ausgabeabschnitts TKO an, zur Einnahme einer Offenstellung die eine Werkstückausgabe aus dem Ausgabeabschnitt TKO ermöglicht und einer Schließstellung in welcher ein Innenbereich des Ausgabeabschnitts TKO von der Umgebung abgeschottet ist.

[0125] Die Steuereinrichtung steuert hier auch eine Eingabeöffnungseinrichtung 1 des Eingabeabschnitts TKI an, zur Einnahme einer Offenstellung die eine Werkstückeingabe in den Eingabeabschnitt TKI ermöglicht und einer Schließstellung in welcher ein Innenbereich des Eingabeabschnitts TKI von der Umgebung abgeschottet ist.

[0126] Der Härteofen TK ist wie weiter unten noch vertieft ausgeführt werden wird, als Durchgangsofen ausgebildet und die Werkstücke oder Werkstückchargen werden darin entlang einer Durchgangsbahn DTK gefördert, wobei die Förderung der Werkstücke WP oder Werkstückchargen entlang der Durchgangsbahn DTK durch die Steuereinrichtung CPU abgestimmt wird. Der Aufenthalt der Werkstücke WP im Heizabschnitt TKH wird so abgestimmt, dass sich die Aufheizung des Werkstückes mit einer vorgegebenen thermischen Historie ergibt. Diese ist für gleichartige Werkstücke vorzugsweise gleich oder ähnlich. Der Durchgangsofen ist zudem als Vakuumofen ausgebildet und das Warmhalten des

Werkstücks WP auf der Zieltemperatur in dem Ausgabeabschnitt wird vorzugsweise nach Maßgabe der Steuereinrichtung in zwei Phasen untergliedert, wobei die erste Phase ein Warmhalten bei einem unter dem Umgebungsdruck liegenden Druckniveau darstellt und die zweite Phase ein Warmhalten bei einem an den Umgebungsdruck angeglichenen Druck in dem Ausgabeabschnitt darstellt. Die Steuereinrichtung stimmt das Warmhalten in dem Ausgabeabschnitt derart ab, dass der zeitliche Anteil des Warmhaltens bei abgesenktem Druck den zeitlichen Anteil des Warmhaltens bei angeglichenem Druck überwiegt. Das Aufheizen, also jener Vorgang mit Temperaturgradient und aktivem Leistungseintrag, erfolgt im Heizabschnitt, stets im Vakuum. Die Ausgabekammer hält die Werkstücktemperatur mit einem Leistungseintrag welcher lediglich die Dissipation kompensiert. Die thermische Historie des Werkstücks im Heizabschnitt wird werkstücksspezifisch gleichbleibend gestaltet, über die Ausgabekammer ergibt sich eine zeitliche Flexibilität bei konstanter Werkstücktemperatur.

[0127] Eine Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst wie bereits angesprochen zumindest ein Mittel TK zum Erwärmen von Werkstücken WP. Zudem umfasst die Vorrichtung ferner zumindest ein Mittel PQ zum Härten von Werkstücken, wobei das zumindest eine Mittel TK zum Erwärmen von Werkstücken WP als Durchlaufofen ausgebildet ist, der von den Werkstücken WP in einer Durchlaufrichtung DTK durchwandert wird, wobei der Durchlaufofen einen Eingangsabschnitt TKI, einen Heizabschnitt TKH und einen Ausgangsabschnitt TKO aufweist, wobei in den Eingangsabschnitt TKI die Werkstücke über eine erste Öffnungseinrichtung 1 einbringbar sind, wobei aus dem Ausgangsabschnitt TKO die Werkstücke über eine zweite Öffnungseinrichtung 2 ausbringbar sind und sowohl der Eingangsabschnitt TKI als auch der Ausgangsabschnitt TKO gegenüber dem Heizabschnitt TKH temporär abschottbar sind.

[0128] Durch diesen Aufbau wird es möglich, die Erwärmung der Bauteile WP im Rahmen ihrer Verbringung zu der Abschreckeinrichtung PQ zu bewerkstelligen, wobei die Übergabe der Werkstücke WP in die Abschreckeinrichtung PQ von der Einbringung der Werkstücke WP in den Heizabschnitt TKH und der ofeninternen Übergabe der Werkstücke WP in den Ausgangsabschnitt TKO zeitlich entkoppelt und auf das Öffnen der zweiten Öffnungseinrichtung 2 abgestimmt werden kann.

[0129] Der Durchlaufofen TK ist hier derart gestaltet, dass dieser zumindest eine Eingabekammer C1 umfasst, die den Eingangsabschnitt TKI bildet, und zumindest eine Ausgabekammer C2 umfasst, die den Ausgangsabschnitt TKO bildet, wobei diese beiden Kammern C1, C2 miteinander durch einen durch den Heizabschnitt TKH hindurch verlaufenden Werkstücktransportweg W gekoppelt sind. Die Werkstücke WP sind dabei in die Eingabekammer C1 durch die erste Öffnungseinrichtung 1 einbringbar. Weiterhin sind die Werkstücke WP durch die zweite Öffnungseinrichtung 2 aus der Aus-

gabekammer C2 ausbringbar.

[0130] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist wenigstens eine weitere Kammer C3 vorgesehen, wobei diese weitere Kammer C3 hier den Heizabschnitt TKH bildet durch welchen die Eingabekammer C1 mit der Ausgabekammer C2 kommuniziert.

[0131] Der Durchlaufofen TK ist im gezeigten Ausführungsbeispiel als Vakuum-Durchlaufofen ausgebildet, wobei zumindest in der Eingabekammer C1 und/oder in der Ausgabekammer C2 und/oder in der zumindest einen weiteren Kammer C3 ein Unterdruck anlegbar ist. Dieser Unterdruck ist kammer-spezifisch regelbar und wird vor dem Öffnen der Öffnungen 1, 2 auf Umgebungsdruck eingestellt.

[0132] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist ein Mittel 3 zur Unterbrechung einer Kommunikation, insbesondere zum Verschließen wenigstens eines Abschnitts zwischen der ersten Kammer C1 und dem Heizabschnitt TKH vorgesehen. Weiterhin ist ein Mittel 4 zwischen der zweiten Kammer C2 und dem Heizabschnitt TKH vorgesehen. Diese Mittel 3,4 zur Unterbrechung der Kommunikation mit der Kammer C3 können insbesondere als Klappe, Türe, Schieber oder Schottwand ausgebildet sein, die in eine Freigabestellung und in eine Schließstellung bringbar ist. Der Stellungswechsel dieses Mittels 3, 4 kann in vorteilhafter Weise durch elektronisch angesteuerte Stellmittel und/oder Stelltriebe bewerkstelligt werden.

[0133] Bei der dargestellten Vorrichtung ist wenigstens ein Mittel 5 zum Einstellen zumindest einer Temperatur des Durchlaufofens TK, insbesondere eine Steuereinheit CPU vorhanden, mittels dem bzw. der Temperaturen T1, T2, T3 kammer-spezifisch individuell, vorzugsweise in der Ausgabekammer C2 und in der zumindest dritten Kammer C3 individuell einstellbar sind.

