(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 036 027 A1** 2008.02.14

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 036 027.3**
(22) Anmeldetag: **02.08.2006**
(43) Offenlegungstag: **14.02.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***B65G 47/90*** (2006.01)

(71) Anmelder:
Universität Bremen, 28359 Bremen, DE

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

(72) Erfinder:
Gebauer, Ingo, 28203 Bremen, DE; Dörsch, Christian, 28203 Bremen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 195 81 457 C1
DE 42 07 398 C1
DE 40 04 300 A1
DE 920 02 803 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Handhaben eines flächigen Materials**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Handhaben eines Materials, mit den Schritten: Bereitstellen eines Materials, das ganz oder teilweise oberhalb einer ersten Grenztemperatur in einem ausreichend fließbaren Zustand und unterhalb einer zweiten Grenztemperatur ausreichend fest ist; Bereitstellen wenigstens eines Greifelements mit wenigstens einer Greiffläche; Festlegen wenigstens eines Greifbereichs des Materials; Erwärmen des wenigstens einen Greifbereichs auf eine Temperatur oberhalb der ersten Grenztemperatur und vorher, gleichzeitig oder anschließend Inkontaktbringen wenigstens einer Greiffläche mit wenigstens einem Greifbereich; Bewirken einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen Greifbereich und Greiffläche; Handhaben des Materials und vorher, gleichzeitig oder anschließend Abkühlen der wenigstens einen Greiffläche und des wenigstens einen Greifbereichs auf eine Temperatur unterhalb der zweiten Grenztemperatur und Lösen des wenigstens einen Greifbereichs von der wenigstens einen Greiffläche, sowie Vorrichtung.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Handhaben eines Materials. Im Rahmen der Erfindung handelt es sich bei dem Material vorzugsweise um ein biegeweiches, flächiges Material wie etwa ein textiles Material, wobei sich allerdings die Erfindung auch zur Anwendung auf nicht flächige Materialien eignet. Voraussetzung zur Anwendung der Erfindung ist, daß das zu handhabende Material entweder ganz oder zumindest zu einem gewissen Anteil aus einem bei Erwärmung erweichenden oder aufschmelzenden Material, insbesondere einem thermoplastischen Material, besteht.

[0002] Zur schonenden Handhabung insbesondere von Textilien sind beispielsweise vakuum- oder elektrostatisch wirkende Greifverfahren und Greifvorrichtungen bekannt, die allerdings jeweils ihre eigenen Nachteile mit sich bringen. Beispielsweise besteht bei Vakuumgreifvorrichtungen bei der Handhabung von lockeren Gelegen der Nachteil eines sehr hohen Saugluftbedarfs und damit hoher Energiekosten. Auch beim Entnehmen einzelner Lagen gestapelter Ware besteht häufig die Schwierigkeit, nur genau eine Lage (und nicht mehrere gleichzeitig) abzuheben, da sich eine unterdruckgestützte oder elektrostatische Greifwirkung leicht durch mehrere Lagen hindurch fortsetzt.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur schonenden und prozeßsicheren Handhabung von solchen Materialien zu schaffen, die zumindest anteilig erweich- oder schmelzbar sind.

[0004] Im Hinblick auf das Verfahren wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Handhaben eines Materials gelöst, mit den Schritten: Bereitstellen eines Materials, das ganz oder teilweise oberhalb einer ersten Grenztemperatur in einem ausreichend fließbaren Zustand und unterhalb einer zweiten Grenztemperatur ausreichend fest ist; Bereitstellen wenigstens eines Greifelements mit wenigstens einer Greiffläche; Festlegen wenigstens eines Greifbereichs des Materials; Erwärmen des wenigstens einen Greifbereichs auf eine Temperatur oberhalb der ersten Grenztemperatur, und vorher, gleichzeitig oder anschließend, In-Kontakt-Bringen wenigstens einer Greiffläche mit wenigstens einem Greifbereich; Bewirken einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen Greifbereich und Greiffläche; Handhaben des Materials, und vorher, gleichzeitig oder anschließend, Abkühlen der wenigstens einen Greiffläche und des wenigstens einen Greifbereichs auf eine Temperatur unterhalb der zweiten Grenztemperatur; und Lösen des wenigstens einen Greifbereichs von der wenigstens einen Greiffläche.

