

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50350/2018
(22) Anmeldetag: 25.04.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2019

(51) Int. Cl.: **B22D 29/00** (2006.01)
G01N 29/04 (2006.01)
G01M 7/08 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2017208065 A1
WO 2018046373 A1
DE 102014221897 A1
EP 0304683 A2

(71) Patentanmelder:
Fill Gesellschaft m.b.H.
4942 Gurten (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Verfahren zum Entkernen eines Gußteils**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entkernen eines Gußteils (1) durch Zerstören zumindest eines in einem Inneren des Gußteils (1) befindlichen Kerns (2), wobei in einem Schritt i) eine zum Zertrümmern des Kerns (2), insbesondere minimal, erforderliche Dissoziationsenergie ermittelt wird.

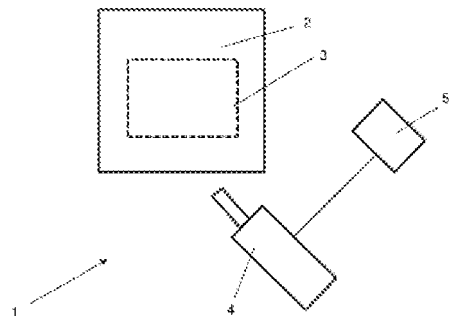


FIG. 1

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entkernen eines Gußteils (1) durch Zerstören zumindest eines in einem Inneren des Gußteils (1) befindlichen Kerns (2), wobei in einem Schritt i) eine zum Zertrümmern des Kerns (2), insbesondere minimal, erforderliche Dissoziationsenergie ermittelt wird.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entkernen eines Gußteils durch Zerstörung zumindest eines in einem Inneren des Gußteils befindlichen Kerns.

Weiters betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Entkernen eines Gußteils durch Zerstören eines in einem Inneren des Gußteils befindlichen Kerns, wobei die Vorrichtung zumindest ein Energieübertragungsmittel zur Übertragung von zur Zerstörung des Kerns notwendiger Dissoziationsenergie auf den Gußteil, insbesondere einen Hammer und/oder Rüttel- und/oder Stoßvorrichtung, sowie zumindest eine Steuerung aufweist.

Unter Zerstören eines Kernes versteht man das Ausbilden von genügend großen Bruchbereichen um die entstehenden Bruchstücke aus dem Gußteil entfernen zu können. Vorteilhaft ist es, wenn der Kern zum überwiegenden Teil (z.B. 80% des Kernvolumens) Bruchbereiche ausbildet. Somit kann es zielführend sein, mehrere Energieübertragungen, beispielsweise mittels Hammerschlägen oder Stößen, auf den Kern auszuüben.

Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Software und ein Computerprogrammprodukt.

Bei Gießprozessen, bei welchen Formen mit Kernen, insbesondere Sandkernen, zum Einsatz kommen, kann es infolge von thermischen und mechanischen Belastungen des Kerns zu einer Veränderung des Kerns kommen. So kann es während des Gießprozesses beispielsweise zu einem Schmelzen oder Ändern der Eigenschaften von Kernmaterial und/oder der Binder kommen, wobei nach einer Erstarrung der Kernmaterialschnmelze die mechanische Belastbarkeit des Kerns gegenüber seinem Ausgangszustand wesentlich erhöht sein kann. Was zur Folge haben

kann, dass die für die Zerstörung des Kerns erforderliche Energie sehr hoch werden kann, wodurch Probleme bei dem Entkernungsprozess entstehen können, da ein zu geringer Energieeintrag nicht zu einer Zerstörung des Kernes und ein zu hoher Energieeintrag möglicherweise zu einer Zerstörung des Gußteils führen kann.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die oben genannten Nachteile des Stands der Technik zu überwinden und den Entkernprozess vorhersagbarer und effizienter zu machen sowie zu gewährleisten, dass der Gußteil durch das Entkernen nicht zerstört wird.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in einem Schritt i) eine zum Zerstören des Kerns, insbesondere minimal, erforderliche Dissoziationsenergie ermittelt wird.

Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht es unter anderem, eine Überbeanspruchung des Gußteils während des Entkernprozesses zu vermeiden und trotzdem eine Zerstörung des Kerns zu gewährleisten.