[0134] Das zumindest eine Mittel PQ zum Härten der Werkstücke WP ist hier derart gestaltet, dass die in dieses eingebrachten Werkstücke WP darin mittels eines Fluides, vorzugsweise Öl oder Gas, abschreckbar sind.

[0135] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst hier eine Handhabungseinrichtung TS mittels der Werkstücke WP aus dem Durchlaufofen TK, d.h. aus der Ausgabekammer C2 oder von einer der Ausgabekammer C2 nachgeordneten Ablageeinrichtung in das zumindest eine Mittel PQ zum Härten der Werkstücke WP überführbar sind. Die Handhabungseinrichtung TS kann durch einen Roboterarm oder ein Portalsystem gebildet sein.

[0136] Die Steuervorrichtung CPU dient der Steuerung eines Wärmebehandlungsprozesses von vorzugsweise metallischen Werkstücken. Im Rahmen dieses Wärmebehandlungsprozesses werden vorzugsweise aufgekohlte Werkstücke durch eine erste Öffnungseinrichtung 1 in Kammern C1, C2, C3 eines Mittels TK zum Erwärmen von Werkstücken auf eine vorgegebene Temperatur eingebracht und dort erwärmt. Nach Erwärmen werden die Werkstücke WP durch eine zweite Öffnungseinrichtung 2, die von der ersten Öffnungseinrichtung 1 verschieden ist, aus einer Ausgabekammer C2 ausgebracht

und zu einem Mittel zum Härten von Werkstücken transportiert und durch diese abgeschreckt. Die Steuereinrichtung steuert auch die Drücke in den Kammern C1, C2, C3. Der durch die Steuereinrichtung CPU gesteuerte Verfahrensablauf wird in Verbindung mit Figur 3 weiter erläutert.

[0137] Der Durchlaufofen TK stellt mehrere Heizzonen Z1, Z2, Z3, AK zur Verfügung. Der Durchlaufofen TK stellt mehrere Heizzonen Z1, ZTK, AK zur Verfügung. Die Heizzone des Heizabschnittes ZTK ist in weitere Zonen Z2, Z3 untergliedert.

[0138] Die Temperatur in diesen Zonen kann nach Maßgabe der Steuereinheit CPU gesteuert werden. Der Heizabschnitt TKH ist so aufgebaut, dass dieser mehrere Heizzonen Z2, Z3 definiert in welchen in einem hinreichenden Ausmaß unterschiedliche Temperaturen und Heizleistungen einstellbar sind. Sowohl der Eingabebereich TKI, der Heizabschnitt TKH und der Ausgabebereich TKO sind so gestaltet, dass diese Messpunkte TUS bereitstellen zur Erfassung, Überwachung und Dokumentation der Werkstückaufheizung.

[0139] Auch die Drücke in den Kammern C1, C2, C3 werden gemessen und protokolliert.

[0140] Die Drücke in diesen Kammern sind über eine Vakuumpumpe VP unter den Umgebungsdruck absenkbar. Die Kammern C1, C2, C3 sind über ein Leitungssystem und darin vorgesehene elektrisch ansteuerbare Ventile miteinander gekoppelt. Über das Leitungssystem können die Kammern C1, C2, C3 temporär miteinander kommunizieren, so dass im Rahmen einer Teilbelüftung einer Kammer C1, C2 eine entsprechend gegenphasige Teilentlüftung der anderen Kammer C2, C1 bewerkstelligt werden kann.

[0141] Die Darstellung nach Figur 2 zeigt eine unter Einschluss der Vorrichtung nach Figur 1 aufgebaute und als Zelle gestalteten Presshärteanlage. Diese Presshärteanlage umfasst einen Härteofen TK, eine Ausgabeschleuse TKO, zur Ausgabe von Werkstücken WP aus dem Härteofen TK und eine Härtepresse PQ, zum Spannen eines Werkstücks WP und zur Bewerkstelligung eines Abschreckvorganges des Werkstücks WP in gespanntem Zustand.

[0142] Bei der dargestellten Presshärteanlage ist in einem Zwischenbereich zwischen der als Ausgabeschleuse fungierenden Abgabekammer TKO und der Härtepresse PQ ein Handhabungssystem TS vorgesehen. Dieses Handhabungssystem TS wird derart betrieben, dass sich für die Verbringung des Werkstücks WP aus der Ausgabeschleuse in die Härtepresse PQ ein programmtechnisch gesichertes zeitliches Temperaturprofil des Werkstückes WP ergibt.

[0143] Der Härteofen TK ist auch bei diesem Ausführungsbeispiel als Vakuumofen ausgeführt, zum Aufheizen eines Werkstückes WP in einer sauerstoffarmen Umgebung. Weiterhin ist der Härteofen TK als Durchgangsofen ausgeführt. Die Werkstückhandhabung zwischen dem Härteofen TK und der Härtepresse PQ wird hier derart bewerkstelligt, dass das Werkstück WP nach dem

Ausgang aus der Öffnungseinrichtung 2 der Ausgabeschleuse TKO quer zur Durchlaufrichtung DTK durch den Härteofen TK in die Härtepresse PQ geführt wird. Der Härteofen TK und die Härtepresse PQ sind hierzu hinsichtlich des Werkstücklaufes durch das Transfersystem TS über Eck gekoppelt. Der Verbringungsprozess der Werkstücke aus WP aus der Ausgabeschleuse TKO des Härteofens TK zu der Härtepresse PQ und der Abschreckprozess in der Härtepresse PQ erfolgen ablauftechnisch zeitlich gekoppelt. Das Verbringen des Werkstücks aus der Ausgabekammer TKO in die Härtepresse PQ wird als thermisch relevanter Teilschritt des Abschreckprozesses gehandhabt.

[0144] Bei der dargestellten Presshärteanlage ist ein Werkstücktransfersystem WPH1, WPH2 vorgesehen, das sich entlang des Härteofens TK zwischen einem Ausgabebereich der Härtepresse PQ und einer Eingangsöffnung 1 der Eingangsschleuse TK1 des Härteofens TK erstreckt. Das Werkstücktransfersystem WPH1, WPH2 umfasst mehrere verkettete Fördermodule. Über ein erstes Modul des Werkstücktransfersystems WPH1 ist eine Nachkühlungsstation 6, eine Waschstation 7 und/oder eine Prüfstation 8 mit Werkstücken beschickbar. Über ein zweites Modul des Werkstücktransfersystems ist eine Rückführung des jeweiligen Werkstücks in den Eingangsbereich der Zelle CW bewerkstelligbar. Von dort aus können die gehärteten und gewaschenen Werkstücke in die Kühlzellen 10... 13 verbracht werden. Die Presshärteanlage ist derart gestaltet, dass im Bereich der Prüfstation 8 darin befindliche Werkstücke WP aus der Presshärteanlage entnehmbar sind.