[0005] Wenn das Material einen definierten Schmelzpunkt oder eine temperaturmäßig eng begrenzte Erweichungszone aufweist, können die erste und zweite Grenztemperatur miteinander übereinstimmen oder einen geringen Abstand voneinander haben. Bei anderen Materialien sind größere Abstände zwischen den beiden Grenztemperaturen zweckmäßig.

[0006] In einer ersten Variante kann vorgesehen sein, daß das Erwärmen des wenigstens einen Greifbereichs ohne materiellen Kontakt zwischen Greiffläche und Greifbereich ausgeführt wird. Beispielsweise kann das Erwärmen durch Wärmestrahlung, Mikrowellenenergie, Laserstrahlen oder Kontakt mit einem erwärmten Fluid ausgeführt werden. In einer anderen Variante kann vorgesehen sein, daß das Erwärmen des wenigstens einen Greifbereichs durch materiellen Kontakt zwischen Greiffläche und Greifbereich ausgeführt wird. Das Greifelement kann beispielsweise elektrisch oder durch Kontakt mit einem Beheizungsmedium erwärmt werden. Bei dem Beheizungsmedium kann es sich um einen Festkörper oder ein Fluid, insbesondere ein Gas wie etwa Luft, handeln.

[0007] Das Abkühlen des wenigstens einen Greifbereichs auf eine Temperatur unterhalb der zweiten Grenztemperatur kann durch Kontakt mit einem Kühlmedium ausgeführt werden, bei dem es sich insbesondere um ein Fluid, etwa Luft, handeln kann, oder alternativ mittels eines thermoelektrischen Effekts wie etwa des Peltier-Effekts.

[0008] Das Lösen kann durch mechanisches oder elektrostatisches Einwirken auf den wenigstens einen erfaßten Greifbereich bewirkt oder unterstützt werden.

[0009] Beispielsweise kann vorgesehen sein, daß die Greiffläche verformt wird, und/oder daß der erfaßte Greifbereich von der Greiffläche abgestoßen wird. Das Abstoßen kann pneumatisch, mechanisch oder elektrostatisch erfolgen.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch eine Vorrichtung zum Handhaben eines Materials gelöst, das ganz oder teilweise oberhalb einer ersten Grenztemperatur in einem ausreichend fließbaren Zustand und unterhalb einer zweiten Grenztemperatur ausreichend fest ist, mit: wenigstens einem Greifelement mit wenigstens einer Greiffläche; einem Mittel zum Erwärmen wenigstens eines festgelegten Greifbereichs des Materials; einem Mittel zum Abkühlen des wenigstens einen Greifbereichs und/oder der wenigstens einen Greiffläche, die in Kontakt miteinander stehen; und einer Einrichtung zum Bewegen des Greifelements zwischen einer Aufnahme- und einer Ablageposition.

[0011] Zweckmäßigerweise umfaßt die Vorrichtung

eine Steuerung zum Steuern der Erwärmung, der Abkühlung und der Bewegung des wenigstens einen Greifbereichs und Greifelements, insbesondere zum Ausführen des Verfahrens nach der Erfindung.

[0012] Es kann vorgesehen sein, daß die wenigstens eine Greiffläche glatt, poliert, mikrorauh oder mikrostrukturiert ist.

[0013] In einer ersten Variante ist vorgesehen, daß das Mittel zum Erwärmen dadurch gebildet ist, daß wenigstens ein Greifelement beheizbar ist. Das Greifelement kann elektrisch oder durch Kontakt mit einem Beheizungsmedium beheizbar sein. Bei dem Beheizungsmedium kann es sich um einen Festkörper oder ein Fluid handeln, insbesondere ein Gas wie etwa Luft. In einer anderen Variante ist vorgesehen, daß das Mittel zum Erwärmen eine separat von dem wenigstens einen Greifelement ausgebildete Beheizungseinrichtung umfaßt.

[0014] Die Erfindung sieht vor, daß die Beheizungseinrichtung Wärmestrahlung, Mikrowellenenergie, Laserstrahlen oder ein erwärmtes Fluid wie etwa Heißluft abgibt.

[0015] Es kann vorgesehen sein, daß das Mittel zum Abkühlen dadurch gebildet ist, daß wenigstens ein Greifelement kühlbar ist. Hierbei kann das wenigstens eine Greifelement thermoelektrisch, beispielsweise mittels Peltier-Effekt, oder durch Kontakt mit einem Kühlmedium, beispielsweise eine Flüssigkeit oder ein Gas, kühlbar sein.