Gemäß einer besonders bevorzugten Variante der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass in einem Schritt ii) zumindest eine Energie, welche der in Schritt i) ermittelte erforderliche Dissoziationsenergie entspricht, über den Gußteil auf den Kern übertragen wird. Hierbei kann ein Schlag einer höheren Energie oder mehrere Schläge geringerer Energie oder einer Vielzahl an Schlägen einer geringsten Energie auf das Gußteil ausgeübt werden. Ebenfalls hat es sich gezeigt, dass man einen ersten Bruchbereich mit einer ersten übertragenen Energie und einen zweiten Bruchbereich mit einer zweiten übertragenen Energie in dem Kern ausbilden kann.

Vorteilhafterweise kann in Schritt i) die Ermittlung der erforderlichen Dissoziationsenergie zur Zerstörung des zumindest einen Kerns unter Berücksichtigung einer Schrumpfung eines den Gußteil bildenden Materials während eines Erstarrungsvorganges des Materials erfolgen.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann in Schritt i) aus der Schrumpfung des Materials eine Volumenänderung des Gußteils während des Erstarrungsvorganges ermittelt und zumindest anhand der Volumenänderung eine Bindungsenergie des Kerns ermittelt werden.

Gemäß einer weiteren Variante der Erfindung kann in Schritt i) zumindest ein während der Schrumpfung des Materials, aus welchem der Gußteil gebildet ist, von dem Material auf den Kern ausgeübter Druck bestimmt und unter zumindest anhand zumindest einer Druckverteilung in dem Kern während der Schrumpfung des Materials die Bindungsenergie des Kerns berechnet werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform kann in Schritt i) die Ermittlung der erforderlichen Dissoziationsenergie zur Zerstörung des zumindest einen Kerns zumindest anhand zumindest einer Temperaturverteilung in dem zumindest einen Kern während eines Gießvorganges erfolgen. So kann beispielsweise bei einer höheren Temperatur als eine Umgebungstemperatur sowie bei einer Umgebungstemperatur die Dissoziationsenergie ermittelt werden, welche den Gußteil nicht beschädigt.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung, die sich durch eine sehr hohe Berechnungsgenauigkeit auszeichnet, kann in Schritt i) die erforderliche Dissoziationsenergie zur Zerstörung des Kerns aus der Bindungsenergie des Kerns berechnet werden.

Als besonders günstig hat es sich erwiesen, wenn der Kern ein Sandkern und/oder Salzkern ist, insbesondere ein anorganisch gebundener Sandkern und/oder Salzkern.

Um Beschädigungen des Gußteils zu vermeiden, kann die in Schritt ii) übertragene Energie unter einer zur Verformung des Gußteils erforderlichen Verformungsenergie liegen.

Eine besonders exakte Bestimmung der zur Zerstörung des Kerns erforderlichen Energie lässt sich dadurch erzielen, dass in Schritt i) die erforderliche Dissoziationsenergie zur Zerstörung des Kerns mittels einer Gießprozess-Simulation berechnet wird.

Entsprechend einer bevorzugten Variante kann in Schritt i) mittels der Gießprozess-Simulation Eigenspannungen des Kernes und/oder des Gußteils berechnet werden.

Der Entkernvorgang lässt sich dadurch weiter optimieren, dass in Schritt i) mittels der Gießprozess-Simulation aus den Eigenspannungen des Kernes zumindest ein Bruchbereich ermittelt wird, entlang welchem der Kern mechanisch schwächer ausgebildet ist, als in anderen Bereichen des Kernes.

Um eine optimale Position für die Energieübertragung auf den Kern zu ermitteln, kann in Abhängigkeit von einer Geometrie des Gußteils und der Lage des zumindest einen Bruchbereichs zumindest eine Stelle auf dem Gußteil ermittelt werden, auf welche der zumindest eine Schlag ausgeübt wird oder mehrere Schläge ausgeübt werden.

Um eine Belastbarkeit des Gußteils zu ermitteln, kann in Schritt i) mittels der Gießprozess-Simulation die Verformungsenergie des Gußteils berechnet werden. In Abhängigkeit von der Temperatur kann sich die mechanische Belastbarkeit des Gußteils verändern.