[0145] Die Presshärteanlage kann so gestaltet sein, dass die Presshärtung der Werkstücke unter Einsatz einer Matrizeneinrichtung erfolgt. Diese Matrizeneinrichtung dient der Aufnahme des Werkstückes und der Bereitstellung von das Werkstück stützenden Wandungsabschnitten. In der Härtepresse PQ kann das Abschreckmedium im Zusammenspiel mit der Matrizeneinrichtung durch Ventileinrichtungen gesteuert auf das Werkstück geführt werden. Soweit die Werkstückabstützung unter Einsatz eines Kernes oder Dornes erfolgt, ist es möglich, den Abschreckprozess so abzuwickeln, dass durch diesen keine vollständige Werkstückabkühlung erfolgt. Nach dieser Teilabkühlung können aus dem dann noch immer thermisch gedehnten Werkstück die stützenden Strukturen wie Dorne, Kerne, oder Matrizen abgezogen werden. Dann erfolgt eine weitere Abkühlung. Diese kann auch außerhalb der Härtepresse beispielsweise in einem Bad erfolgen.

[0146] In der Vorrichtung nach Figur 1, sowie in der Presshärteanlage nach Figur 2 ist ein Handhabungssystem TS vorgesehen. Dieses Handhabungssystem TS ist in einem Zwischenbereich zwischen der Ausgabekammer TKO und der Härtepresse PQ angeordnet. Dieses Handhabungssystem TS wird derart betrieben, dass sich für die Verbringung des Werkstücks WP aus der Ausgabekammer TKO in die Härtepresse PQ ein programmtechnisch gesicherter zeitlicher Bewegungsablauf für

den Transfer des Werkstückes WP ergibt.

[0147] Das Handhabungssystem ist in Verbindung mit einer entsprechenden Steuereinrichtung derart konfiguriert, dass der Verbringungsprozess und der Abschreckprozess ablauftechnisch zeitlich gekoppelt sind. Der Verbringungsprozess kann mit einem Bereitschaftssignal der Härtepresse PQ aktiviert werden oder nur in einem Bereitschaftszustand PQ der Härtepresse veranlassbar sein. Weiterhin kann ein den Abschluss des Transfervorganges des Werkstückes WP in die Presse PQ bestätigendes Signal den Presshärtungsvorgang starten. Das Handhabungssystem TS befindet sich in einer Härtezelle CW, welche den Härteofen TK und die Härtepresse PQ beherbergt. Die Härtezelle CW ist als Rechteckquaderstruktur gestaltet, der Ofen erstreckt sich in Längsrichtung dieser Quaderstruktur. Die Härtepresse befindet sich in einem Längsendbereich.

[0148] Der durch das Handhabungssystem TS abgewinkelte Werkstück-Transfervorgang wird überwacht und hinsichtlich seines zeitlichen Ablaufes dokumentiert. Hierzu kann insbesondere das thermische Zeitprofil des Werkstücks messtechnisch erfasst und aufgezeichnet werden.

[0149] Die Darstellung nach Figur 2 zeigt insgesamt auch den Aufbau einer Härtezelle, mit dem Härteofen TK, der Härtepresse PQ, einer Werkstückwascheinrichtung 7 und dem Werkstückhandhabungssystem TS zur Verbringung der Werkstücke aus dem Härteofen TK in die Härtepresse PQ. Die Härtezelle CW beinhaltet ein Werkstückrückfördersystem WPH, zur Verbringung der Werkstücke WP aus der Härtepresse PQ zu einem Ein- und Ausgabebereich 9, 9a. Der Härteofen TK ist als Durchgangsofen ausgeführt. Das Werkstückrückfördersystem WPH ist parallel zum Härteofen TK geführt. Die Werkstückwascheinrichtung 7 ist in einem Zwischenbereich zwischen dem Werkstückausgabebereich 9a und der Härtepresse PQ angeordnet und über das Werkstückrückfördersystem WPH beschickbar.

[0150] Der Härteofen TK weist eine Eingangsschleuse TKI und eine Ausgangsschleuse TKO auf. In einer der Eingangsschleuse TKI vorgelagerten Zone ist ein Beschickungssystem LS vorgesehen. Über das Werkstückrückfördersystem WPH1, WPH2 ist ein Werkstücktransfer zwischen der Presse PQ und dem Beschickungssystem LS bewerkstelligbar. In einem dem Eingangsbereich oder der Eingangsschleuse TKI des Härteofens TK benachbarten Bereich der Härtezelle CW ist ein Werkstückspeicher WPB1, WPB2 vorgesehen. Weiterhin ist in einem dem Eingangsbereich TKI des Härteofens TK benachbarten Bereich der Härtezelle CW eine erste Kühlzelle 10 vorgesehen. In einem dem Eingangsbereich TKI des Härteofens TK benachbarten Bereich der Härtezelle CW sind weitere Kühlzellen 11, 12, 13 vorgesehen. Der Werkstückspeicher WPB1, WPB2 und/oder die Kühlzellen 10, 11, 12, 13 sind über das Beschickungssystem LS erreichbar, so dass aus diesen Modulen Werkstücke WP durch das Beschickungssystem entnehmbar und in diese Module einbringbar sind. Die Kühlzellen 10...13 kön-

nen auch mit Heizeinrichtungen ausgestattet sein, so dass über diese Zellen auch ein Anlassprozess abwickelbar ist.

[0151] Die Härtezelle CW ist von einer Zellenwand CW2 umschlossen. Das Werkstückrückfördersystem WPH ist an eine Ausgabeschleuse 8 angebunden. Über diese Ausgabeschleuse 8 ist eine Werkstückausschleusung aus der Härtezelle CW zur Bewerksstellung einer Werkstückprüfung bewerkstelligbar. Über die Ausgabeschleuse können geprüfte Werkstücke WP auch wieder in die Anlage zurückgegeben werden um beispielsweise in die Kühlzellen-Module 10...13 eingesetzt zu werden.

[0152] Die Steuerung des Betriebs der Härtezelle erfolgt durch eine Steuereinrichtung CPU (vgl. Fig. 1) die hier beispielhaft in zwei signaltechnisch gekoppelte Module CE, CP1 untergliedert ist, wobei das Modul CE primär für das Werkstückhandling im Eingangsbereich des Härteofens TK herangezogen wird und das Modul CP1 den Werkstückfluss im Härteofen TK, das Transfersystem TS und die Härtepresse PQ steuert. Es werden damit alle für die Handhabung des Werkstücks WP ab Eingang in den Härteofen TK bis zum Abschluss des Härteprozesses relevante Steueraufgaben, einschließlich der Temperatursteuerung des Härteofens TK durch das Steuermodul CP1 koordiniert. Das Steuermodul CP1 übernimmt damit das "Hot-Handling" und das Steuermodul CE das "Cold-Handling". Die Prozesse im "Hot-Handling" werden werkstückspezifisch dokumentiert. Für das "Cold-Handling" erfolgt eine Dokumentation lediglich im Hinblick auf die Störungsfreiheit des Handlingprozesses. Die über das Modul CE abgewickelte Cold-Handling Steuerung umfasst auch die Werkstückhandhabung nach Ausgang aus der Härtepresse PQ. Etwaige Daten zur thermischen Werkstücknachbehandlung, insbesondere Kühlen und erneutes Anlassen, können wieder dem Modul CP1 zugeführt werden.