[0016] Es kann vorgesehen sein, daß das wenigstens eine Greifelement Kühlkanäle zur Durchleitung eines Kühlmediums aufweist.

[0017] In Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Vorrichtung ein Abwurfmittel zum Lösen des Greifbereichs von der Greiffläche aufweist. Das Abwurfmittel kann pneumatisch, mechanisch und/oder elektrostatisch wirken.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend anhand unterschiedlicher Ausführungsbeispiele erläutert.

[0019] Ausgangspunkt der vorliegenden Erfindung ist die Notwendigkeit, steigende Stückzahlen bei der Fertigung von Bauteilen ausgehend von textilen Grundstoffen bei gleichzeitig verbesserter Wirtschaftlichkeit der Herstellungsverfahren bewältigen zu können. Werkstoffe aus faserverstärkten Kunststoffen werden insbesondere in den Bereichen der regenerativen Energien und der Luftfahrt genutzt. Dafür sind entsprechende Fertigungstechnologien erforderlich, die eine kostengünstige Serienfertigung großflächiger Bauteile aus faserverstärkten Kunststoffen zulassen, wie beispielsweise Rotorblätter von Windkraftanlagen. Eine Automatisierung der Handhabungsprozesse führt maßgeblich zu einer Reduzierung von Prozeßunsicherheiten und trägt zur Kostensenkung bei.

[0020] In einem ersten Verfahrensschritt wird ein zu handhabendes Material bereitgestellt, bei dem es sich im Rahmen der Erfindung um ein Material handeln muß, welches zumindest anteilig schmelzbare Komponenten aufweist, beispielsweise Faseranteile, die sich durch Temperaturerhöhung oberhalb einer ersten Grenztemperatur in einen klebrigen, formbaren oder flüssigen oder zähflüssigen Zustand bringen lassen, der die Möglichkeit bietet, daß das Material eine Greiffläche soweit benetzt, daß eine adhäsive stoffschlüssige Verbindung zwischen dem Material und der Greiffläche hergestellt wird und eine Haltekraft übertragen werden kann.

[0021] Ein oder mehrere ausgewählte Greifbereiche des Materials werden mindestens auf die erste Grenztemperatur erwärmt, was auf unterschiedliche Weisen erfolgen kann. Entweder kann das entsprechende Greifelement der Vorrichtung erwärmt werden, beispielsweise elektrisch oder durch Kontakt mit einem Wärmeträger wie etwa einem erwärmten Gas, wobei das Greifelement vor, während oder nach der Erwärmung in Kontakt mit dem Greifbereich gebracht wird, so daß das Material innerhalb des Greifbereichs durch Wärmeleitung erwärmt wird und nach Erreichen des ausreichend fließbaren Zustands eine stoffschlüssige Verbindung mit dem Greifelement eingeht, oder aber es wird der Greifbereich ohne unmittelbaren Kontakt mit dem Greifelement erwärmt und erst dann in Kontakt mit dem Greifelement gebracht, wobei die Aufheizung z.B. durch konvektive Wärmeübertragung von einer Gasströmung oder durch Wärmestrahlung bzw. sonstige Energieeinstrahlung (Mikrowelle, Laser) erfolgen kann.

[0022] Nach Ausführen einer gewünschten Handhabungsoperation muß zumindest die Grenzfläche der stoffschlüssigen Verbindung zwischen dem Greifbereich des Materials und der Greiffläche des Greifelements soweit abgekühlt werden, daß das Material eine Festigkeit annimmt, die ein Lösen des Materials von der Greiffläche ermöglicht, ohne daß hierfür eine erhebliche Kraft benötigt wird, und möglichst auch ohne daß Rückstände des Materials auf der Greiffläche zurückbleiben. Maßgeblich hierfür ist die zweite Grenztemperatur, die ebenso wie die erste Grenztemperatur zweckmäßigerweise für daß jeweils verwendete Material durch einfache Experimente bestimmt wird. Im einfachsten Falle genügt es, das Greifelement und den Greifbereich des Materials lediglich in der umgebenden Luft abkühlen zu lassen. Bei höheren Anforderungen an kurze Taktzeiten müssen allerdings höhere Kühlraten erzeugt werden, was beispielsweise durch thermoelektrische Kühlung oder dadurch erreicht werden kann, daß das Greifelement konvektiv gekühlt wird, etwa indem in dem

Greifelement Kühlkanäle zur Durchströmung mit Kühlfluid, beispielsweise Flüssigkeit oder Kühlluft, vorgesehen sind.