Die oben genannte Aufgabe kann auch mit einer Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst werden, dass die zumindest eine Steuerung dazu eingerichtet ist, anhand einer gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15 ermittelten Dissoziationsenergie zur Zerstörung des Kerns, eine Bewegung des Energieübertragungsmittels, insbesondere Hammers und/oder Rüttel- und/oder Stoßvorrichtung derart zu steuern, dass durch die Bewegung des Energieübertragungsmittels zumindest eine Energie, welche der zur Zerstörung des Kerns erforderlichen Dissoziationsenergie entspricht und kleiner als eine

zur Verformung eines Materials des Gußkörpers erforderlichen Energie ist, auf den Gußteil übertragen ist.

Als besonders vorteilhaft hat es sich herausgestellt, wenn die einzubringende Dissoziationsenergie über die Anzahl der Schläge gesteuert wird. Zudem sei darauf hingewiesen, dass unter einem Hammer in diesem Dokument jede Art von mechanischer Belastungsvorrichtung verstanden wird.

Vorteilhafterweise kann die Steuerung dazu eingerichtet sein, die zum Zertrümmern des Kerns erforderliche Dissoziationsenergie zu ermitteln.

Die eingangs genannte Aufgabe kann auch mit einer Software erfindungsgemäß dadurch gelöst werden, welche, wenn sie in einen Arbeitsspeicher eines Computers geladen ist, zumindest den Schritt i) gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15 ausführt.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann die Software, wenn sie in den Arbeitsspeicher eines Computers geladen ist, auch den Schritt ii) gemäß dem Verfahren nach Anspruch 2 steuern.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabenstellung kann auch mit einem Computerprogrammprodukt gelöst werden, welches auf einem computerlesbaren Medium gespeichert ist und zumindest einen Softwarecode zur Ausführung des Schrittes i) des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15 umfasst.

Vorteilhafterweise kann das Computerprogrammprodukt zumindest einen Softwarecode zur Steuerung des Verfahrensschrittes ii) gemäß Anspruch 2 aufweisen.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

Gemäß Fig. 1 weist eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum Zerstören eines Kernes 3 eines Gußteils 2 eine Energieübertragungsvorrichtung, beispielsweise einen oder mehrere Hämmer 4, sowie eine Steuerung 5, beispielsweise einen entsprechend programmierten Mikro- oder Signalprozessor, auf. Bei dem Kern 3 handelt es sich bevorzugt um einen Sandkern. Zusätzlich oder alternativ zur Verwendung eines oder mehrerer Hämmer 4 können beispielsweise auch Rüttelvorrichtungen oder kombinierte Rüttel-/Stoßvorrichtungen verwendet werden. In weiterer Folge wird aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit ohne Beschränkung der Allgemeinheit nur auf den Hammer 4 Bezug genommen, wobei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen sein soll, dass unter einem Hammer in dem vorliegenden Zusammenhang jede Art von Vorrichtung zur mechanischen Belastung des Gußteils 2 verstanden wird.

Die Steuerung 5 ist dazu eingerichtet, anhand einer ermittelten, insbesondere minimalen, Dissoziationsenergie, die zur Zerstörung des Kernes 3 erforderlich ist, eine Bewegung des Hammers 4 derart zu steuern, dass durch die Bewegung des Hammers 4 gegen eine Außenseite des Gußteils 2 zumindest eine Energie, welche der

zur Zerstörung des Kerns 3 erforderlichen Dissoziationsenergie entspricht und kleiner als eine zur Verformung eines Materials des Gußteils 2 erforderlichen Energie ist auf den Gußteil 2 übertragen wird.

Die Steuerung 5 kann auch dazu eingerichtet sein, die zum Zertrümmern des Kerns 3, insbesondere minimal, erforderliche Dissoziationsenergie zu ermitteln.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird in einem Schritt i) die zum Zertrümmern des Kerns 3, insbesondere minimal, erforderliche Dissoziationsenergie ermittelt. In einem Schritt ii) kann zumindest eine Energie, welche der in Schritt i) ermittelten Dissoziationsenergie entspricht, über zumindest einen Schlag auf eine Außenseite des Gußteils 2 auf den Kern 3 übertragen werden.