[0153] Die Darstellung nach Figur 3 zeigt schematisch eine Steuereinrichtung CPU und ein Flussdiagramm eines durch diese Steuereinrichtung abgearbeiteten Prozesses. Die Steuereinrichtung CPU steuert den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bewerksstellung eines Presshärtungsprozesses, bei welchem im Rahmen eines Temperierungsschrittes Werkstücke in einem Härteofen erwärmt und im Rahmen eines Abschreckschrittes in einer Härtepresse abgeschreckt werden. Die Steuereinrichtung CPU ist hier beispielhaft über ein Bus-System mit den Schaltorganen der gesteuerten Komponenten der Härteanlage gekoppelt. Der hier verwendete Begriff des Steuerns umfasst im Kontext der vorliegenden Beschreibung auch das Regeln, die Steuereinrichtung kann insoweit eine Regeleinrichtung darstellen, und Stellgrößen unter Berücksichtigung von zurückgeführten Signalen, insbesondere hinsichtlich Druck, Temperatur und Werkstückposition dynamisch einstellen.

[0154] Gemäß dem durch Konfiguration der Steuereinrichtung CPU durch diese abgewickelten Anlagenbetriebsverfahren wird im Rahmen des Schrittes S1 ein

Werkstück WP durch die Handhabungseinrichtung aus dem Werkstückvorhaltelager WPB1 aufgegriffen und in einen der ersten Öffnungseinrichtung 1 vorgelagerten Bereich verbracht. Im Schritt S2 wird in einem Systemzustand in welchem die Sperrwand 3 geschlossen ist der Druck in der Kammer C1 an den Umgebungsdruck angeglichen. Im Schritt S3 wird die Öffnungseinrichtung 1 geöffnet. Im Schritt S4 wird das Werkstück WP in die Eingangskammer C1 eingebracht. Im Schritt S5 wird die Öffnungseinrichtung 1 geschlossen.

[0155] Im Schritt S6 wird der Druck in der Kammer C1 auf den Innendruck in der dritten Kammer C3 abgesenkt. Im Schritt S7 wird die Sperrwand 3 geöffnet. Im Schritt S8 wird das Werkstück in Durchlaufrichtung des Ofens TK in die dritte Kammer C3 gefördert. Im Schritt S9 wird die Sperrwand 3 geschlossen.

[0156] In den Schritten S10 bis S15 wird das Werkstück durch in Durchlaufrichtung DTK abfolgende Zonen oder Stationen des Ofens TK gefördert und in diesen Zonen definiert aufgeheizt. In der Kammer C3 herrscht ein definierter Unterdruck der über eine hier nicht weiter beschriebene Steueroutine eingestellt und aufrechterhalten wird.

[0157] Sobald sich das Werkstück WP in einem geforderten thermischen Zustand in der letzten der Sperrwand 4 vorgelagerten Zone der Kammer C3 befindet wird im Schritt S16 in der Ausgabekammer C2 der Druck auf den Innendruck der Kammer C3 abgesenkt. Im Schritt S17 wird die Sperrwand 4 geöffnet und das Werkstück WP in die den Ausschleuseabschnitt TKO bildende Ausgabekammer C2 verbracht. Die Sperrwand 4 wird im Schritt S18 geschlossen. Im Schritt S19 wird der Druck in der Kammer C2 auf Umgebungsdruckniveau erhöht. Die Druckerhöhung kann bewerkstelligt werden, indem der Druckausgleich durch Zufuhr eines inerten Gases in die Kammer C2 bewerkstelligt wird. Im Schritt S20 wird die Temperatur in der Ausgabekammer C2 auf eine Werkstückhaltetemperatur eingestellt. Im Schritt S21 wird abgefragt, ob sich das Transfersystem TS und die Härtepresse PQ in einem zur Abarbeitung des Abschreckvorganges geeigneten Bereitschaftszustand befinden.

[0158] Im Schritt S22 wird der Abschreckvorgang aktiviert. Hierzu wird im Schritt Q1 die Öffnungseinrichtung 2 geöffnet. Im Schritt Q2 greift das Transfersystem TS das Werkstück WP aus der Kammer C2 ab und transferiert dieses auf einer definierten Bahn mit einem definierten Geschwindigkeitsprofil in die Härtepresse PQ. Im Schritt Q3 spannt die Härtepresse PQ das eingesetzte Werkstück. Im Schritt Q4 erfolgt die Beaufschlagung des gespannten Werkstücks mit einem Abschreckmedium.

[0159] Die Schritte Q1 bis Q4 bilden eine Prozessschrittgruppe, die in einem programmtechnisch definierten zeitlichen Rahmen abgearbeitet wird. Das Freigeben des Werkstücks WP in der Kammer C2 und der Transfervorgang des Werkstücks WP in die Härtepresse PQ bilden Teil des Abschreckprozesses der werkstückspezifisch parametrisiert abgewickelt wird. Das Handhabungssystem TS wird hierbei derart betrieben, dass sich

für die Verbringung des Werkstücks WP aus der Ausgabebereinrichtung TKO in die Härtepresse PQ ein programmtechnisch gesichertes zeitliches Temperaturprofil des Werkstückes WP sowie auch eine programmtechnisch gesicherte zeitliche Gaskontaktierung des Werkstückes WP ergibt.

[0160] Der mit dem Öffnen der Öffnungseinrichtung 2 beginnende Verbringungsverfahren kann nur in Verbindung mit einem Bereitschaftssignal der Härtepresse abgewickelt werden. Es gibt insoweit keine außerhalb des definierten Ablaufs anfallende Wartezeit oder Prozesszeitstreckung.

[0161] Im Anschluss an die Presshärteschrittfolge Q1...Q4 wird die Härtepresse PQ im Schritt S23 geöffnet und das Werkstück im Schritt S24 aus der Härtepresse PQ entnommen.

[0162] Im Schritt S25 wird das Werkstück in einen Werkstückträger eingesetzt und im Schritt S26 einer Waschstation zugeführt.

[0163] Nach dem erfindungsgemäß durch die Steuereinrichtung CPU veranlassten Anlagenbetrieb erfolgt das Öffnen der Öffnungseinrichtung 2 und der Aufgriff des Werkstückes in dem Ausgangsbereich TKO des Härteofens wenn das Werkstück einen definierten thermischen Zustand erlangt hat und das Transfersystem und die Härtepresse in einem Bereitschaftszustand sind. Die Prozessschrittgruppe Q1...Q4 nimmt mit dem Öffnen der Öffnungseinrichtung 2 ihren Lauf.

[0164] Im Rahmen der Mediumbeaufschlagung des Werkstückes WP in der Härtepresse PQ erfolgt in dem Schritt Q4 eine programmtechnisch definierte und durch Stellmittel abgestimmte Beaufschlagung des Werkstückes mit einem Abschreckmedium.