[0023] Um eine hohe Abgabesicherheit zu erreichen, ist es zweckmäßig, an dem bzw. jedem Greifelement ein Abwurfmittel vorzusehen, um sicherzustellen, daß der Greifbereich zuverlässig von der Greiffläche gelöst wird.

[0024] Gegenwärtig werden zur Herstellung von Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen insbesondere zwei Prozeßvarianten eingesetzt, nämlich das Vakuum-Infusions-Verfahren und das Autoklav-Verfahren.

[0025] Beim Vakuum-Infusions-Verfahren ist ein erster Prozeßschritt der textiltechnische Aufbau einer Bauteilstruktur aus trockenen Textilien. In einem nachfolgenden Schritt wird dieser textiltechnische Aufbau mit einem Harz infiltriert und ausgehärtet. Es ist bekannt, daß die textile Halbzeuge, z.B. sogenannte Multiaxialgelege, je nach Textilstruktur mehr oder weniger empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen im trockenen Zustand sind, was eine angepaßte Handhabungstechnologie voraussetzt.

[0026] Ein Beispiel für gemäß der Erfindung handhabbare Materialien sind mit sogenannten Binder konfektionierte Fasern bzw. Multiaxialgelege. Diese Binder basieren auf thermoplastischen Kunststoffsystemen und dienen als Beschichtung der Faseroberfläche, um die Reibung zwischen den Fasern für eine verbesserte Drapierbarkeit zu minimieren und eine optimale Faser-Matrix-Haftung zu ermöglichen. Aufgrund der thermoplastischen Ausprägung des Binders kann dieser reversibel jederzeit thermisch aufgeweicht bzw. aufgeschmolzen und aktiviert werden, ohne daß sich dessen Eigenschaften ändern.

[0027] Erfindungsgemäß wird bei derartigen Materialien der Binder als Medium zur Kraftübertragung während der Handhabung genutzt. Durch eine in der Vorrichtung integrierte oder extern angeordnete Beheizung wird der Binder auf eine Temperatur oberhalb der ersten Grenztemperatur aufgeheizt und dadurch in einen ausreichend fließbaren, schmelzeähnlichen Zustand gebracht, in dem er eine adhäsive, stoffschlüssige Bindung mit einer Greiffläche eingehen kann.

[0028] Je nach Art des in einen fließbaren bzw. klebrigen Zustand bringbaren Materials (thermoplastischer Kunststoff oder auch anderes Material) können sich hierbei unterschiedliche Anforderungen an die Oberflächenqualität der Greiffläche stellen, wobei sich eine günstige Haltekraft entweder bei einer glatten oder auch polierten Greiffläche einstellen kann, oder aber eher bei einer rauhen, mikrorauhen oder auch mikrostrukturierten Oberfläche. Insbesondere kann vorgesehen sein, daß eine mikrorauhe oder mikrostrukturierte Oberfläche Hinterschneidungen im mikroskopischen Maßstab aufweist, so daß eine feste Anhaftung auch dann gegeben ist, wenn die Greiffläche bzw. der Greifbereich abgekühlt sind. In den meisten Anwendungsfällen wird jedoch bevorzugt, daß das Material ausschließlich im erwärmten Zustand, d.h. oberhalb der ersten Grenztemperatur, adhäsiv an der Greiffläche anhaftet und sich nach Abkühlung unterhalb der zweiten Grenztemperatur entweder selbsttätig ablöst oder durch Aufbringen einer geringfügigen Ablösekraft gelöst werden kann.

[0029] Der zur Handhabung des Materials benötigte ausreichend fließbare Zustand zeichnet sich dadurch aus, daß das aufgeweichte Material, das sich oberhalb der ersten Grenztemperatur befindet, so fließfähig bzw. klebrig ist, daß es die Greiffläche der Vorrichtung benetzt und in einen adhäsiven Zustand gelangt, der die Übertragung einer gewünschten Handhabungskraft zum Anheben oder Verschieben des Materials ermöglicht.