Die Ermittlung der Dissoziationsenergie zur Zerstörung des Kerns 3 kann unter Berücksichtigung einer Schrumpfung eines den Gußteil 2 bildenden Materials während eines Erstarrungsvorganges des Materials erfolgen. Aus der Schrumpfung des Materials kann eine Volumenänderung des Gußteils 2 während des Erstarrungsvorganges ermittelt und anhand der Volumenänderung eine Bindungsenergie des Kerns 3 ermittelt werden. zur Ermittlung der Bindungsenergie kann ein während der Schrumpfung des Materials, aus welchem der Gußteils 2 gebildet ist, von dem Material auf den Kern 3 ausgeübter Druck bestimmt und unter zumindest anhand zumindest einer Druckverteilung in dem Kern während der Schrumpfung des Materials die Bindungsenergie des Kerns 3 berechnet werden.

Die hier gemachten Überlegungen gehen davon aus, dass während des Gießvorganges auf den Kern übertragene Energie zu einer Erhöhung von dessen innerer Energie führen und die beim Abkühlen des Kerns nicht wieder abgegebene Energie in Bindungsenergie umgewandelt wird, wodurch sich die mechanische Belastbarkeit des Kerns 3 erhöht. Vereinfacht gesagt entspricht die Erhöhung der inneren Energie des Kernes infolge des Gießprozesses

$$\Delta U = Q + W \quad (\text{Gl. 1})$$

einer Erhöhung der Bindungsenergie des Kernes 3. In Gl. 1 entspricht ΔU der Erhöhung der inneren Energie, Q der während des Gießprozesses von dem Kern 3

aufgenommenen abzüglich der wieder abgegebenen Wärme, W der mechanischen Arbeit, die durch eine Schrumpfung des Materials des Gußteils 2 auf den Kern 3 übertragen wird.

Für die mechanische Arbeit gilt

$$\int_{V_1}^{V_2} p(V) dV \quad (\text{Gl. 2})$$

In Gleichung 2 entspricht die Differenz der Volumen V_1 und V_2 der Volumenänderung des Gußteils während dessen Schrumpfung während $p(V)$ den von dem Volumen abhängigen Druck bzw. die von dem Volumen abhängige Druckverteilung in dem Kern wiedergibt.

Die Ermittlung des Terms Q in Gl.1 kann aus Materialkonstanten, beispielsweise der entsprechenden Wärmekapazitäten, etc. für das verwendete Material des Kerns und über eine Berechnung der Temperaturverteilung über den Kern 3 während des Gießprozesses ermittelt werden, beispielsweise über eine Berechnung mittels finiter Elemente Methode. Die Dissoziationsenergie kann für unterschiedliche Temperaturen, bei welchen die Entkernung erfolgen soll berechnet werden. Beispielsweise kann die Dissoziationsenergie bei einer höheren Temperatur als eine Umgebungstemperatur und/oder bei Umgebungstemperatur ermittelt werden.

Der Kern 3 kann in ein Gitter aus Zellen gleicher oder unterschiedlicher Größe und Form unterteilt werden, wobei eine für den gesamten Kern 3 ermittelte Zunahme der Bindungsenergie auf die einzelnen Zellen des Gitters aufgeteilt werden kann. Die den einzelnen Zellen zugeteilten lokalen Bindungsenergien können durch Korrekturfaktoren, welche lokalen Begebenheiten der einzelnen Zellen Rechnung tragen angepasst werden. So können beispielsweise Eigenspannungen und thermische Verhältnisse während des Gießprozesses berücksichtigt werden. Aus der Bindungsenergie bzw. der korrigierten Bindungsenergie kann die erforderliche Dissoziationsenergie berechnet werden. Für eine vollständige Zerstörung bzw. Rückführung des Kerns 3 in seinen Ausgangszustand vor dem Gießprozess müsste die gesamte während des Gießprozesses aufgenommene innere Energie und in Bindungsenergie umgewandelte Energie wieder zugeführt werden. Allerdings ist es in

vielen Fällen nicht erforderlich, dass der Kern 3 in diesem Ausmaß zerstört wird, so kann es durchaus ausreichend sein, den Kern 3 in größere Teilstücke zu zerbrechen.

Als besonders geeignet zur Berechnung der erforderlichen Dissoziationsenergie zur Zerstörung des Kerns hat sich die Verwendung einer sogenannten Gießprozess-Simulation herausgestellt. Bei einer Gießprozess-Simulation handelt es sich um ein Computer-Programm, mit welchem die einzelnen Komponenten, beispielsweise Kern und Gußteil und deren Verhalten während des Gießprozesses modelliert werden können. Derartige Programme sind dem Fachmann in großer Zahl bekannt, weshalb an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen werden soll.

Aus der Gießprozess-Simulation kann beispielsweise unter Zugrundelegung eines entsprechenden 3-D Modells des Kerns 3 und des Gußkörpers 2 mittels der Methode Finiter- Elemente Eigenspannungen des Kerns 3 und/oder des Gußteils 2 berechnet werden. In weiterer Folge können anhand der ermittelten lokalen Bindungsenergien auch die entsprechende für die Dissoziation des Kerns erforderliche Energie berechnet werden. Mittels der Gießprozess-Simulation lässt sich auch Verformungsenergie des Gußteils 2 bzw. dessen mechanische Belastbarkeit berechnen.

Weiters kann aus den Eigenspannungen des Kernes 3 zumindest ein Bruchbereich ermittelt werden, entlang welchem der Kern 3 mechanisch schwächer ausgebildet ist, als in anderen Bereichen des Kerns 3. Die Kenntnis eines derartigen Bruchbereichs ist von Vorteil um die zur Zerstörung des Kerns 3 erforderliche Energie minimieren zu können. Vorteilhaft ist es, die notwendige Dissoziationsenergie zu bestimmen, die zum Ausbilden von genügend großen Bruchbereichen des Kernvolumens erforderlich ist, um ein Ausfordern der resultierenden Bruchstücke aus dem Gussteil zu ermöglichen.

In Abhängigkeit von einer Geometrie des Gußteils und der Lage der Bruchbereiche können auch eine oder mehrere Stellen auf dem Gußteil 2 ermittelt werden, welche besonders gut geeignet sind, einen Schlag mit dem Hammer 4 aufzunehmen. Eine derartige Stelle kann sich zum einen durch eine besondere Nähe zu

dem Bruchbereich und zum anderen durch eine besondere Eignung für die Energieaufnahme durch die lokale Ausbildung des Gußteils 2 auszeichnen. So kann der Gußteil 2 im Bereich der oben genannten Stelle eine lokal erhöhte Verformungsfestigkeit, beispielsweise aufgrund von Materialdicke, geometrischer Ausbildung, etc. aufweisen. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass unter Bruchbereichen in dem vorliegenden Zusammenhang Flächen oder zumindest kleine Volumen verstanden werden.

Die in Schritt ii) übertragene Energie soll unter einer zur Verformung des Gußteils 2 erforderlichen Verformungsenergie liegen, um Beschädigungen des Gußteils 2 zu verhindern. Mittels der erfindungsgemäßen Lösung ist es möglich, die Eigenschaften des Kernes 3 und sein Verhalten während des Entkernens vorherzusagen und so schon zu einem frühen Zeitpunkt erkennen zu können, ob sich eine vorgegebene Kombination aus Kern 3 und Gußteil 2 ohne Beschädigung des Gußteils 2 entkernen lässt.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignet sich insbesondere eine Software, mit welcher die Berechnung der erforderlichen Dissoziationsenergie sowie die entsprechende Prozessmodellierung durchgeführt werden können. Diese Software kann Teil eines Computerprogrammproduktes sein und als auf einem Datenspeicher gespeicherter Code vorliegen. Weiters kann die Software, wenn sie in einen Arbeitsspeicher der Steuerung 5 geladen ist, die Steuerung der Bewegung des Hammers 4 durchführen.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Bezugszeichenliste