[0165] Die Erwärmung der Werkstücke im Rahmen des Durchlaufs durch den Härteofen UND wird messtechnisch erfasst und werkstückspezifisch aufgezeichnet und dokumentiert.

[0166] Die Darstellung nach Figur 4 zeigt eine Presshärteanlage, mit einem Härteofen TK, der als Durchlaufofen ausgeführt ist und einen Ofeneingang TKI und einen Ofenausgang TKO aufweist. Die Presshärteanlage umfasst weiterhin eine Härtepresse PQ, zum Spannen eines Werkstücks und zur Bewerksstellung eines Abschreckvorganges des Werkstücks in gespanntem Zustand. In einem Zwischenbereich zwischen dem Ofenausgang TKO und der Härtepresse PQ ist ein Handhabungssystem TS vorgesehen. Weiterhin ist in einem dem Ofeneingang TKI benachbarten Bereich ein Werkstückbeschickungssystem LS vorgesehen.

[0167] Das Handhabungssystem TS und das Werkstückbeschickungssystem LS sind über einen am Durchlaufofen TK vorbei geführten Werkstückträgerförderweg DTR miteinander verbunden.

[0168] Über den Werkstückträgerförderweg erfolgt eine Rückführung der Werkstückträger zum Eingangsbereich des Durchlaufofens TK. Die Werkstückträger durchwandern sowohl in Eingangsbereich des Durchlaufofens TK, als auch am Ausgangsbereich des Durch-

laufofens TK Zonen in welchen eine Werkstückhandhabung durch Transfersysteme die insbesondere durch einen Roboterarm oder einen Portalroboter gebildet sind, erfolgt. Der Werkstückträgerförderweg verläuft parallel zum Durchlaufofen. Wiederum parallel zu diesem Werkstückträgerförderweg verläuft auch der in Verbindung mit Figur 2 beschriebene Werkstückförderweg WPH ab dem Ausgang aus der Härtepresse PQ zurück zu den Kühlzellen 10...13.

[0169] Hierdurch wird es möglich, über das Handhabungssystem TS die aus dem Ofenausgang herausgeführten Werkstückträger aufzugreifen und zum Eingang des Härteofens TK zu verbringen.

[0170] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken WP kann in einer Weiterbildung vorgesehen sein, dass die Schritte: Aufgreifen der Werkstücke WP in einem im Umfeld der zweiten Öffnungseinrichtung 2 befindlichen Ofenausgangsbereich mittels eines Handhabungssystems TS, Einsetzen der Werkstücke WP in die Härtepresse PQ, Abwicklung des Abschreckprozesses und Ausbringen der Werkstücke WP aus der Härtepresse PQ erfolgen, wobei die Verbringung der Werkstücke WP in die Härtepresse PQ durch das Handhabungssystem TS und die Bewerksstellung des Abschreckprozesses durch die Härtepresse PQ eine Prozessschrittgruppe Q1...Q4 bilden, die in einem programmtechnisch definierten zeitlichen Rahmen abgearbeitet wird.

[0171] Eine weitere Ausgestaltung einer Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens umfasst zumindest ein Mittel TK zum Erwärmen von Werkstücken und ferner zumindest ein Mittel PQ zum Härten von Werkstücken, wobei das zumindest eine Mittel TK zum Erwärmen von Werkstücken als Durchlaufofen ausgebildet ist, durch welchen die Werkstücke WP in einer Durchlaufrichtung hindurchförderbar sind, der Durchlaufofen einen Eingangsabschnitt, einen Heizabschnitt und einen Ausgangsabschnitt aufweist, die Werkstücke WP über eine erste Öffnungseinrichtung 1 in den Eingangsabschnitt einbringbar sind, die Werkstücke WP über eine zweite Öffnungseinrichtung 2 aus dem Ausgangsabschnitt ausbringbar sind, der Ausgangsabschnitt eine Ausgabekammer C2 umfasst und die Ausgabekammer C2 gegenüber dem Heizabschnitt TKH und dem Mittel PQ zum Härten des Werkstückes gesteuert verschließbar ist.

[0172] Die vorstehenden Ausführungen zu dieser Vorrichtung gelten entsprechend.

[0173] Es versteht sich, dass die obige detaillierte Beschreibung und die Zeichnungen zwar bestimmte exemplarische Ausgestaltungen der Erfindung darstellen, dass sie aber nur zur Veranschaulichung gedacht sind und nicht als den Umfang der Erfindung einschränkend ausgelegt werden sollen. Diverse Abwandlungen der beschriebenen Ausgestaltungen sind möglich, ohne den Rahmen der nachfolgenden Ansprüche und deren Äquivalenzbereich zu verlassen. Insbesondere gehen aus dieser Beschreibung und den Figuren auch Merkmale

der Ausführungsbeispiele hervor, die nicht in den Ansprüchen erwähnt sind. Solche Merkmale können auch in anderen als den hier spezifisch offenbarten Kombinationen auftreten. Die Tatsache, dass mehrere solcher Merkmale in einem gleichen Satz oder in einer anderen Art von Textzusammenhang miteinander erwähnt sind, rechtfertigt daher nicht den Schluss, dass sie nur in der spezifisch offenbarten Kombination auftreten können. Stattdessen ist grundsätzlich davon auszugehen, dass von mehreren solchen Merkmalen auch einzelne weggelassen oder abgewandelt werden können, sofern dies die Funktionsfähigkeit der Erfindung nicht in Frage stellt. Die Funktionen der Härteanlage auch Verfahrensschritte darstellen, nach welchen die durch die Härteanlage geführten Werkstücke behandelt werden.