[0030] In dem ausreichend festen Zustand unterhalb der zweiten Grenztemperatur hat das Material eine Festigkeit, die ein Ablösen von der Greiffläche mit einer Kraft ermöglicht, die geringer sein sollte als die übertragbare Haltekraft im Adhäsionszustand oberhalb der ersten Grenztemperatur. Bevorzugt ist die erforderliche Lösekraft im festen Zustand sehr gering, bevorzugt so gering, daß bereits das Eigengewicht des Materials ausreicht, um den jeweiligen Greifbereich von der Greiffläche zu lösen. Zweckmäßigerweise ist das Material unterhalb des zweiten Grenzbereichs auch in dem Sinne ausreichend fest, daß nach dem Ablösen kein Material an der Greiffläche zurückbleibt.

[0031] Um die Abkühlung zu beschleunigen, kann eine Kühleinheit vorgesehen sein, durch die ein jeweiliges Greifelement und/oder der durch dessen Greiffläche erfaßte Greifbereich des Materials abgekühlt wird bzw. werden, wobei mit der Kühleinheit hohe Kühlraten erzeugt werden können.

[0032] Zur Verbesserung der Ablage kann zur Unterstützung der Lösung des Greifbereichs von der Greiffläche ein pneumatisches, mechanisches und/oder elektrostatisch wirkendes Abwurfmittel vorgesehen sein. Beispielsweise können Luftbohrungen in die Greiffläche münden, durch die zum Abwerfen ein Luftstoß zugeführt wird. Alternativ oder zusätzlich können in Bohrungen längsverschiebliche Auswerferstifte vorgesehen sein, die teilweise aus der Greiffläche hervortreten können und den Greifbereich mechanisch von der Greiffläche abstoßen. Auch eine elektrostatische Aufladung der Greiffläche kann vorgesehen sein.

[0033] Beim Autoklav-Verfahren ist das Ausgangs-

material für Verbundmaterialien ein sogenanntes Prepreg-Halbzeug. Dies sind mit Harz getränkte Faserbändchen oder -bahnen. Um eine vorzeitige Aushärtung des Harzes zu vermeiden, wird das imprägnierte Halbzeug tiefgekühlt gelagert. Vor der Verwendung wird das Halbzeug aufgetaut und daraus die notwendigen Zuschnitte herausgeschnitten, die dann, meist manuell, in eine Form eingelegt werden.

[0034] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann das kalte oder gefrorene Prepreg auf eine umformfähige oder fließbare Temperatur aufgetaut werden, was gleichzeitig zu einer erhöhten Klebrigkeit des Harzes führt. Damit kann eine stoffschlüssige Verbindung zwischen Greiffläche und Greifbereich aufgebaut werden, so daß eine Handhabung und ein Transport des Halbzeugs möglich ist. Danach werden das Halbzeug und die Greiffläche abgekühlt, was zu einem Verfestigen des Harzes und Lösen der Greiffläche führt. Diese Vorgehensweise bietet zudem den Vorteil der besseren Positionierung und der Verlängerung der Tropfzeit bis zur Aushärtung, was für den Produktionsablauf Vorteile bietet.

[0035] Im Unterschied zum Vakuum-Infusions-Verfahren liegen beim Autoklav-Verfahren die Heizraten und das Temperaturfenster (Differenz zwischen erster und zweiter Grenztemperatur) auf einem relativ niedrigen Niveau.

[0036] Als weitere Prozeßvariante, für die die Erfindung große Vorteile bietet, ist das Tow-Placement-Verfahren zu nennen. Hierbei werden einzelne Fasern oder Faserbündel mit einer thermoplastischen Matrix In-Line getränkt und auf einer Oberfläche drapiert. Dann werden die einzelnen Fasern durch das Abkühlen der thermoplastischen Matrix zu einem Bauteil konsolidiert. Aufgrund der thermoplastischen Matrix kann die Erfindung vorteilhaft zur Handhabung eingesetzt werden.