- 1 Vorrichtung
- 2 Gußteil
- 3 Kern
- 4 Hammer
- 5 Steuerung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entkernen eines Gußteils (2) durch Zerstören zumindest eines in einem Inneren des Gußteils (2) befindlichen Kerns (3), dadurch gekennzeichnet, dass
in einem Schritt i) eine zum Zerstören des Kerns (3), insbesondere minimal, erforderliche Dissoziationsenergie ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Schritt ii) zumindest eine Energie, welche der in Schritt i) ermittelten Dissoziationsenergie entspricht, über den Gußteil (2) auf den Kern (3) übertragen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) die Ermittlung der erforderlichen Dissoziationsenergie zur Zerstörung des zumindest einen Kerns (3) unter Berücksichtigung einer Schrumpfung eines den Gußteil (2) bildenden Materials während eines Erstarrungsvorganges des Materials erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) aus der Schrumpfung des Materials eine Volumenänderung des Gußteils (2) während des Erstarrungsvorganges ermittelt und zumindest anhand der Volumenänderung eine Bindungsenergie des Kerns (3) ermittelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) zumindest ein während der Schrumpfung des Materials, aus welchem der Gußteils (2) gebildet ist, von dem Material auf den Kern (3) ausgeübter Druck bestimmt und unter zumindest anhand zumindest einer Druckverteilung in dem Kern während der Schrumpfung des Materials die Bindungsenergie des Kerns (3) berechnet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 in Schritt i) die Ermittlung der erforderlichen Dissoziationsenergie zur Zerstörung des zumindest einen Kerns (3) zumindest anhand zumindest einer Temperaturverteilung in dem zumindest einen Kern (3) während eines Gießvorganges erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) die erforderliche Dissoziationsenergie zur Zerstörung des Kerns (3) aus der Bindungsenergie des Kerns (3) berechnet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (3) ein Sandkern ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die in Schritt ii) übertragene Energie unter einer zur Verformung des Gußteils (2) erforderlichen Verformungsenergie liegt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) die erforderliche Dissoziationsenergie zur Zerstörung des Kerns (3) mittels einer Gießprozess-Simulation berechnet wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) mittels der Gießprozess-Simulation Eigenspannungen des Kernes (3) und/oder des Gußteils (2) berechnet werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) mittels der Gießprozess-Simulation aus den Eigenspannungen des Kernes (3) zumindest ein Bruchbereich ermittelt wird, entlang welcher der Kern (3) mechanisch schwächer ausgebildet ist, als in anderen Bereichen des Kerns (3)
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von einer Geometrie des Gußteils und der Lage des zumindest einen

Bruchbereichs zumindest eine Stelle auf dem Gußteil (2) ermittelt wird, über welche ein Energieeintrag auf den Gußteil erfolgt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) mittels der Gießprozess-Simulation die Verformungsenergie des Gußteils (2) berechnet wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Dissoziationsenergie bei einer höheren Temperatur als eine Umgebungstemperatur und/oder bei Umgebungstemperatur ermittelt wird.

16. Vorrichtung (1) zum Entkernen eines Gußteils (2) durch Zerstören eines in einem Inneren des Gußteils (2) befindlichen Kerns (3), wobei die Vorrichtung zumindest ein Energieübertragungsmittel zur Übertragung von zur Zerstörung des Kerns (3) notwendiger Dissoziationsenergie auf den Gußteil (2), insbesondere einen Hammer (4) und/oder Rüttel- und/oder Stoßvorrichtung, sowie zumindest eine Steuerung (5) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Steuerung (5) dazu eingerichtet ist, anhand einer gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15 ermittelten Dissoziationsenergie zur Zerstörung des Kerns(3), eine Bewegung des Energieübertragungsmittels, insbesondere Hammers (4) und/oder Rüttel- und/oder Stoßvorrichtung, derart zu steuern, dass durch die Bewegung des Energieübertragungsmittels zumindest eine Energie, welche der zur Zerstörung des Kerns (3) erforderlichen Dissoziationsenergie entspricht und kleiner als eine zur Verformung eines Materials des Gußteils (2) erforderlichen Energie ist, auf den Gußteil (2) übertragen ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (5) dazu eingerichtet ist, die zum Zertrümmern des Kerns (3), insbesondere minimal, erforderliche Dissoziationsenergie zu ermitteln.

18. Software, welche wenn sie in einen Arbeitsspeicher eines Computers geladen ist, zumindest den Schritt i) gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15 ausführt.

19. Software nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass sie, wenn sie in den Arbeitsspeicher eines Computers geladen ist, auch den Schritt ii) gemäß dem Verfahren nach Anspruch 2 steuert.

20. Computerprogrammprodukt, welches auf einem computerlesbaren Medium gespeichert ist und zumindest einen Softwarecode zur Ausführung des Schrittes i) des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15 umfasst.

21. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass es zumindest einen Softwarecode zur Steuerung des Verfahrensschrittes ii) gemäß Anspruch 2 aufweist.

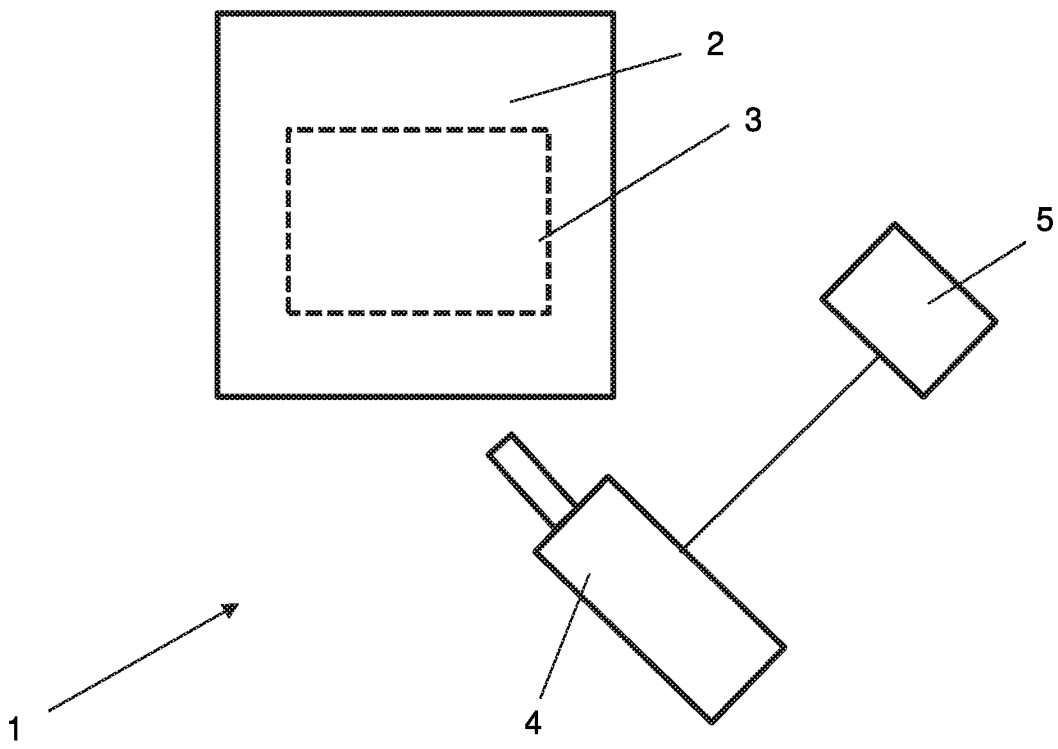


FIG. 1

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: B22D 29/00 (2006.01); G01N 29/04 (2006.01); G01M 7/08 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: B22D 29/005 (2013.01); G01N 29/045 (2013.01); G01M 7/08 (2013.01)		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B22D, G01N, G01M		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC; WPI; TXTN		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 25.04.2018 eingereichten Ansprüchen 1-21 erstellt. Die Ansprüche 18-21 sind auf "Software" und "Computerprogrammprodukt" abgestellt und daher gemäß § 1 Abs. 3 und 4 PatG nicht schutzbar.		
Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2017208065 A1 (NEMAK S A B DE C V) 07. Dezember 2017 (07.12.2017) Seite 5, Zeilen 13-18; Seite 6, zweiter Absatz, Seite 7, erster und zweiter Absatz, Seite 17, letzter Absatz; Anspruch 1; Figuren 1 und 2	1, 2, 8-10, 16, 17
X	WO 2018046373 A1 (SIEMENS AG) 15. März 2018 (15.03.2018) Figur 1, Ansprüche 1-11; Seite 5 Zeile 12 ff	1, 2, 7, 8, 16
A	DE 102014221897 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 28. April 2016 (28.04.2016) Anspruch 1-10; Figuren 1 und 2	1-17
A	EP 0304683 A2 (FROELICH & KLUEPFEL DRUCKLUFT) 01. März 1989 (01.03.1989) Spalte 2, Zeile 13 ff; Figur 1	1-17
Datum der Beendigung der Recherche: 24.10.2018		Prüfer(in): RIEDER Wolfgang
Seite 1 von 1		
*) Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.		
A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entkernen eines Gußteils (2) durch Zerstören zumindest eines in einem Inneren des Gußteils (2) befindlichen Kerns (3), wobei in einem Schritt i) eine zum Zerstören des Kerns (3), insbesondere minimal, erforderliche Zerkleinerungsenergie ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) die Ermittlung der erforderlichen Zerkleinerungsenergie zur Zerstörung des zumindest einen Kerns (3) unter Berücksichtigung einer Schrumpfung eines den Gußteil (2) bildenden Materials während eines Erstarrungsvorganges des Materials erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Schritt ii) zumindest eine Energie, welche der in Schritt i) ermittelten Zerkleinerungsenergie entspricht, über den Gußteil (2) auf den Kern (3) übertragen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) aus der Schrumpfung des Materials eine Volumenänderung des Gußteils (2) während des Erstarrungsvorganges ermittelt und zumindest anhand der Volumenänderung eine Bindungsenergie des Kerns (3) ermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) zumindest ein während der Schrumpfung des Materials, aus welchem der Gußteil (2) gebildet ist, von dem Material auf den Kern (3) ausgeübter Druck bestimmt und unter zumindest anhand zumindest einer Druckverteilung in dem Kern während der Schrumpfung des Materials die Bindungsenergie des Kerns (3) berechnet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 in Schritt i) die Ermittlung der erforderlichen Zerkleinerungsenergie zur Zerstörung des zumindest einen

Kerns (3) zumindest anhand zumindest einer Temperaturverteilung in dem zumindest einen Kern (3) während eines Gießvorganges erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) die erforderliche Zerkleinerungsenergie zur Zerstörung des Kerns (3) aus der Bindungsenergie des Kerns (3) berechnet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (3) ein Sandkern ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die in Schritt ii) übertragene Energie unter einer zur Verformung des Gußteils (2) erforderlichen Verformungsenergie liegt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) die erforderliche Zerkleinerungsenergie zur Zerstörung des Kerns (3) mittels einer Gießprozess-Simulation berechnet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) mittels der Gießprozess-Simulation Eigenspannungen des Kernes (3) und/oder des Gußteils (2) berechnet werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) mittels der Gießprozess-Simulation aus den Eigenspannungen des Kernes (3) zumindest ein Bruchbereich ermittelt wird, entlang welcher der Kern (3) mechanisch schwächer ausgebildet ist, als in anderen Bereichen des Kerns (3)

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von einer Geometrie des Gußteils und der Lage des zumindest einen Bruchbereichs zumindest eine Stelle auf dem Gußteil (2) ermittelt wird, über welche ein Energieeintrag auf den Gußteil erfolgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt i) mittels der Gießprozess-Simulation die Verformungsenergie des Gußteils (2) berechnet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die erforderliche Zerkleinerungsenergie bei einer höheren Temperatur als eine Umgebungstemperatur und/oder bei Umgebungstemperatur ermittelt wird.
15. Vorrichtung (1) zum Entkernen eines Gußteils (2) durch Zerstören eines in einem Inneren des Gußteils (2) befindlichen Kerns (3), wobei die Vorrichtung zumindest ein Energieübertragungsmittel zur Übertragung von zur Zerstörung des Kerns (3) notwendiger Zerkleinerungsenergie auf den Gußteil (2), insbesondere einen Hammer (4) und/oder Rüttel- und/oder Stoßvorrichtung, sowie zumindest eine Steuerung (5) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (5) dazu eingerichtet ist, die zum Zertrümmern des Kerns (3), insbesondere minimal, erforderliche Zerkleinerungsenergie gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14 zu ermitteln und anhand der ermittelten Zerkleinerungsenergie zur Zerstörung des Kerns(3), eine Bewegung des Energieübertragungsmittels, insbesondere Hammers (4) und/oder Rüttel- und/oder Stoßvorrichtung, derart zu steuern, dass durch die Bewegung des Energieübertragungsmittels zumindest eine Energie, welche der zur Zerstörung des Kerns (3) erforderlichen Zerkleinerungsenergie entspricht und kleiner als eine zur Verformung eines Materials des Gußteils (2) erforderlichen Energie ist, auf den Gußteil (2) übertragen ist.