Patentansprüche

1. Steuereinrichtung zum Steuern eines Prozesses zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken, unter Einsatz eines Härteofens (TK), der einen Heizabschnitt (TKH) und einen Ausgabeabschnitt (TKO) umfasst, einer Härtepresse (PQ) und eines Transfersystems (TS), wobei die Steuereinrichtung (CPU) derart ausgebildet ist, dass diese
 - die Verbringung eines Werkstücks (WP) von dem Heizabschnitt (TKH) in den Ausgabeabschnitt (TKO),
 - die Verbringung des Werkstücks aus dem Ausgabeabschnitt (TKO) in die Härtepresse (PQ) und
 - den Beginn des Abschreckprozesses koordiniert.
2. Steuereinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese eine Eingangsinformation berücksichtigt, die indikativ ist für einen Betriebszustand der Härtepresse (PQ).
3. Steuereinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eingangsinformation den Bereitschaftszustand der Härtepresse (PQ) darstellt.
4. Steuereinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eingangsinformation die Zeitdauer bis zur Erlangung des Bereitschaftszustandes der Härtepresse (PQ) darstellt.
5. Steuereinrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (CPU) derart konfiguriert ist, dass diese die Verbringungszeit eines Werkstückes (WP) aus dem Ausgabeabschnitt (TKO) in die Härtepresse (PQ) berücksichtigt.
6. Steuereinrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Heizabschnitt (TKH) als Vakuumdurchgangsofen ausgebildet ist und der Ausgabeabschnitt (TKO) eine Ausschleusekammer (C2) bildet, wobei die Steuereinrichtung (CPU) eine zwischen dem Heizabschnitt (TKH) und dem Ausgabeabschnitt (TKO) vorgesehene Durchgangsschleuse (4) steuert.
7. Steuereinrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Ausgabeabschnitt (TKO) eine Heizeinrichtung vorgesehen ist, und dass die Steuereinrichtung (CPU) derart ausgebildet ist, dass diese die über die Heizeinrichtung in das Werkstück (WP) in dem Ausgabeabschnitt (TKO) einzukoppelnde Heizleistung abstimmt.
8. Steuereinrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck in dem Ausgabeabschnitt (TKO) unter den Umgebungsdruck absenkbar und an den Umgebungsdruck angleichbar ist und dass die Steuereinrichtung (CPU) derart ausgebildet ist, dass diese die Druckeinstellung in dem Ausgabeabschnitt (TKO) bewerkstelligt.
9. Steuereinrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (CPU) derart ausgebildet ist, dass diese die Übergabezeit eines Werkstückes (WP) von dem Heizabschnitt (TKH) in den Ausgabeabschnitt (TKO) berücksichtigt und diese Übergabe derart abstimmt, dass sich für das Verweilen des Werkstücks (WP) in dem Ausgabeabschnitt (TKO), die Verbringung des Werkstücks (WP) in die Härtepresse (PQ) und die Abwicklung der Abschreckbehandlung ein werkstückspezifisch abgestimmter zeitlicher Rahmen ergibt.
10. Steuereinrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Heizabschnitt (TKH) ein Eingangsabschnitt (TKI) vorgelagert ist und dass zwischen dem Eingangsabschnitt (TKI) und dem Heizabschnitt (TKH) eine Schleuseneinrichtung (3) vorgesehen ist und dass die Steuereinrichtung (CPU) derart ausgebildet ist, dass diese die Einbringung eines Werkstückes (WP) aus dem Eingangsabschnitt (TKI) in den Heizabschnitt (TKH) unter Berücksichtigung der Verweilzeit des Werkstückes (WP) in dem Heizabschnitt abstimmt.
11. Steuereinrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Temperaturwerte des Werkstückes (WP) in dem Heizabschnitt (TKH) und/oder in dem Ausgabeabschnitt (TKO) erfasst werden und dass die Steuer-

einrichtung (CPU) derart ausgebildet ist, dass diese die erfassten Temperaturwerte für den Transfer des Werkstückes (WP) durch den Durchgangsofen und die Übergabe an die Härtepresse (PQ) berücksichtigt.

5

12. Verfahren zum Steuern eines Prozesses zur Wärmebehandlung von metallischen Werkstücken, unter Einsatz eines Härteofens der einen Heizabschnitt und einen Ausgabeabschnitt umfasst, einer Härtepresse sowie eines Transfersystems, wobei im Rahmen dieses Verfahrens

10

- die Verbringung eines Werkstücks von dem Heizabschnitt in den Ausgabeabschnitt,
- die Verbringung des Werkstücks in die Härtepresse und
- der Beginn des Abschreckprozesses in der Härtepresse koordiniert werden und
- diese Koordination derart erfolgt, dass die Verbringung in den Ausgabeabschnitt, der Transfer aus dem Ausgabeabschnitt in die Härtepresse und der Beginn des Abschreckprozesses in einem werkstückspezifisch festgelegten zeitlichen Rahmen erfolgen.

15

20

25

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Rahmen des Öffnens des Ausgabeabschnitts zur Umgebung die Heizleistung im Ausgabeabschnitt in einem Ausmaß erhöht wird das den Wärmeverlust über die Öffnung des Ausgabeabschnitts kompensiert.

30

35

40

45

50

55

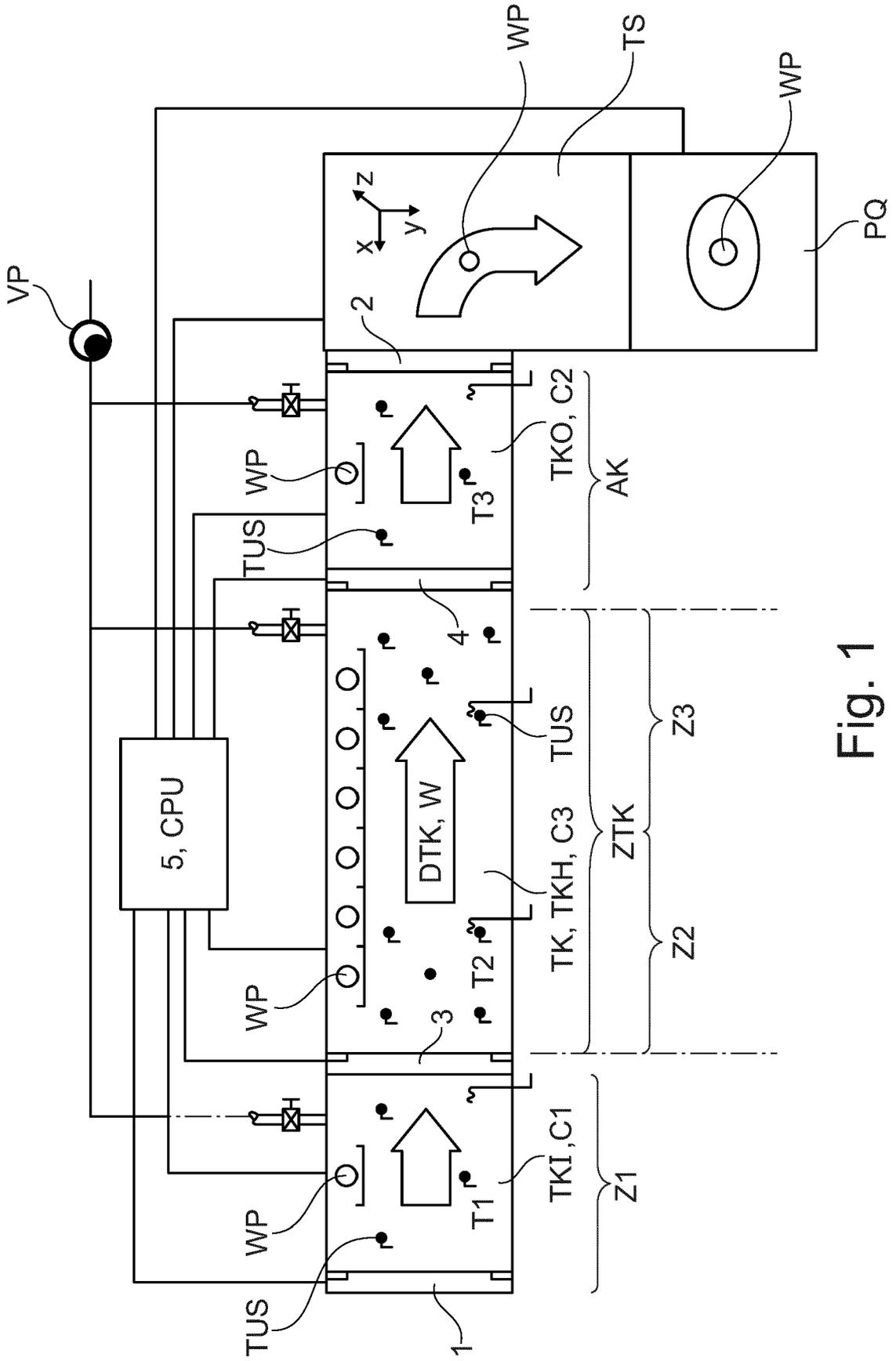


Fig. 1

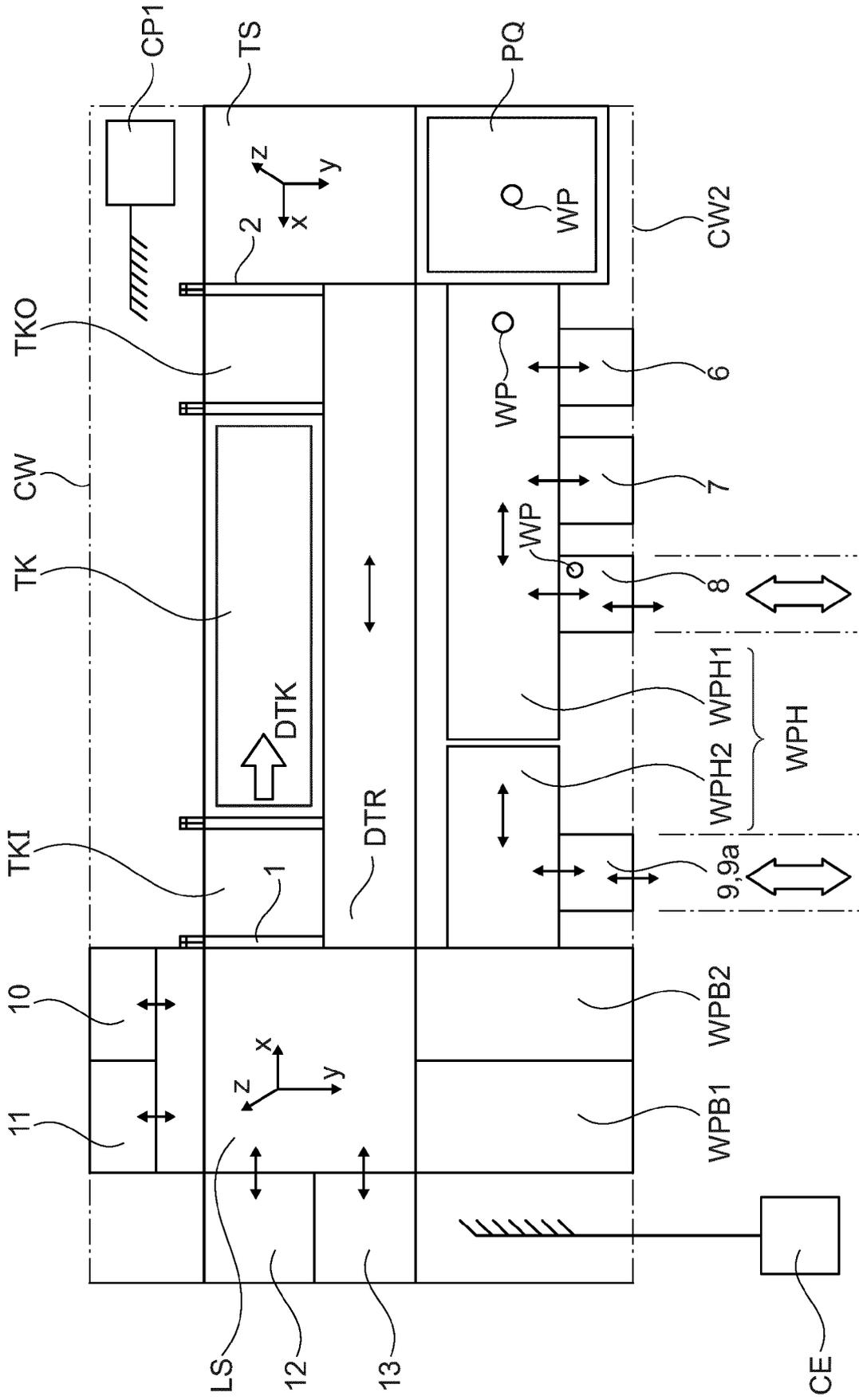


Fig. 2

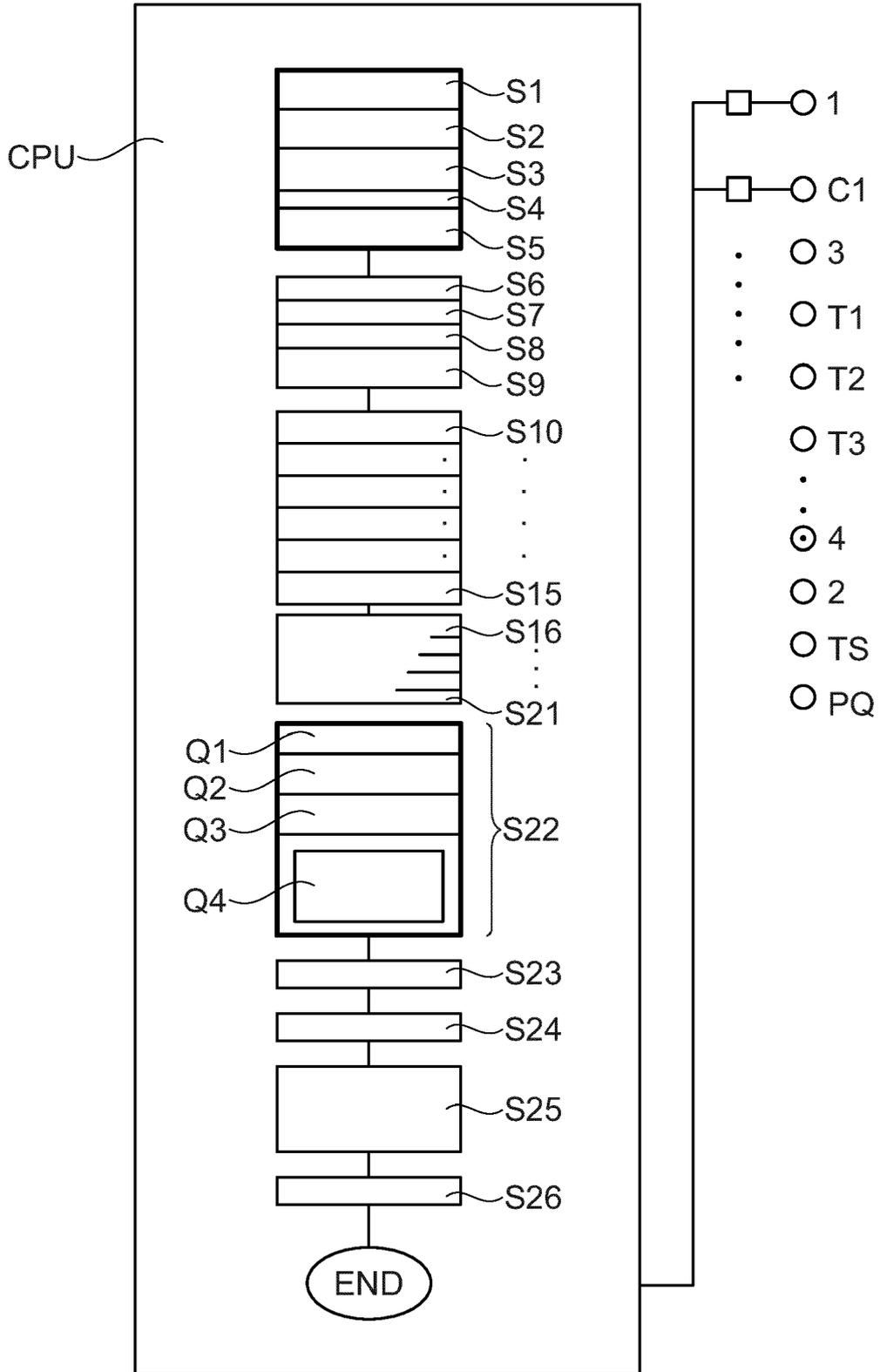


Fig. 3

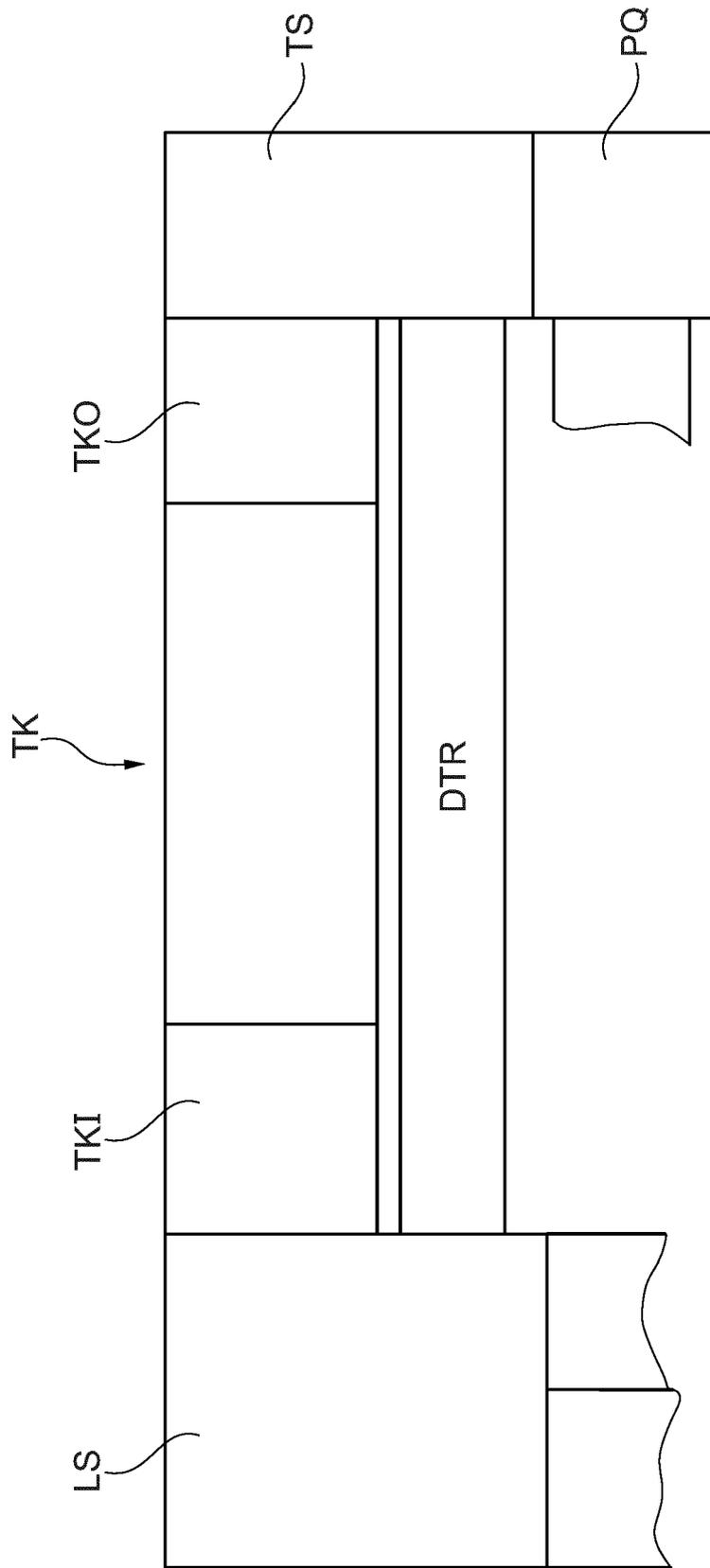


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 16 7270

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04/C03) 2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2019/213774 A1 (MAGNA INT INC [CA]) 14. November 2019 (2019-11-14)	1-6, 8-12	INV. C21D7/13
Y	* 0006, 0021, 0036, 0059; Anspr. 1; Fig. 1 *	7, 13	C21D9/00 C21D9/46 C21D11/00
X	T. TAYLOR ET AL: "Critical review of automotive hot-stamped sheet steel from an industrial perspective", MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY, Bd. 34, Nr. 7, 18. Januar 2018 (2018-01-18), Seiten 809-861, XP055711575, GB ISSN: 0267-0836, DOI: 10.1080/02670836.2018.1425239	1-6, 8, 9, 11, 12	C21D1/18 C21D1/673 C21D1/74 B21D22/00 F27B9/00 B21C51/00 B21D37/00 B21D53/00 B21J17/00 F27D19/00 F27D21/00
Y	* S. 817, 843, 846; Fig. 8, 48 a-c *	7, 13	
A		10	
Y	DE 10 2017 120128 A1 (SCHWARTZ GMBH [DE]) 7. März 2019 (2019-03-07) * 0040; Fig. 1 *	7, 13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C21D B21D F27D F27B B21L B21C B21J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. Juni 2022	Prüfer Kreutzer, Ingo
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 16 7270

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-06-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2019213774 A1	14-11-2019	CA 3096907 A1	14-11-2019
			CN 112118922 A	22-12-2020
			EP 3790687 A1	17-03-2021
			US 2021237138 A1	05-08-2021
			WO 2019213774 A1	14-11-2019
20	DE 102017120128 A1	07-03-2019	CN 111108221 A	05-05-2020
			DE 102017120128 A1	07-03-2019
			EP 3676408 A1	08-07-2020
			US 2021155996 A1	27-05-2021
			WO 2019043161 A1	07-03-2019
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82