[0037] Die Erfindung hat ferner den Vorteil, daß auch bestehende Anlagen zur automatisierten Herstellung von Verbundwerkstoffen oder -teilen zur Ausführung der Erfindung nachgerüstet werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Handhaben eines Materials, mit den Schiritten:
a) Bereitstellen eines Materials, das ganz oder teilweise oberhalb einer ersten Grenztemperatur in einem ausreichend fließbaren Zustand und unterhalb einer zweiten Grenztemperatur ausreichend fest ist;
b) Bereitstellen wenigstens eines Greifelements mit wenigstens einer Greiffläche;
c) Festlegen wenigstens eines Greifbereichs des Materials;
d) Erwärmen des wenigstens einen Greifbereichs auf eine Temperatur oberhalb der ersten Grenztemperatur, und vorher, gleichzeitig oder anschließend, In-Kontakt-Bringen wenigstens einer Greiffläche mit wenigstens einem Greifbereich;
e) Bewirken einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen Greifbereich und Greiffläche;
f) Handhaben des Materials, und vorher, gleichzeitig oder anschließend, Abkühlen der wenigstens einen Greiffläche und des wenigstens einen Greifbereichs auf eine Temperatur unterhalb der zweiten Grenztemperatur, und
g) Lösen des wenigstens einen Greifbereichs von der wenigstens einen Greiffläche.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Erwärmen des wenigstens einen Greifbereichs ohne materiellen Kontakt zwischen Greiffläche und Greifbereich ausgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Erwähnen durch Wärmestrahlung, Mikrowellenenergie, Laserstrahlen oder Kontakt mit einem erwärmten Fluid ausgeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Erwärmen des wenigstens einen Greifbereichs durch materiellen Kontakt zwischen Greiffläche und Greifbereich ausgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Greifelement elektrisch oder durch Kontakt mit einem Beheizungsmedium erwärmt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Beheizungsmedium ein Festkörper oder ein Fluid, insbesondere ein Gas, etwa Luft, ist.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Abkühlen des wenigstens einen Greifbereichs auf eine Temperatur unterhalb der zweiten Grenztemperatur durch Kontakt mit einem Kühlmedium ausgeführt wird, insbesondere ein Fluid, etwa Luft, oder thermoelektrisch.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lösen durch mechanisches oder elektrostatisches Einwirken auf mindestens einen erfaßten Greifbereich bewirkt oder unterstützt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Greiffläche verformt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der erfaßte Greifbereich von der Greiffläche abgestoßen wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch ge-

kennzeichnet, daß das Abstoßen pneumatisch, mechanisch oder elektrostatisch erfolgt.

12. Vorrichtung zum Handhaben eines Materials, das ganz oder teilweise oberhalb einer ersten Grenztemperatur in einem ausreichend fließbaren Zustand und unterhalb einer zweiten Grenztemperatur ausreichend fest ist, mit:
a) wenigstens einem Greifelement mit wenigstens einer Greiffläche;
b) einem Mittel zum Erwärmen wenigstens eines festgelegten Greifbereichs des Materials;
c) einem Mittel zum Abkühlen des wenigstens einen Greifbereichs und/oder der wenigstens einen Greiffläche, die in Kontakt miteinander stehen; und
d) einer Einrichtung zum Bewegen des Greifelements zwischen einer Aufnahme- und einer Ablageposition.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch eine Steuerung zum Steuern der Erwärmung, der Abkühlung und der Bewegung des wenigstens einen Greifbereichs und Greifelements, insbesondere zum Ausführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Greiffläche glatt, poliert, mikrorauh oder mikrostrukturiert ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel zum Erwärmen dadurch gebildet ist, daß wenigstens ein Greifelement beheizbar ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet daß das Greifelement elektrisch oder durch Kontakt mit einem Beheizungsmedium beheizbar ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Beheizungsmedium ein Festkörper oder ein Fluid, insbesondere ein Gas, etwa Luft, ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel zum Erwärmen eine separat von dem wenigstens einem Greifelement ausgebildete Beheizungseinrichtung umfaßt.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Beheizungseinrichtung Wärmestrahlung, Mikrowellenenergie, Laserstrahlen oder ein erwärmtes Fluid, etwa Heißluft, abgibt.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel zum Abkühlen dadurch gebildet ist, daß wenigstens ein Greifelement kühlbar ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Greifelement thermoelektrisch oder durch Kontakt mit einem Kühlmedium, insbesondere eine Kühlflüssigkeit oder ein Gas, kühlbar ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Greifelement Kühlkanäle zum Durchleiten eines Kühlmediums aufweist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 22, gekennzeichnet durch ein Abwurfmittel zum Lösen des Greifbereichs von der Greiffläche.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Abwurfmittel pneumatisch, mechanisch und/oder elektrostatisch wirkt.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen