

(19)



(11)

EP 4 094 861 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.11.2022 Patentblatt 2022/48

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21J 1/06 (2006.01) **B21J 9/20** (2006.01)
B21J 13/10 (2006.01) **B21K 27/00** (2006.01)
B21D 43/11 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22175852.7**

(22) Anmeldetag: **27.05.2022**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21J 13/10; B21J 1/06; B21J 9/20; B21K 27/00;
B21D 43/10

(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

(71) Anmelder: **Langenstein & Schemann GmbH**
96450 Coburg (DE)

(72) Erfinder: **Barnickel, Harald**
96450 Coburg (DE)

(74) Vertreter: **Schröer, Gernot H.**
Meissner Bolte Patentanwälte
Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
Bankgasse 3
90402 Nürnberg (DE)

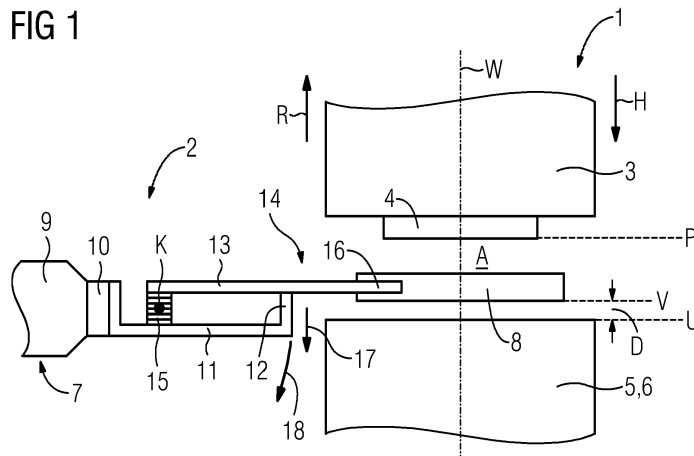
(30) Priorität: **28.05.2021 DE 102021113855**

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM WARMUMFORMEN, INSBESONDERE ZUM SCHMIEDEN, EINES WERKSTÜCKS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Warmumformung, insbesondere zum Schmieden, eines Werkstücks (8). Verfahrensseitig ist vorgesehen, dass

- a) das Werkstück (8) während eines Arbeitshubs (H) in einem Arbeitsraum (A) zweier aufeinander zubewegter Werkzeuge (4, 6) einer Umformmaschine (1) in einem Umformvorgang umgeformt wird, und
- b) das das Werkstück (8) bei dem Umformvorgang in einer im Arbeitsraum (A) gelegenen Umformposition (U) mittels eines Handhabungsgeräts (7) festgehalten wird, wobei
- c) das Handhabungsgerät (7) das Werkstück (8) vor dem Umformvorgang im Arbeitsraum (A) in einer vorgegebe-

nen, zu den Werkzeugen (4, 6) beabstandeten Vorposition (V) vorpositioniert, und wobei
 d1) das in der Vorposition (V) vorpositionierte Werkstück (8) durch ein im Arbeitshub (H) längs einer Werkzeugbewegungsachse (W) zur Umformposition (U) bewegtes Werkzeug (4) von der Vorposition (V) zur Umformposition (U) mitbewegt wird, und/oder
 d2) das in der Vorposition (V) vorpositionierte Werkstück (8) durch das Handhabungsgerät (7) in einer zu einem im Arbeitshub (H) längs einer Werkzeugbewegungsachse (W) zur Umformposition (U) bewegten Werkzeug (4) synchronen Bewegung zur Umformposition (U) bewegt wird.

FIG 1**EP 4 094 861 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Warmumformen, insbesondere Schmieden, eines Werkstücks.

[0002] Zum industriellen Schmieden von Werkstücken sind, insbesondere schlagende, Umformmaschinen bekannt. Schlagende Umformmaschinen umfassen einen Arbeitsbereich oder Arbeitsraum in dem zwei Werkzeuge relativ zueinander bewegbar sind. Im Allgemeinen erfolgt die Werkzeugbewegung durch eine geradlinige Bewegung zumindest eines Werkzeugs längs einer Werkzeugbewegungsachse.

[0003] Das Werkstück wird vor einem Umformvorgang auf einem Werkzeug entsprechend einer Umformposition im Arbeitsraum der Werkzeuge abgelegt. Darauf folgend wird das Werkstück im Arbeitshub des Werkzeugs durch die Schlagkraft oder Stoßenergie bzw. Umformenergie beim Auftreffen des Werkzeugs auf das Werkstück umgeformt.

[0004] Die jeweils erforderliche Umformkraft und Umformtemperatur sind abhängig von dem jeweiligen Werkstoff, sowie von den Anforderungen an die Maßgenauigkeit und Oberflächenqualität.

[0005] Schmiedbare Werkstoffe sind grundsätzlich alle knetbaren Metalle und Metalllegierungen, und dabei sowohl eisenhaltige Werkstoffe wie Stähle als auch nicht eisenhaltige Metalle, wie Magnesium, Aluminium, Titan, Kupfer, Nickel und Legierungen daraus. Die beim Schmieden auftretenden Temperaturen können bei einer Warmumformung beispielsweise im Bereich von 550°C bis 750°C (sog. Halbwarmumformung) und darüber, z.B. oberhalb von 900°C (sog. Warmumformung) liegen.

[0006] Die Umformtemperatur wird üblicherweise in einen Temperaturbereich gelegt, in dem die zum Umformen erforderliche Umformbarkeit oder Fließfähigkeit des Werkstoffes vorliegt, in dem Erholungs- und Rekristallisationsvorgänge im Werkstoff ablaufen und in dem auch unerwünschte Phasenumwandlungen vermieden werden können.

[0007] Aus der DE 10 2004 015 675 B4 ist es bekannt, zur automatisierten Handhabung von Werkstücken beim Schmieden Handhabungsgeräte, insbesondere Industrieroboter, einzusetzen. Solche Handhabungsgeräte können, wie in der DE 10 2004 015 675 B4 beschrieben, eine Greifereinrichtung bzw. ein Greifersystem und eine mit der Greifereinrichtung gekoppelte Transporteinrichtung bzw. einen Manipulator zur räumlichen Bewegung der Greifereinrichtung aufweisen. Die Greifereinrichtung ist dabei zum Ergreifen und zum Überführen, zum Einlegen der Werkstücke in das Umformwerkzeug und entsprechend zum Entnehmen bzw. Abführen der Werkstücke nach dem Umformvorgang eingerichtet. Auch aus der WO 2005/023455 A1 ist ein entsprechendes Handhabungsgerät sowie eine zugeordnete Umformmaschine bekannt.

[0008] Durch die beim Schmieden auftretenden Schmiede- und Umformkräfte sowie auf Grund der ver-

gleichsweise hohen Dynamik beim Umformvorgang selbst ist es unter gewissen Umständen erforderlich, das Werkstück während des Umformvorgangs zu halten.

[0009] Die DE 10 2004 015 675 B4 offenbart in diesem Zusammenhang ein Handhabungsgerät für eine Schmiedemaschine mit dem ein Werkstück während eines Umformvorgangs gehalten werden kann. Dabei sind die Greifereinrichtung zum Greifen des Werkstücks und die Transporteinrichtung bzw. der Manipulator für die Greifereinrichtung bzw. das Werkstück in einer Betriebsstellung starr gekoppelt. Während der Umformung wird die starre Kopplung gelöst, wobei die Greifereinrichtung und die Transporteinrichtung bzw. der Manipulator nach Lösen der starren Kopplung lediglich noch über ein Dämpferelement elastisch entkoppelt verbunden sind. Im starr gekoppelten Zustand wirkt das Dämpferelement als ein Festlager. Durch das Dämpferelement werden die bei der Umformung auftretenden Schläge und Schwingungen gedämpft, so dass sich diese vom Greifersystem nicht in den Manipulator fortpflanzen können.

[0010] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein neues Verfahren und eine neue Vorrichtung zum Warmumformen, insbesondere zum Schmieden, eines Werkstücks anzugeben. Ferner soll ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Warmumformen angegeben werden, mit welchem verbesserte Umformergebnisse erreicht werden können.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der abhängigen Ansprüche sowie aus der nachfolgenden Beschreibung.

[0012] Nach einer der Erfindung zu Grunde liegenden Erkenntnis ist bei den oben beschriebenen, bekannten Schmiedemaschinen zur Warmumformung, insbesondere zur Massivumformung, das in der Umformposition gehaltene Werkstück vergleichsweise lange in Kontakt mit dem Umformwerkzeug, wodurch das Werkstück insbesondere lokal abkühlen oder gar auskühlen kann, was sich ungünstig auf das Umformergebnis und Werkstückqualität auswirken kann. Eine Verbesserung des Umformergebnisses durch Reduktion der Abkühlung vor dem konkreten Umformvorgang kann insbesondere durch die hierin beschriebenen, erfindungsgemäßen vorrichtungsseitigen und verfahrensseitigen Ausgestaltungen erreicht werden.

[0013] Nach einer Ausgestaltung ist ein Verfahren zur Warmumformung eines Werkstücks vorgesehen. Bei der Warmumformung handelt es sich vorzugsweise um eine Massivumformung, weiter vorzugsweise um das Schmieden von Werkstücken. Die zur Ausführung des Verfahrens verwendete Vorrichtung kann beispielsweise eine Umformmaschine, insbesondere eine schlagende Umformmaschine, einen, beispielsweise hydraulischen, Hammer, eine Spindelpresse und dgl. umfassen. Unter der Warmumformung soll dabei auch eine Halbwarmumformung verstanden werden, insbesondere in den eingangs genannten Temperaturbereichen.

[0014] Die Umformmaschine kann ein feststehendes Werkzeug und ein, z.B. hydraulisch oder mechanisch, bewegtes Werkzeug aufweisen, welches zur Umformung des Werkstücks in einem Arbeitshub von einer Ausgangsposition längs einer Werkzeugbewegungsachse auf das feststehende Werkzeug zubewegt wird. Im Bereich, bzw. bei Erreichen des Umformpunkts erfolgt eine Umformung des Werkstücks. Nach der Umformung wird das Werkzeug in einem Rückhub zur Ausgangslage zurückbewegt.

[0015] Die zu Grunde liegende Erfindung ist jedoch nicht auf Umformmaschinen mit einem feststehenden und einem bewegten bzw. beweglichen Werkzeug beschränkt, sondern kann in gleicher Weise auch bei Umformmaschinen mit zwei, z.B. zum Umformpunkt, bewegten Werkzeugen angewandt werden.

[0016] Bei dem Verfahren ist vorgesehen, dass das Werkstück während eines Arbeitshubs in einem Arbeitsraum zweier aufeinander zubewegter Werkzeuge einer Umformmaschine in einem Umformvorgang umgeformt wird. Dabei ist vorgesehen, dass das Werkstück bei dem Umformvorgang in einer im Arbeitsraum gelegenen Umformposition mittels eines Handhabungsgeräts festgehalten wird.

[0017] Das Handhabungsgerät kann ferner dazu vorgesehen sein, das Werkstück zum Arbeitsraum hin und vom Arbeitsraum weg zu bewegen und/oder das Werkstück im Arbeitsraum umzupositionieren oder umzulagern, beispielsweise wenn das Werkstück in mehreren zeitlich aufeinanderfolgenden Umformvorgängen umgeformt wird.

[0018] Bei dem Verfahren ist vorgesehen, dass das, insbesondere automatisiert betreibbare, Handhabungsgerät das Werkstück vor dem Umformvorgang, d.h. vor der Umformung durch die Werkzeuge, im Arbeitsraum in einer vorgegebenen, zu den Werkzeugen beabstandeten Vorposition (oder: Zwischenposition, oder Warteposition) vorpositioniert. Dabei kann die Vorposition als eine zeitlich innerhalb des Arbeitshubs gelegene Warteposition verstanden werden, in welcher das Handhabungsgerät das Werkstück positioniert. In der Vorposition oder Warteposition ist das Werkstück beabstandet zu den Werkzeugen angeordnet, insbesondere derart, dass eine Wärmeübertragung, insbesondere eine Wärmeleitung durch mechanische Berührung, vom Werkstück auf das oder die Werkzeuge reduziert, vorzugsweise vermieden bzw. vernachlässigbar ist. Insbesondere kann die Vorposition so gewählt sein, dass ein thermischer Kontakt zwischen Werkstück und dem/den Werkzeugen vermieden ist, so dass ein Wärmeübertrag von Werkstück zu den Werkzeugen im Wesentlichen vermieden wird.

[0019] Bezüglich des oder der Werkzeuge ist die Vorpositionierung des Werkstücks in der Vorposition bevorzugter Weise eine schwebende Positionierung im Arbeitsraum. Dabei kann das Werkstück z.B. lediglich durch das Handhabungsgerät gehalten werden.

[0020] Das Verfahren kann in vorteilhaften Ausführungsformen vorsehen, dass das Werkstück im Arbeits-

raum für eine gewisse Zeitdauer schwebend positioniert bzw. gehalten ist oder wird. Die Zeitdauer kann dabei z.B. innerhalb der Dauer des Arbeitshubs liegen. Das Werkstück kann in der Vorposition schwebend positioniert sein oder werden, während sich die Werkzeuge relativ zueinander bewegen. Besonders vorteilhaft wird das Werkstück derart schwebend positioniert, so dass die Kontaktzeit des Werkstücks mit den Werkzeugen minimiert ist.

[0021] Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass das in der Vorposition vorpositionierte Werkstück im Arbeitsraum für ein vorgegebenes Mindestzeitintervall, das abhängig ist vom jeweiligen Umformprozess, innerhalb eines Arbeitshubs schwebend positioniert wird, so dass eine Kontaktzeit des Werkstücks mit den Werkzeugen minimiert ist.

[0022] Ist eines der Werkzeuge feststehend und wird das andere im Arbeitshub bewegt, kann die Vorposition derart gewählt sein, dass die dem feststehenden Werkzeug zugewandte Seite des Werkstücks einen vorgegebenen Abstand vom feststehenden Werkzeug aufweist. Der Abstand kann dabei, beispielsweise unter Berücksichtigung der Temperatur des Werkstücks, so gewählt sein, dass ein Wärmeübergang vom Werkstück auf das Werkzeug reduziert, vorzugsweise im Wesentlichen vermieden ist oder wird. Allgemein formuliert kann die Vorposition so definiert oder gewählt sein, dass die einem jeweiligen Werkzeug zugewandte Seite des Werkstücks in der Vorposition zumindest für ein gegebenes Zeitintervall oder Zeitfenster während des Arbeitshubs einen vorgegebenen Mindestabstand zum Werkzeug aufweist. Das Zeitfenster ist dabei vorzugsweise so gewählt und die Handhabungseinheit wird vorzugsweise so betrieben, dass das Zeitintervall oder Zeitfenster, in dem das Werkstück keinen Kontakt mit dem/den Werkzeugen hat, maximal ist. Der Mindestabstand kann in Abhängigkeit des Werkstücks, der Form des Werkstücks und/oder der Werkzeuge, und/oder in Abhängigkeit der Werkstücktemperatur gewählt sein.

[0023] Die Vorposition kann bei dem Verfahren beispielsweise über ein vorgegebenes Mindestzeitintervall hinweg eingehalten werden, wobei das Mindestzeitintervall abhängig sein kann von der jeweiligen Umformmaschine, dem jeweiligen Umformprozess, der Bewegung des/der Werkzeuge, der Art des Werkstückmaterials, der Werkstückform, der Werkzeugform, der Werkzeuggraur, der Werkstücktemperatur usw..

[0024] Gemäß einer Verfahrensweise des Verfahrens ist vorgesehen, dass:

d1) das in der Vorposition vorpositionierte Werkstück durch ein im Arbeitshub längs einer Werkzeugbewegungsachse zur Umformposition bewegtes Werkzeug von der Vorposition zur Umformposition mitbewegt wird.

[0025] Dabei kann das im Arbeitshub zur Umformposition bewegte Werkzeug als Mitnehmer wirken, welcher im Bereich der Vorposition auf das Werkstück trifft und dieses zur Umformposition mitnimmt. Bei Auftreffen des von dem als Mitnehmer wirkenden Werkzeug geführten

Werkstücks auf das weitere Werkzeug gelangt das Werkstück auch in Kontakt mit diesem weiteren Werkzeug und wird im Arbeitshub durch das Einwirken der beiden Werkzeuge umgeformt. Bei dieser Verfahrensweise kann das Werkstück für die Zeitdauer ab Positionierung in der Vorposition bis zur Mitnahme durch das Werkzeug schwebend positioniert werden. Während dieser Zeitdauer ist das Werkstück nicht in Kontakt mit einem der Werkzeuge, und eine Wärmeübertragung durch thermischen Kontakt kann vermieden werden.

[0026] Der in der Vorposition zwischen Werkzeug und Werkstück vorhandene Abstand kann dabei derart gewählt werden, und ist vorteilhafterweise auch so gewählt, dass bis zum und/oder um den Zeitpunkt der Mitnahme des Werkstücks im Wesentlichen kein, d.h. kein maßgeblicher, Wärmeabfluss vom warmen Werkstück auf bzw. in das oder die Werkzeuge erfolgt. Mithin kann eine bei bekannten Umformmaschinen dem Umformvorgang vorausgehende Abkühlung des Werkstücks infolge eines Kontakts des Werkstücks mit dem oder den Werkzeugen vermieden, zumindest jedoch wesentlich verringert werden. Beispielsweise kann eine solche Verringerung im Vergleich zu Umformverfahren erreicht werden, bei welchen die Werkstücke vom Handhabungsgerät unmittelbar auf ein Werkzeug abgelegt werden und in thermischem Kontakt mit dem Werkzeug sind.

[0027] Die Werkstücktemperatur als solche ist hinsichtlich Umformbarkeit, Fließfähigkeit, Rekristallisation usw. eine die Qualität des fertigen Werkstücks beeinflussende Größe. Mit der vorgeschlagenen Verfahrensweise, ist es, wie beschrieben, möglich, eine (lokale) Abkühlung des Werkstücks durch Wärmeabfluss an und in das Werkzeug durch thermischen Kontakt mit dem Werkstück vor der eigentlichen Umformung zu verringern bzw. im Wesentlichen zu vermeiden. Insbesondere kann dies erreicht werden durch eine Minimierung der Kontaktzeit zwischen Werkstück und Werkzeug vor dem Umformvorgang. Eine solche Vorgehensweise kann sich positiv auf die finale Werkstückqualität auswirken. Ferner wird durch eine insgesamt verringerte Kontaktzeit mit dem oder den Werkzeugen weniger Wärme in die Werkzeuge eingetragen, wodurch auch Haltbarkeit und/oder Kühlanforderungen für die Werkzeuge positiv beeinflusst werden können. Insbesondere kann die Kontaktzeit im Wesentlichen auf die Umformzeit verringert werden, die abhängig ist vom jeweiligen Umformvorgang, und z.B. bei wenigen Millisekunden liegen kann. Im Vergleich ist diese Kontaktzeit deutlich kürzer als bei Umformmaschinen, bei welchen das Werkstück unmittelbar auf dem Werkzeug positioniert und dort wartend bis zum Auftreffen des bewegten Werkzeugs gehalten wird.

[0028] In einer weiteren Verfahrensweise des vorgeschlagenen Verfahrens, die in Alleinstellung oder auch in Kombination mit der oben beschriebenen Verfahrensweise durchgeführt werden kann, ist vorgesehen, dass: d2) das in der Vorposition vorpositionierte Werkstück durch das Handhabungsgerät in einer zu einem im Arbeitshub längs einer Werkzeugbewegungsachse (W) zur

Umformposition bewegten Werkzeug synchronen Bewegung zur Umformposition bewegt wird.

[0029] Bei dieser Verfahrensweise wird das Werkstück in der Vorposition, beispielsweise schwebend positioniert, gehalten, mit einem Abstand zu den Werkzeugen. Der Abstand ist dabei vorzugsweise wiederum so gewählt sein, dass eine Wärmeübertragung vom Werkstück auf das oder die Werkzeuge durch thermischen Kontakt im Wesentlichen vermieden ist. Im Unterschied zu der weiter oben beschriebenen Verfahrensweise nach d1) ist vorgesehen, dass das Werkstück durch das Handhabungsgerät selbst, und nicht durch das Werkzeug als Mitnehmer, in die Umformposition bewegt wird. Dazu kann das Handhabungsgerät einen Transfer- oder Bewegungsprozess ausführen, in dem das Werkstück von der Vorposition (automatisch) in die Umformposition überführt wird. Ist eines der Werkzeuge stationär, so kann das Handhabungsgerät so betrieben werden, dass das Werkstück in der Umformposition auf oder nahezu auf dem stationären Werkzeug positioniert ist. Der Transfer- oder Bewegungsprozess kann dabei in Abhängigkeit der Position des bewegten Werkzeugs getriggert werden, beispielsweise in Abhängigkeit des Abstands zwischen bewegtem Werkzeug und dem in der Vorposition positioniertem Werkstück. Ein entsprechender Trigger kann dabei so gewählt bzw. vorgegeben sein, dass das Handhabungsgerät ausreichend Zeit hat, das Werkstück vor Auftreffen des bewegten Werkzeugs auf dem z.B. unbewegten Werkzeug ordnungsgemäß zu positionieren.

[0030] Analog zu der Verfahrensweise gemäß d1), bei der ein Werkzeug als Mitnehmer wirkt, kann auch bei der Verfahrensweise nach d2), bei der das Handhabungsgerät das Werkstück zunächst schwebend positioniert und dann in die Umformposition überführt, die Kontaktzeit des Werkstücks mit den Werkzeugen innerhalb eines Arbeitshubs, z.B. im Zeitraum vor dem eigentlichen Umformvorgang, reduziert, insbesondere minimiert, werden. Damit können, insbesondere auf Grund des fehlenden direkten thermischen Kontakts zwischen Werkstück und Werkzeug/en, die Abkühlung des Werkstücks vor Umformung und ein geringerer Wärmeeintrag in die Werkzeuge usw. erreicht werden.

[0031] Beide Verfahrensweisen nach d1) und d2) zeigen die Gemeinsamkeit, dass die Kontaktzeit zwischen dem Werkstück und dem/den Werkzeugen im Zeitraum vor der eigentlichen Umformung minimiert werden kann. Entsprechend kann eine Abkühlung infolge thermischen Kontakts auf ein Minimum reduziert werden.

[0032] In einer Ausgestaltung kann die Vorposition derart gewählt sein, dass das Werkstück in der Vorposition, zumindest jedoch bei Erreichen der Vorposition, in Richtung der Werkzeugbewegungsachse, längs der sich das bewegte Werkzeug bewegt, einen vorgegebenen Abstand, beispielsweise einen vorgegebenen Mindestabstand, von der Umformposition und/oder von einem unbewegt ortsfesten Werkzeug, beispielsweise einer Auflageposition auf dem ortsfesten Werkzeug, aufweist.

Die Vorposition kann so gewählt sein, dass der vorgegebene Abstand und/oder die Vorposition als solche für eine gewisse Dauer, z.B. eine vorgegebene Mindestdauer, eingehalten bzw. eingenommen werden. Die Mindestdauer ist dabei vorzugsweise größer, insbesondere deutlich größer, als die Schaltzeiten, Anhalte- und/oder Abbremszeiten der jeweils verwendeten Handhabungsgeräte.

[0033] Beispielsweise kann die Vorposition so gewählt sein, dass die Dauer, in welcher das Werkstück in der Vorposition schwebend, insbesondere schwebend ruhend, gehalten werden kann bzw. wird, für die Dauer des Arbeitshubs maximal ist, bei gleichzeitiger Einhaltung eines bevorzugten Abstands, bei dem eine für die Umformung maßgebliche Werkstückaus- oder -abkühlung durch Wärmeeintrag bzw. Wärmeabfluss in das Werkzeug vermieden ist.

[0034] Die vorgeschlagenen Verfahrensweisen sind damit dazu geeignet, die Kontaktzeit des Werkstücks mit den Werkzeugen vor dem Umformvorgang zu verringern um so einer, beispielsweise lokalen, Aus- und Abkühlung des Werkstücks entgegenzuwirken.

[0035] Nach einer Ausgestaltung wird die synchrone Bewegung gemäß der Verfahrensweise nach d2) ausgeführt und/oder getriggert, sobald das auf die Umformposition zubewegte Werkzeug im Arbeitshub eine Referenzposition erreicht. Die Referenzposition kann dabei abhängig vom jeweiligen Umformvorgang gewählt sein bzw. werden. Beispielsweise kann die Referenzposition derart gewählt sein, dass dem Handhabungsgerät ab dem Trigger bis zum Auftreffen des bewegten Werkzeugs noch ausreichend Zeit verbleibt, um das Werkstück in der Umformposition, z.B. auf einem Werkzeug, ordnungsgemäß zu positionieren und ggf. noch weitere Operationen ausführen zu können. Solche weiteren Operationen können beispielsweise ausgeführt werden, um das Handhabungsgerät in eine Konfiguration zu überführen, die es ermöglicht, zumindest Teile oder Teilbereiche des Handhabungsgeräts zumindest für die Dauer des Umformvorgangs elastisch, insbesondere elastisch gedämpft, vom Werkstück bzw. von den sich über das Werkstück ausbreitenden Schwingungen oder Schlägen bei der Umformung zu entkoppeln. Eine solche elastische Entkopplung kann erforderlich sein, wenn Teile oder Teilbereiche des Handhabungsgeräts empfindlich gegenüber Stöße und Prellschläge usw. sind, wie sie bei der Umformung auftreten, denn das vorgeschlagene Verfahren sieht vor, dass das Werkstück während der Umformung vom Handhabungsgerät gehalten bzw. fixiert wird.

[0036] Die synchrone Bewegung kann, wie bereits angedeutet, beispielsweise derart ausgeführt werden oder eingerichtet sein, dass das Werkstück die Umformposition, beispielsweise eine Umformposition auf einem ortsfest ruhenden Werkzeug, erreicht und, sofern erforderlich, die Handhabungseinheit elastisch entkoppelt ist, bevor das bewegte Werkzeug das Werkstück zur Umformung beaufschlägt.

[0037] Die synchrone Bewegung kann dabei insbesondere als eine Bewegung verstanden werden, die gleichlaufend zur bzw. einhergehend mit der Bewegung des bewegten Werkzeugs erfolgt, wobei das vom Handhabungsgerät geführte bzw. bewegte Werkstück zur Umformposition hin dem bewegten Werkzeug vorausseilt, und das Werkstück die Umformposition vor dem bewegten Werkzeug erreicht. Das Vorausseilen des Werkstücks kann so eingestellt werden und ist vorzugsweise so eingestellt, dass dem Handhabungsgerät im Bereich der Umformposition ausreichend Zeit zur Positionierung und/oder Ausrichtung des Werkstücks und, nach erfolgreicher Positionierung und/oder Ausrichtung, sofern erforderlich, ausreichend Zeit zur Einstellung der elastischen Entkopplung verbleibt.

[0038] Nach einer Ausgestaltung kann eine Ausrichtung des Werkstücks in der Vorposition bzw. der Warteposition bis auf eine Verschiebung oder Bewegung parallel zur Werkzeugbewegungsachse, d.h. parallel zur Bewegung des bewegten Werkzeugs, im Wesentlichen derjenigen Ausrichtung entsprechen, die für die Umformposition vorgesehen ist. Das kann beispielsweise in der Verfahrensart nach d1) von Vorteil sein, wenn das in der Vorposition befindliche Werkstück durch das Werkzeug mitgenommen wird, denn das als Mitnehmer arbeitende bewegte Werkzeug führt im Wesentlichen zu einer Parallelverschiebung des Werkstücks hin zur Umformposition.

[0039] Nach einer Ausgestaltung kann das Handhabungsgerät ein Greifersystem und einen zur räumlichen Bewegung des Greifersystems ausgebildeten Manipulator umfassen. Bei dem Manipulator kann es sich um einen Roboterarm und dgl. handeln. Das Greifersystem, kann beispielsweise zumindest eine Greifereinheit mit ein, zwei oder mehr Greifelementen oder Greiffingern zum Greifen und Halten des Werkstücks und, optional, einen oder mehrere Greiferantriebe umfassen. Die Greifereinheit kann z.B. über einen Arm oder Schenkel am Manipulator befestigt sein.

[0040] Als Greifer soll dabei jedwedes Element verstanden werden, das ein Greifen und Halten eines Werkstücks, beispielsweise nach Art einer Klemme, Klammer oder eines Greifers und dgl. ermöglicht. Der Manipulator bildet für das Greifersystem im weitesten Sinne eine Transport- oder Bewegungseinheit, mit der das Greifersystem räumlich bewegt und ggf. ausgerichtet werden kann, beispielsweise gemäß mehrerer Translationsfreiheitsgrade und einer oder mehrerer Rotationsfreiheitsgrade.

[0041] Das Greifersystem kann über ein zwischengeschaltetes Dämpferelement, insbesondere ein mechanisch dämpfendes, elastisches Element (oder: elastomechanisch dämpfendes Element), genauer über ein, zwei oder mehrere solche Dämpferelemente mit dem Manipulator verbunden und durch das (zumindest eine) Dämpferelement vom Manipulator zumindest teilweise elastisch dämpfend entkoppelt und/oder elastisch dämpfend entkoppelbar sein. Bei dem Dämpferelement kann

es sich beispielsweise um ein elasto-mechanisches Dämpferelement oder Absorberelement zur Schwingungs-, Stoß-, Prell- und/oder Prallenergie-Dämpfung bzw. -Absorption handeln, umfassend beispielsweise ein Dämpfer-/Absorbermaterial aus Kunststoff. Das Dämpferelement bewirkt eine elasto-mechanisch dämpfende Entkopplung, hierin auch als "elastische Entkopplung" bezeichnet.

[0042] Im Allgemeinen kann das Dämpferelement dazu ausgebildet und entsprechend montiert sein, das Greifersystem vom Manipulator elasto-mechanisch zu entkoppeln, so dass beim Umformvorgang über das Greifersystem in Richtung Manipulator ausbreitende Schwingungen, Stöße und dgl. zumindest teilweise gedämpft und/oder zumindest teilweise absorbiert werden können. Vorteilhafter Weise ist das Dämpferelement so ausgelegt, eingerichtet und montiert, dass der, in der Regel mechanisch weniger belastbare Manipulator denjenigen Belastungen dennoch standhalten, die beim Betrieb der Kombination aus Umformmaschine und Handhabungsgerät beim Umformvorgang auftreten und über das Greifersystem auf das Dämpferelement wirken.

[0043] Das Greifersystem kann an bzw. mit dem Manipulator derart gekoppelt sein, dass der Manipulator zumindest für die Dauer des Umformvorgangs oder Umformschrittes (z.B. Verfahrensverlauf nach d1) bzw. zumindest ab dem Zeitpunkt der Mitnahme durch das Werkzeug bis zum Ende des Umformvorgangs (z.B. Verfahrensverlauf nach d2) über das Dämpferelement vom Greifersystem elastisch entkoppelt ist. Das Dämpferelement kann ein oder mehrere Materialien aufweisen, durch welche das Dämpferelement flexibel und/oder nachgiebig und/oder dämpfend, rückstellend, elasto-mechanisch absorbierend ausgestaltet ist.

[0044] Ein elasto-mechanisch entkoppelbares Greifersystem ist beispielhaft aus der DE 10 2004 105 675 B4 bekannt. Ein solches Greifersystem kann beispielsweise bei einem Verfahrensablauf nach d2) zum Einsatz kommen.

[0045] Nach einer Ausgestaltung wird das Handhabungsgerät, beispielsweise im Verfahrensablauf nach d1), so betrieben oder ist so betreibbar, dass das Greifersystem bei vorpositioniertem Werkstück über das Dämpferelement vom Manipulator zumindest teilweise elastisch entkoppelt, d.h. elasto-mechanisch entkoppelt, ist oder wird. In einer Ausgestaltung kann das Handhabungsgerät so betrieben werden oder betreibbar sein, dass das Greifersystem zumindest unmittelbar vor der Mitbewegung durch das Werkzeug im Verfahrensablauf bzw. im Schritt d1) vom Manipulator elastisch entkoppelt wird oder ist. Dabei ist das Dämpferelement so eingerichtet, angeordnet, montiert und/oder ausgebildet, dass im elastisch entkoppelten Zustand die Mitbewegung des vom Greifersystem gehaltenen Werkstücks sowie die beim Umformvorgang entstehenden Kraftwirkungen usw. zumindest weitgehend absorbiert bzw. gedämpft werden können. Damit die Mitbewegung des Werkstücks durch das Werkzeug, z.B. das Auftreffen des bewegten

Werkzeugs und damit einhergehende Schwingungen oder Schläge usw., absorbiert bzw. gedämpft werden können, ist es von Vorteil, wenn der Abstand der Vorposition von der Umformposition so gewählt ist, dass der Mitnahmeweg bzw. die Mitnahmebewegung durch das Dämpferelement ausgeglichen bzw. überbrückt werden kann.

[0046] Das Dämpferelement kann z.B. um einen Block, einen Streifen oder Zylinder aus elastischem, flexiblem und/oder nachgiebigem, dämpfendem, und/oder rückstellendem Material umfassen, enthaltend z.B. ein oder mehrere Kunststoffe, wie Elastomere. Neben dem elastischen usw. Material können weitere Materialien oder Elemente eingebunden sein, beispielsweise zur Erreichung jeweils geeigneter elasto-mechanischer Eigenschaften. Ein im Rahmen der Erfindung verwendbares elastisches Element ist beispielsweise in der DE 10 2004 015 675 B4 beschrieben. Das Dämpferelement kann beispielsweise einen zwischen zwei Metallscheiben oder Metallplatten angeordneten Block aus elastischem usw. Material umfassen, wobei das elastische usw. Material z.B. Druck und/oder Scherkräfte aufnehmen kann. Insbesondere kann das Dämpferelement einen Gummipuffer umfassen oder als solcher ausgebildet sein.

[0047] Nach einer Ausgestaltung wird das Handhabungsgerät, beispielsweise im Verfahrensablauf nach d1), so betrieben oder ist so betreibbar, dass das Greifersystem zumindest in der Vorposition des Werkstücks durch zumindest ein Vorspannelement mit einer variabel einstellbaren oder einer festen Vorspannkraft am oder gegen den Manipulator abgestützt ist oder abgestützt wird. Bei dem Vorspannelement kann es sich beispielsweise um ein Federelement (z.B. mit fester Vorspannkraft), ein Pneumatikelement und/oder ein Hydraulikelement (jeweils z.B. mit variabel einstellbarer Vorspannkraft) handeln. Das Vorspannelement kann so eingerichtet sein, dass die erzeugte bzw. erzeugbare, z.B. auf das Greifersystem wirkende, Vorspannkraft ausreicht, um das Greifersystem mit Werkstück relativ zum Manipulator positionsstabil zu halten, so dass dieser das Greifersystem mit Werkstück stabil positionieren und sicher handhaben kann. Beispielsweise kann die Vorspannkraft so gewählt sein, dass diese die durch das Greifersystem und Werkstück verursachten (Gewichts-)Kräfte und Momente aufnehmen kann, so dass das Greifersystem mit gegriffenem Werkstück trotz der Befestigung über das Dämpferelement durch den Manipulator stabil und zuverlässig bewegt und positioniert werden kann. Für den Verfahrensablauf gemäß d1) ist das Vorspannelement, und damit einhergehend die Vorspannkraft beispielsweise derart eingerichtet, dass die Vorspannkraft durch die vom mitnehmenden Werkzeug erzeugte Mitnahmekraft überdrückt wird, insbesondere derart, dass der elastisch entkoppelte Manipulator bei der Mitnahme im Wesentlichen ortsfest bleibt. Das bedeutet, dass die vom Vorspannelement erzeugte Vorspannkraft kleiner ist als die Mitnahmekraft des Werkzeugs. Dadurch kann das Vorspannelement bei der Mitnahme des Werkstücks durch

das Werkzeug im Verfahrensablauf gemäß d1) verformt werden. Beispielsweise, und je nach Anbringung, kann dieses komprimiert oder gestaucht bzw. dekomprimiert oder gedehnt werden. Durch die Verformung kann sich wiederum das Greifersystem relativ zu dem Manipulator bewegen, insbesondere mit dem Werkzeug mitbewegen, während der Manipulator im Wesentlichen unbewegt bleibt oder bleiben kann. Etwaige relative Positions- und Längenänderungen, verursacht z.B. durch Kipp- oder Translationen des Greifersystems relativ zum Manipulator, können durch das Dämpferelement ausgeglichen werden. Mithin kann die Mitnahme des Werkstücks ohne wesentliche Bewegung bzw. bei im Wesentlichen ortsfest bleibendem Manipulator erfolgen, ohne dass der Manipulator bei der Mitnahme unangemessen hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt wäre.

[0048] Das Vorspannelement kann beispielsweise an einem Arm (oder: Schenkel, Ausleger bzw. Ausläufer) des Manipulators einerseits und an einem Arm (oder: Schenkel, Ausleger bzw. Ausläufer) des Greifersystems andererseits angebracht sein, beispielsweise an einander zugewandten Seiten der jeweiligen Arme, und kann diese gegeneinander vorspannen. Dabei kann der Arm des Greifersystems über das Dämpferelement am Arm des Manipulators festgelagert oder eingespannt sein, wobei der Lager- oder Einspannpunkt des Vorspannelements am Arm des Manipulators vom losen Ende des Arms des Manipulators beabstandet angeordnet bzw. angebracht sein kann. Eine endseitige Montage am freien Ende des Arms ist ebenfalls möglich.

[0049] Entsprechend kann der Lager- oder Einspannpunkt am Arm des Greifersystems von dem am Manipulator befestigten Ende beabstandet angeordnet bzw. angebracht sein.

[0050] Das Vorspannelement kann so befestigt und ausgelegt sein, dass die Vorspannkraft die über das Dämpferelement miteinander gekoppelten Arme des Manipulators und des Greifersystems im nicht überdrückten Zustand in einem vorgegebenen (bei fester Vorspannkraft) oder variablen bzw. variabel einstellbaren (bei variabler Vorspannkraft) Winkel zueinander hält bzw. positioniert.

[0051] Nach einer Ausgestaltung wird, wie bereits erwähnt, die durch das Vorspannelement erzeugte oder bereitgestellte Vorspannkraft beim Mitbewegen des positionierten Werkstücks nach Verfahrensablauf gemäß d1) durch das bewegte Werkzeug zumindest teilweise überdrückt. Das Überdrücken kann beispielsweise derart erfolgen, dass sich die über das Dämpferelement miteinander gekoppelten Arme des Manipulators einerseits und des Greifersystems andererseits, welche bezüglich des Dämpferelements zwei von diesem ausgehende Schenkel bilden, unter Verkleinerung des zwischenliegenden Schenkelwinkels aufeinander zubewegen. Der Arm bzw. Schenkel des Manipulators bleibt beim Überdrücken im Wesentlichen ortsfest bzw. lagegleich orientiert und bringt die zum Überdrücken erforderliche Gegenkraft zum Vorspannelement auf. Über

das Dämpferelement ist der Manipulator vom Greifersystem elastisch entkoppelt, so dass der Manipulator lediglich die Gegenkraft aufbringen muss, und bei der Umformung dennoch vor Stößen oder Schwingungen des Umformvorgangs im Wesentlichen elastisch entkoppelt ist bzw. bleibt.

[0052] Der Verfahrensablauf gemäß d1) kann im Wesentlichen rein mechanisch umgesetzt werden, und erfordert keine aktiven Bewegungen des Manipulators und des Greifersystems nach der Positionierung des Werkstücks in der Vorposition. Mithin ist bei dieser Variante eine Positionierung in der Vorposition ausreichend, wobei gleichzeitig die Kontaktzeit des Werkstücks mit den Werkzeugen minimiert bzw. verringert werden kann und der Manipulator beim Umformvorgang vom Werkstück und Greifersystem im Wesentlichen elastisch entkoppelt ist.

[0053] Nach einer Ausgestaltung, insbesondere nach Verfahrensablauf gemäß d2), wird das Werkstück durch die synchrone Bewegung des Manipulators und mithin des Greifersystems mit Werkstück zur Umformposition, die z.B. am Ende der synchronen Bewegung erreicht wird bzw. ist, auf ein Werkzeug aufgelegt. Die Position des Werkstücks auf dem Werkzeug entspricht dabei der durch das Werkzeug definierten Umformlage des Werkstücks. Bei aufliegendem Werkstück, d.h. wenn oder sobald das Werkstück auf dem Werkzeug aufliegt, kann das Handhabungsgerät derart betrieben oder eingestellt werden, dass der Manipulator vom Greifersystem zumindest teilweise elastisch entkoppelt wird bzw. ist. Das bedeutet, das Handhabungsgerät kann so betrieben werden, dass die elastische Entkopplung zumindest während des Umformvorgangs und damit einhergehender und verursachter Krafteinwirkungen gegeben ist. Zeitlich vor der elastischen Entkopplung und zeitlich nach dem Umformvorgang, z.B. nach einer auf den Umformvorgang folgenden Wartezeit oder Abklingzeit für mögliche Umformeinwirkungen auf den Manipulator, können der Manipulator und das Greifersystem mechanisch durch eine starre Kopplung starr gekoppelt sein oder werden. Mithin kann vorgesehen sein, dass die elastische Entkopplung lediglich und zumindest im zeitlichen Rahmen des Umformvorgangs gegeben ist. Außerhalb dieses zeitlichen Rahmens können der Manipulator und das Greifersystem mechanisch starr gekoppelt sein bzw. werden. Eine starre Kopplung außerhalb des Umformvorgangs ist hinsichtlich einer genauen Bewegungsführung des Werkstücks von Vorteil.

[0054] Nach einer Ausgestaltung kann das Handhabungsgerät so betrieben werden, dass das Greifersystem und der Manipulator vor der Positionierung des Werkstücks in der Vorposition bzw. vor der Positionierung in der Umformposition und/oder nach erfolgtem Umformvorgang durch eine starre Kopplung mechanisch starr gekoppelt sind bzw. werden. Ein solcher Betrieb ist beispielsweise bei dem Verfahrensablauf gemäß d2) anwendbar, wobei die starre Kopplung z.B. nach Positionierung in der Umformposition und vor der Umformung

aufgehoben, und nach dem Umformvorgang wiederhergestellt werden kann.

[0055] Je nach Ausgestaltung des Vorspannelements kann bei dem Verfahrensablauf gemäß d1) ein starres Koppeln entfallen, beispielsweise dann, wenn die Vorspannkraft und das Vorspannelement dazu eingerichtet sind, das Greifersystem auch bei aufgenommenem Werkstück ausreichend stabil relativ zum Manipulator zu halten.

[0056] Nach einer Ausgestaltung kann ein Einstellen bzw. Einrichten der starren Kopplung und/oder ein Lösen der starren Kopplung zwischen dem Greifersystem und dem Manipulator durch zueinander im Wesentlichen komplementäre Bewegungen des Manipulators relativ zum Greifersystem und/oder durch zueinander im Wesentlichen komplementäre Bewegungen eines Koppelungselements erfolgen. Das Greifersystem kann während des Einstellens und/oder des Lösens der starren Kopplung im Wesentlichen ortsfest, z.B. unbewegt, sein oder bleiben. Die Bewegung des Manipulators relativ zum Greifersystem kann ein Drehen, Kippen, Verschwenken und/oder ein Abwinkeln umfassen. Das Koppelungselement kann beispielsweise eine verstellbare Koppelungsstange und/oder ein (z.B. verstellbares) Verriegelungselement umfassen. Solche Koppelungselemente können mit einem Verstellglied verbunden sein, welches das Koppelungselement zwischen einer starr gekoppelten und einer entkoppelten Stellung überführen kann. Entsprechend können die komplementären Bewegungen so eingerichtet sein, dass ein erster Bewegungsablauf den Manipulator relativ zum Greifersystem so positioniert, dass dieser vom Greifersystem elastisch entkoppelt ist, während ein zweiter, komplementärer Bewegungsablauf den Manipulator relativ zum Greifersystem so positioniert, dass dieser mit dem Greifersystem starr gekoppelt ist.

[0057] In dem Verfahrensablauf gemäß d2) ist es beispielsweise möglich, dass das Werkstück auf das Werkzeug aufgelegt wird, und dass der Manipulator bei aufgelegtem Werkstück mit dem Werkzeug als Widerlager relativ zum Greifersystem abgewinkelt oder gekippt wird, und so eine starre Kopplung zwischen Manipulator und Greifersystem aufgehoben wird.

[0058] Ein Handhabungsgerät mit Manipulator und Greifersystem, beim dem der Manipulator mit dem Greifersystem wahlweise elastisch entkoppelt und starr gekoppelt werden kann, ist beispielsweise aus der DE 10 2004 015 675 B4 bekannt, wobei das daraus bekannte Handhabungsgerät beispielsweise für den hierin beschriebenen Verfahrensablauf nach d2) verwendbar ist.

[0059] Nach einer vorrichtungsgemäßen Ausgestaltung ist eine Vorrichtung zum, insbesondere schlagenden, Warmumformen, insbesondere Schmieden, eines Werkstücks vorgesehen. Die Vorrichtung ist beispielsweise so eingerichtet, dass diese bei oder in einem hierin beschriebenen Verfahren verwendbar oder betreibbar ist.

[0060] Im Rahmen der Erfindung ist ferner eine Vor-

richtung vorgesehen, die eine Umformmaschine, ein Handhabungsgerät und wenigstens eine Kontrolleinheit umfasst, die dazu eingerichtet und ausgebildet sind, ein Verfahren mit allen Merkmalen nach einem der hierin erfindungsgemäß beschriebenen Verfahren und Verfahrensausgestaltungen auszuführen. Beispielsweise kann die Kontrolleinheit eine Rechneinheit, z.B. eine Steuer- oder Regeleinheit, oder eine Computereinheit, zur Steuerung oder Regelung des Handhabungsgeräts und/oder der Umformmaschine umfassen, die einen Speicher mit rechnerlesbaren elektronischen Befehlen umfasst, die bei Ausführung durch die Rechneinheit bei der Vorrichtung ein wie hierin erfindungsgemäß beschriebenes Verfahren bewirkt.

[0061] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann zumindest eine Umformmaschine, beispielsweise zumindest eine schlagende Umformmaschine, umfassen. Die Umformmaschine kann wenigstens zwei relativ aufeinander zubewegbare Werkzeuge umfassen, die eingerichtet sind zur Ausführung eines Umformvorgangs während eines Arbeitshubs in einem Arbeitsraum der Werkzeuge. Dabei wird der Arbeitsraum der Werkzeuge durch den Bewegungsraum der Werkzeuge definiert. Die Umformmaschine kann z.B. ein feststehendes und ein bewegliches Werkzeug aufweisen, wobei das bewegliche Werkzeug zur Ausführung eines Umformvorgangs in einem Arbeitshub auf das feststehende Werkzeug zubewegt wird, beispielsweise in einer vertikalen Bewegung, und nach der Umformung einen Rückhub ausführt. Ein solcher Betrieb entspricht einer allgemein bekannten Umformmaschine, beispielsweise zur Warmumformung und/oder Massivumformung.

[0062] Die Vorrichtung umfasst ein, d.h. zumindest ein, Handhabungsgerät zur Handhabung, d.h. zur automatisierten Handhabung, von Werkstücken. Das Handhabungsgerät wiederum kann einen, d.h. mindestens einen, Manipulator zur räumlichen Bewegung eines, d.h. mindestens eines, mit dem Manipulator gekoppelten Greifersystems umfassen. Das Greifersystem ist dazu eingerichtet, das Werkstück auch während des Umformvorgangs zu Greifen und/oder zu Halten.

[0063] Im Rahmen dieser Erfindung soll unter einem Handhabungsgerät insbesondere ein automatisiertes System zur Handhabung von Werkstücken verstanden werden, wie z.B. ein Industrieroboter, mit dem ein Werkstück in den Arbeitsraum der Umformmaschine gebracht und positioniert werden kann, und mit dem das Werkstück während des Umformvorgangs gehalten werden kann.

[0064] Die Vorrichtung umfasst wenigstens eine Kontrolleinheit zum Steuern und/oder Regeln der Bewegungen zumindest des Handhabungsgeräts, z.B. des Manipulators und des Greifersystems, wobei die Kontrolleinheit dazu eingerichtet ist, das Handhabungsgerät so anzusteuern oder zu regeln, dass das Werkstück zeitlich vor dem Umformvorgang im Arbeitsraum in einer vorgegebenen, zu den Werkzeugen beabstandeten Vorposition (oder: Warteposition) vorpositioniert ist.

[0065] Die Kontrolleinheit ist in einer Ausgestaltung ferner dazu eingerichtet, das Handhabungsgerät, insbesondere den Manipulator und das Greifersystem, und ggf. die Bewegung des oder der Werkzeuge so anzu-
steuern oder zu regeln, dass das in der Vorposition vor-
positionierte Werkstück durch ein im Arbeitshub zum
Umformpunkt bewegtes Werkzeug von der Vorposition
(oder: Warteposition) zur Umformposition mitbewegt
wird, wobei das Werkstück während des Mitbewegens
und des Umformvorgangs durch das Handhabungsgerät
gehalten wird. Diese Betriebsweise entspricht dem oben
beschriebenen Verfahrensablauf d1), und es wird zu-
sätzlich auf die entsprechenden, obigen Ausführungen
verwiesen, die für die Vorrichtung entsprechend gelten.

[0066] Die Kontrolleinheit ist alternativ oder zusätzlich
dazu eingerichtet, das Handhabungsgerät, insbesonde-
re den Manipulator und das Greifersystem, und ggf. die
Bewegungen des oder der Werkzeuge, so anzusteuern
oder zu regeln, dass das Handhabungsgerät das Werk-
stück in einer zu einem im Arbeitshub zur Umformposi-
tion bewegten Werkzeug synchronen Bewegung von der
Vorposition zur Umformposition überführt sobald das auf
die Umformposition zubewegte Werkzeug im Arbeitshub
eine, insbesondere vorgegebene oder vorgebbare, Re-
ferenzposition erreicht, wobei das Werkstück während
des Umformvorgangs durch das Handhabungsgerät ge-
halten wird. Die synchrone Bewegung kann dabei eine
zum bewegten Werkzeug gleichlaufende Bewegung um-
fassen, wobei die Bewegung vorteilhafter Weise so aus-
geführt wird, dass das Werkstück dem Werkzeug vor-
auseilt. Diese Betriebsweise entspricht dem oben be-
schriebenen Verfahrensablauf d2), und es wird zusätz-
lich auf die entsprechenden, obigen Ausführungen ver-
wiesen, die für die Vorrichtung entsprechend gelten.

[0067] Nach einer Ausgestaltung der Vorrichtung kann
das Handhabungsgerät einen, d.h. zumindest einen, Ma-
nipulator und ein, d.h. zumindest ein, mit dem Manipu-
lator verbundenes Greifersystem umfassen. Das Grei-
fersystem ist mit dem Manipulator über ein zwischenge-
schaltetes Dämpferelement verbunden. Das Dämpfere-
lement ermöglicht, in der oben bereits beschriebenen
nicht starr gekoppelten Konfiguration, eine elastische
Entkopplung des Greifersystems vom Manipulator. Ins-
besondere weist das Dämpferelement elasto-mechani-
sche Eigenschaften auf, die beim Umformvorgang im
und über das Greifersystem sich fortpflanzende mecha-
nische Energie in Form von Schwingungen, Stößen, Vi-
brationen usw. dämpfen bzw. absorbieren, so dass sich
diese Einwirkungen nicht bzw. im Wesentlichen nicht in
den Manipulator fortpflanzen. Das Dämpferelement ist
damit dazu eingerichtet, über das Greifersystem über-
tragene und sich ausbreitende Einwirkungen des Um-
formvorgangs zumindest teilweise, vorzugsweise weit-
gehen zu dämpfen bzw. zu absorbieren.

[0068] Die Kontrolleinheit kann dazu eingerichtet sein,
den Manipulator und/oder ein Kopplungselement, derart
zu steuern oder zu regeln, dass das Greifersystem und
der Manipulator bei einem Betrieb gemäß Verfahrens-

ablauf d2) bei oder unmittelbar nach Erreichen der Um-
formposition für das Werkstück, jedoch vor dem Umform-
vorgang über das Dämpferelement elastisch entkoppelt
sind. Diese vorrichtungsgemäße Ausgestaltung ent-
spricht einer oder mehreren der oben beschriebenen ver-
fahrensgemäßen Ausgestaltungen nach Verfahrensab-
lauf d2), und es wird ergänzend vollumfänglich auf die
obigen Ausführungen verwiesen.

[0069] Nach einer vorrichtungsgemäßen Ausgestal-
tung kann das Handhabungsgerät einen, d.h. zumindest
einen, Manipulator und ein, d.h. zumindest ein, mit dem
Manipulator verbundenes Greifersystem aufweisen, wo-
bei das Greifersystem mit dem Manipulator über ein zw-
schengeschaltetes Dämpferelement verbunden ist. Die
Kontrolleinheit kann dazu eingerichtet sein, den Manipu-
lator und/oder ein Kopplungselement, derart zu steuern
oder zu regeln, dass das Greifersystem und der Manipu-
lator bei einem Betrieb gemäß Verfahrensablauf d1)
zumindest bei oder unmittelbar nach Erreichen der Vor-
position für das Werkstück, jedoch vor der Mitbewegung
durch das Werkzeug, und während des darauffolgenden
Umformvorgangs, über das Dämpferelement elastisch
entkoppelt sind. Diese vorrichtungsgemäße Ausgestal-
tung entspricht einer oder mehreren der oben beschrie-
benen verfahrensgemäßen Ausgestaltungen nach Ver-
fahrensablauf d1), und es wird ergänzend vollumfänglich
auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0070] Nach einer vorrichtungsgemäßen Ausgestal-
tung umfasst die Vorrichtung des Weiteren ein Vorspan-
nelement, insbesondere ein Feder-, Pneumatik- oder Hy-
draulikelement, mit welchem das Greifersystem am oder
gegen den Manipulator mit einer variabel einstellbaren
oder einer festen Vorspannkraft abgestützt ist oder ab-
stützbar ist. Die Vorspannkraft kann so eingerichtet sein,
dass diese im Betrieb gemäß Verfahrensablauf d1) ab
dem Mitbewegen des Werkstücks durch das bewegte
Werkzeug zumindest teilweise überdrückt wird. Dabei
kann der Manipulator in einer Ausgestaltung zumindest
ab dem Mitbewegen bis zum Ende des Umformvorgangs
im Wesentlichen stillstehend oder bewegungsfrei ge-
halten werden bzw. sein.

[0071] Die Kontrolleinheit kann in einer Ausgestaltung
ferner dazu eingerichtet sein, bei variabel einstellbarer
Vorspannkraft diese zu steuern oder regeln, beispiels-
weise derart, dass die Vorspannkraft zumindest in der
Vorposition das Greifersystem mit gegriffenem Werk-
stück ruhend am Manipulator abstützt, und im Betrieb
gemäß Verfahrensablauf d1) ab dem Mitbewegen des
Werkstücks durch das bewegte Werkzeug zumindest
teilweise überdrückt wird. Diese vorrichtungsgemäßen
Ausgestaltungen entsprechen einer oder mehreren der
oben beschriebenen verfahrensgemäßen Ausgestaltungen
nach Verfahrensablauf d1) und es wird ergänzend
vollumfänglich auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0072] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden
nachfolgend anhand der anhängenden Figuren be-
schrieben. Es zeigen:

- FIG. 1 schematisch eine erste Ausgestaltung einer Vorrichtung zur Warmumformung in einem ersten Betriebsstadium;
- FIG. 2 die Vorrichtung der FIG. 1 in einem zweiten Betriebsstadium;
- FIG. 3 schematisch eine zweite Ausgestaltung einer Vorrichtung zur Warmumformung in einem ersten Betriebsstadium;
- FIG. 4 die Vorrichtung der FIG. 3 in einem zweiten Betriebsstadium, und
- FIG. 5 die Vorrichtung der FIG. 3 in einem dritten Betriebsstadium.

[0073] In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche oder funktionsanaloge Elemente und Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0074] Figur 1 zeigt schematisch, zumindest abschnittsweise bzw. in Teilen, eine Vorrichtung zum Warmumformen. Die Vorrichtung umfasst eine Umformmaschine 1 und eine Handhabungseinheit 2. Bei der Umformmaschine 1 kann es sich um eine, insbesondere schlagende, Umformmaschine, wie einen Schmiedehammer, insbesondere einen Gesenkschmiedehammer, handeln.

[0075] Die Umformmaschine 1 umfasst ein z.B. ein mit einem Bären 3 gekoppeltes Oberwerkzeug 4 (Obergesenk) und ein z.B. mit einer Schabotte 5 gekoppeltes Unterwerkzeug 6 (Untergesenk). Die nachfolgend im Zusammenhang mit einem Schabottenhammer beschriebene Betriebsweise zur Positionierung eines Werkstücks kann auch für einen Gegenschlaghammer und anderen Umformmaschinen angewandt werden.

[0076] Das Unterwerkzeug 6 ist im gezeigten Beispiel stationär und das Oberwerkzeug 4 kann durch eine Hubbewegung H und eine Rückhubbewegung R ab- und aufbewegt werden. Das Oberwerkzeug 4 bewegt sich bei der Hubbewegung H und der Rückhubbewegung R längs einer Werkzeugbewegungsachse W. Zur Ausführung eines Umformzyklus, insbesondere Schmiedezyklus, bewegt sich der Bär 3 mit dem Oberwerkzeug 4 ausgehend von einem oberen Umkehrpunkt in der Hubbewegung H auf das Unterwerkzeug 6 zu, wobei im Bereich des unteren Umkehrpunkts, in dem das Ober- und Unterwerkzeug zusammenwirken, der Umformvorgang stattfindet. Vom unteren Umkehrpunkt aus bewegt sich der Bär 3 mit Oberwerkzeug 4 wieder nach oben in der Rückhubbewegung R und kann bei Erreichen des oberen Umkehrpunkts einen weiteren Umformzyklus durchlaufen.

[0077] Die Vorrichtung umfasst ferner ein Handhabungsgerät 7, das dazu eingerichtet und vorgesehen ist, ein Werkstück 8 von einer (nicht gezeigten) Zuführung aufzunehmen und im Arbeitsraum A der Umformmaschine 1 zu positionieren, bei einem Umformvorgang zu halten, und nach dem Umformvorgang auf einer (nicht ge-

zeigten) Ablage abzulegen. Das Handhabungsgerät 7, umfassend beispielsweise einen Industrieroboter, ist insoweit für die (automatische) Handhabung des Werkstücks 8 zuständig bzw. eingerichtet.

[0078] Das Handhabungsgerät 7 umfasst einen Manipulator 9, beispielsweise ein Roboterarm, mit einem Drehantrieb 10, von welchem sich ein Manipulatorarm 11 erstreckt. Der Drehantrieb 10 ermöglicht eine Drehung des Manipulatorarms 11 um eine Drehachse, die in der Ansicht der Figuren parallel zur Längserstreckung des Manipulatorarms 11 verläuft.

[0079] Der Manipulatorarm 11 weist an seinem freien Ende ein Kopplungselement 12 auf. Im vorliegenden Beispiel erstreckt sich das Kopplungselement 12 etwa senkrecht zum Manipulatorarm, und weist an dessen freiem Ende, das in der gezeigten Ausgestaltung oben gelegen ist, eine Auflagefläche 20 (FIG. 2 und FIG. 3) auf. In dem in FIG. 1 gezeigten Betriebszustand liegt ein Schenkel 13 eines Greifersystems 14 auf der Auflagefläche 20 auf, so dass der Schenkel 13 am Manipulatorarm 11 abgestützt ist. Die Kopplung zwischen dem Kopplungselement 12 und dem Schenkel 13 kann ein loses Aufliegen (im Sinne der Anmeldung eine starre Kopplung) umfassen. In Ausgestaltungen kann die Kopplung ein Koppellement bzw. einen Koppelmechanismus umfassen, mit dem der Schenkel 13 mit dem Manipulatorarm 11 aktiv mechanisch gekoppelt werden kann. Dazu kann das Koppellement 12 beispielsweise eine aktiv lös- und schließbare Verriegelung umfassen. Ist ein Koppellement vorhanden, so kann der Schenkel 13 mit dem Manipulatorarm 11 beispielsweise im Rahmen der Bewegungen zur Zufuhr und Abfuhr von Werkstücken 8 gekoppelt werden, so dass der Schenkel 13 mit dem Manipulatorarm 11 starr gekoppelt ist. Während der Umformung bzw. während eines Umformzyklus wird, sofern vorhanden, die starre Kopplung gelöst, so dass der Manipulatorarm 11 über das Dämpferelement 15 vom Schenkel 13 elastisch entkoppelt ist, und, bedingt durch die Elastizität des Dämpferelements 15, in gewissem Maße relativ zum Schenkel 13 verkipptbar ist. Die Verkipfung zwischen dem Schenkel 13 und dem Manipulatorarm 11 zur Aufhebung bzw. Herstellung der starren Kopplung wird nachfolgend noch genauer beschrieben.

[0080] Das Kopplungselement 12 ist in dem in FIG. 1 gezeigten Betriebsstadium mit dem Schenkel 13 (oder: Arm) des Greifersystems 14 gekoppelt, und liegt auf der Auflagefläche 20 auf, ist mithin starr gekoppelt mit dem Schenkel 13.

[0081] An dem vom Manipulator 9 wegweisenden Ende weist das Greifersystem 14 an dem Schenkel 13 angebrachte (nicht im Detail dargestellte) Greifelemente 16 (oder: eine Greifereinheit) auf, die dazu eingerichtet und vorgesehen sind, das Werkstück 8 zu greifen und zu halten, wobei die Greifelemente 16 so ausgebildet sind, z.B. hinsichtlich Bauhöhe und Anordnung der Halte- oder Greifelemente 16, dass diese das Werkstück 8 auch während eines Umformvorgangs halten können.

[0082] Der Schenkel 13 ist an dem zum Manipulator 9

weisenden Ende mit dem Manipulatorarm 11 über das Dämpferelement 15 gekoppelt. Beispielsweise kann das Dämpferelement 15 am Manipulatorarm 11 einerseits und am Schenkel 13 andererseits befestigt sein, z.B. durch eine mechanisch feste oder lösbare Verbindung. Zwischen den Befestigungsstellen am Manipulatorarm 11 und dem Schenkel 13 weist das Dämpferelement 15 einen Abschnitt mit bzw. aus elastischem Material auf, welches zwei Funktionalitäten erfüllt.

[0083] Einerseits ermöglicht das Dämpferelement 15, bedingt durch dessen Elastizität, dass der Schenkel 13 relativ zum Manipulatorarm 11 verkippbar ist. Durch diese Verkippbarkeit ist es möglich, den Schenkel 13 und den Manipulatorarm 11 in einem ersten Betriebszustand (FIG. 1) über das Kopplungselement 12 mechanisch starr zu koppeln. Ferner ist es möglich, den Manipulatorarm 11 vom Schenkel 13 in einem zweiten Betriebszustand (FIG. 2, 3) elastisch zu entkoppeln, wobei der Schenkel 13 und der Manipulatorarm 11 im zweiten Betriebszustand über das Dämpferelement 15 miteinander verbunden und gleichzeitig über das als Dämpfer und/oder Absorber wirkende elastische Material gekoppelt sind.

[0084] Andererseits bewirkt das Dämpferelement 15 bzw. das elastische Material im zweiten Betriebszustand eine Dämpfung bzw. Absorption von mechanischer Energie, die, bei gelöster starrer Kopplung, bei einer Umformung des Werkstücks 8 von diesem auf den Schenkel 13 übertragen wird. Durch diese Dämpfung bzw. Absorption wird eine Fortpflanzung der über das Werkstück 8 auf den Schenkel 13 bei der Umformung übertragenen mechanischen Energie in den Manipulatorarm 11 und in damit mechanisch verbundene Komponenten reduziert, vorzugsweise im Wesentlichen vermieden. Auf diese Weise können empfindliche Komponenten des Manipulators 9 geschützt werden.

[0085] Das Dämpferelement 15 kann beispielsweise als eine Art Gummilager ausgeführt sein, und z.B. zwei sich gegenüberliegende Metallplatten oder -scheiben mit einem zwischen diesen angeordneten Block aus Gummi oder, allgemein, aus einem elastischen Material, aufweisen. Die Metallplatten oder -scheiben sind mit dem Block fest verbunden, wobei die Metallplatten oder -scheiben daran angebrachte oder integrierte Befestigungselemente zur Schraubbefestigung aufweisen können. Mittels der Befestigungselemente, die an einander abgewandten Seiten des Dämpferelements vorgesehen sein können, kann ein solches Dämpferelement beispielsweise an dem Schenkel 13 einerseits und an dem Manipulatorarm 11 andererseits wirkbefestigt sein, so dass der zwischengeordnete Block den Schenkel 13 und den Manipulatorarm 11 elasto-mechanisch entkoppelt.

[0086] Das Kopplungselement 12 und das Dämpferelement 15 sind am Manipulatorarm 11 an einander entgegengesetzten Enden angebracht. Das Kopplungselement 12 befindet sich in den gezeigten Ausgestaltungen am freien Ende des Manipulatorarms 11, und das Dämpferelement 15 befindet sich an dem, dem Drehantrieb 10

zugewandten Ende, im gezeigten Beispiel mit einem vorgegebenen Abstand zum Drehantrieb 10. Am Schenkel 13 ist das Dämpferelement 15 an dem von den Greiferelementen 16 abgewandten Ende angebracht.

[0087] Das Kopplungselement 12 und das Dämpferelement 15 sind so angebracht und eingerichtet, dass das Greifersystem 14, insbesondere der Schenkel 13, in einer ersten Betriebsstellung nach FIG. 1 mit dem Manipulator 9, insbesondere dem Manipulatorarm 11, starr gekoppelt ist, und dass das Greifersystem 14, insbesondere der Schenkel 13, in einer zweiten Betriebsstellung nach FIG. 2 (und z.B. den Betriebsstellungen nach FIG. 3 bis FIG. 5) mit dem Manipulator 9, insbesondere dem Manipulatorarm 11, elastisch entkoppelt ist. Auf diese Betriebsstellungen wird weiter unten noch näher eingegangen.

[0088] In der elastisch entkoppelten Betriebsstellung der FIG. 2 ist das Greifersystem 14, konkret der Schenkel 13, lediglich über das Dämpferelement 15 mit dem Manipulatorarm 11 verbunden. Das Dämpferelement 15 wirkt in dieser Betriebsstellung als Dämpfer- oder Absorberelement für Kräfteinwirkungen auf den Schenkel 13, die beim Umformvorgang entstehen, und bewirkt so eine elastische Entkopplung des Schenkels 13 vom Manipulatorarm 11. Ohne das Dämpferelement 15 würden diese Kräfteinwirkungen über den Schenkel 13 des Greifersystems 14, welches das Werkstück 8 beim Umformvorgang hält, im Wesentlichen vollständig auf den Manipulatorarm 11 und den Manipulator 9 insgesamt übertragen werden, was bei einer Verwendung üblicher bzw. herkömmlicher Manipulatoren, z.B. Industrierobotern, zu Schäden führen würde bzw. könnte. In der starr gekoppelten Betriebsstellung wirkt das Dämpferelement 15 im Wesentlichen wie ein Festlager, wobei der Schenkel 13 des Greifersystems 14 über das Kopplungselement 12 starr gestellt ist.

[0089] Bei einem Umformvorgang mit der Vorrichtung gemäß FIG. 1 positioniert der Manipulator 9 mit Greifersystem 14 das Werkstück 8 im Arbeitsraum A der Umformmaschine 1 in einer Vorposition V bzw. einer Warposition. Diese Positionierung kann z.B. erfolgen während der Bär 3 die Rückhubbewegung R ausführt, der Bär 3 im Bereich des oberen Umkehrpunkts ist und/oder in einer anfänglichen Phase der Hubbewegung H (Arbeitshub).

[0090] In der Vorposition V hat das Werkstück 8 einen vorgegebenen Abstand D zum Unterwerkzeug 6, sowie auch einen Abstand zum Oberwerkzeug 4. Der Abstand D ist derart gewählt, dass kein wesentlicher Wärmeübertrag vom Werkstück 8 auf das Unterwerkzeug 6 erfolgen kann. Ferner ist der Abstand D so gewählt, dass das Werkstück 8 ausreichend nahe am Unterwerkzeug 6 positioniert ist, damit einerseits das Werkstück 8 im Rahmen der Hubbewegung H möglichst lange in der Vorposition V, d.h. schwebend über dem Unterwerkzeug 6, positioniert ist, und andererseits das Werkstück 8 in vergleichsweise kurzer Zeit durch den Manipulator 9 in die Umformposition U (FIG. 2) am Unterwerkzeug 6 über-

führt werden kann. Der Abstand D zwischen Oberseite des Unterwerkzeugs 6 und Unterseite des Werkstücks 8 kann dazu beispielsweise im Bereich zwischen 1 mm bis 10 mm, insbesondere zwischen 1 mm bis 5 mm liegen.

[0091] Die Positionierung des Werkstücks 8 in der Vorposition V, beispielsweise derart, dass das Werkstück 8 so lange wie möglich schwebend, insbesondere schwebend ruhend, über dem Unterwerkzeug 6 gehalten wird, hat den Vorteil, dass die Kontaktzeit des warmen Werkstücks 8 mit dem Unterwerkzeug 6, d.h. der thermische Kontakt, deutlich reduziert werden kann, wodurch die Ab- oder Auskühlung des Werkstücks 8 im Zeitraum vor dem Umformvorgang reduziert werden kann. Dies wiederum wirkt sich z.B. vorteilhaft auf das Umformergebnis aus.

[0092] Zur Durchführung eines Umformvorgangs wird das Werkstück 8 durch eine entsprechende Bewegung des Manipulators 9 in die Umformposition U auf dem Unterwerkzeug 6 überführt. Das Überführen in die Umformposition U kann beispielsweise getriggert oder initiiert sein oder werden, sobald der Bär 3 oder das Oberwerkzeug 4 eine, insbesondere vorgegebene, Referenzposition P (FIG. 1) erreicht.

[0093] Erreicht der Bär 3 oder das Oberwerkzeug 4 (wie in FIG. 1) die Referenzposition P, was z.B. durch ein (nicht gezeigtes) Wegemesssystem festgestellt bzw. erfasst werden kann, wird das Handhabungsgerät 7, z.B. durch eine (nicht gezeigte) Kontrolleinheit wie eine Rechereinheit, angewiesen, das Werkstück 8 in die Umformposition zu überführen. Die FIG. 2 zeigt das Betriebsstadium, in dem das Werkstück 8 in der Umformposition U auf dem Unterwerkzeug 6 positioniert ist, d.h. nachdem das Handhabungsgerät 7 das Werkstück 8 von der Vorposition V in die Umformposition U überführt hat.

[0094] Die Überführung des Werkstücks 8 von der Vorposition V zur Umformposition U erfolgt synchron mit der Bewegung des Oberwerkzeugs 4 bzw. Bären 3 in Richtung des Unterwerkzeugs 6, wobei das Handhabungsgerät 7 so angesteuert wird, dass das Werkstück 8 dem Oberwerkzeug 4 vorausseilt, und das Werkstück 8 die Umformposition U vor Auftreffen des Oberwerkzeugs 4 auf das Werkstück 8 erreicht.

[0095] Dabei sind das Vorausseilen, insbesondere der Bewegungsführung des Handhabungsgeräts 7, und die Referenzposition P so gewählt bzw. eingestellt, dass das Handhabungsgerät 7 nach Erreichen der Umformposition U noch ausreichend Zeit hat, die durch das Kopplungselement 12 bewirkte starre Kopplung zwischen dem Manipulatorarm 11 und dem Schenkel 13 zu lösen.

[0096] Wie sich aus einer Zusammenschau der Figuren 1 und 2 ergibt, bewegt das Handhabungsgerät 7 das Werkstück 8 dazu zunächst parallel zur Hubbewegung H des Bären 3 nach unten in die Umformposition U auf dem Unterwerkzeug 6. Diese Bewegung ist in FIG. 1 mit dem Pfeil 17 angedeutet. Unmittelbar daran anschließend, d.h. nach Platzierung des Werkstücks 8 in der Umformposition U, führt der Manipulator 9 eine Dreh-, Kipp-, oder Rotationsbewegung aus, angedeutet durch den ge-

krümmten Pfeil 18 in FIG. 2, wobei sich der Schenkel 13 und der Manipulatorarm 11 bezüglich einer gedachten Drehachse im Bereich eines Kippunktes oder einer Kippachse K im Bereich des Dämpferelements 15, insbesondere des elastischen Materials relativ zueinander verkippen. Durch diese bzw. im Zusammenhang mit dieser Dreh-, Kipp- oder Rotationsbewegung, bei der das Werkstück 8 in seiner Position auf dem Unterwerkzeug 6 unverändert bleibt, wird die durch das Kopplungselement 12 bewirkte starre Kopplung zwischen dem Schenkel 13 und dem Manipulatorarm 11 aufgehoben, so dass das der Manipulatorarm 11 über das Dämpferelement 15 elastisch entkoppelt ist vom Schenkel 13 des Greifersystems 14.

[0097] Zeitlich nach der Aufhebung der starren Kopplung erreicht der Bär 3 durch dessen kontinuierliche Weiterbewegung parallel zur Hubbewegung H in Richtung des Unterwerkzeugs 6 den Umformpunkt U, und das Werkstück 8 wird entsprechend umgeformt.

[0098] Nach dem Umformvorgang bewegt sich der Bär 3 mit Oberwerkzeug 4 in der Rückhubbewegung R zum oberen Umkehrpunkt des Bären 3. Das Handhabungsgerät 7, insbesondere der Manipulatorarm 11, führt nach dem Umformvorgang eine zu der oben genannten Dreh-, Kipp- oder Rotationsbewegung entgegengesetzte Bewegung aus, wodurch das Kopplungselement 12 wieder am Schenkel 13 anliegt, bzw. eingreift und/oder mit diesem gekoppelt wird. Der Schenkel 13 wird dadurch wieder starr mit dem Manipulatorarm 11 koppelt. In dieser starr gekoppelten Betriebsstellung kann das Handhabungsgerät 7 weitere Bewegungen mit dem Werkstück 8 ausführen, z.B. Umpositionierungen für weitere Umformoperationen, oder das Handhabungsgerät kann das umgeformte Werkstück 8 auf eine Ablageeinheit überführen. Danach kann das Handhabungsgerät 7 ein weiteres Werkstück 8 zum Arbeitsraum A überführen, mit nachfolgender Umformung entsprechend den oben beschriebenen Schritten.

[0099] Die beschriebene Betriebsweise mit Positionierung in der Vorposition und Entkopplung des Greifersystems 14, bzw. des Schenkels 13, vom Manipulatorarm 11 in der Umformposition U kann für jeden Umformvorgang in entsprechender Weise ausgeführt werden.

[0100] Die in FIG. 3 bis FIG. 5 gezeigte zweite Ausgestaltung basiert im Wesentlichen auf der gleichen Umformmaschine, so dass zur Umformmaschine als solchen auf die obigen Ausführungen verwiesen wird.

[0101] Die zweite Ausgestaltung unterscheidet sich von der ersten in der Art und Weise der Überführung des Werkstücks 8 in die Umformposition U, was nachfolgend genauer beschrieben wird, wobei insbesondere hinsichtlich der Handhabungseinheit 2 gleiche und funktionsgleiche Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind.

[0102] Ebenso wie bei der ersten Ausgestaltung nach FIG. 1 und 2 wird bei der zweiten Ausgestaltung nach FIG. 3 bis 5 das Werkstück 8 in der Vorposition V, insbesondere zunächst schwebend, insbesondere schwe-

bend ruhend, über dem Unterwerkzeug 6 und gleichzeitig beabstandet vom Oberwerkzeug 4 (FIG. 3) positioniert. Die darauffolgende Überführung des Werkstücks 8 in die Umformposition (FIG. 4 und FIG. 5) ist jedoch anders als bei der ersten Ausgestaltung.

[0103] Während bei der ersten Ausgestaltung das Werkstück 8 durch das Handhabungsgerät 7 als solches und von diesem aktiv zur Umformposition U bewegt wird (weiter oben auch als Verfahrensablauf d2 bezeichnet), erfolgt bei der zweiten Ausgestaltung die Überführung des Werkstücks 8 von der Vorposition V in die Umformposition U durch das bewegte Oberwerkzeug 4 (weiter oben auch als Verfahrensablauf d1 bezeichnet).

[0104] Im Beispiel der Figuren 3 bis 5 weist die Handhabungseinheit 2 ebenfalls ein Handhabungsgerät 7, einen Manipulator 9, einen Drehantrieb 10, einen Manipulatorarm 11 und ein Greifersystem 14 auf. Das Greifersystem 14 ist, analog wie bei der ersten Ausgestaltung, über einen Schenkel 13 über ein Dämpferelement 15 mit dem Manipulatorarm 11 gekoppelt. Analog zur ersten Ausgestaltung bewirkt das Dämpferelement 15 eine elastische Entkopplung von Manipulatorarm 11 und Greifersystem 14 bzw. Schenkel 13, sofern keine starre Kopplung zwischen dem Schenkel 13 und dem Kopplungselement 12 besteht. Ein Wechsel zwischen der starr gekoppelten und der elastisch entkoppelten Stellung kann analog zur ersten Ausgestaltung, durch eine Kipp-, Schwenk- oder Rotationsbewegung erfolgen.

[0105] Die Figur 3 zeigt die Situation, in welcher das Werkstück 8 schwebend über dem Oberwerkzeug 6 in der Vorposition V (Warteposition) und noch beabstandet vom Oberwerkzeug 4 ist. Durch die Bewegung des Oberwerkzeugs 4 in Richtung der Hubbewegung H trifft dieses im Verlauf der Hubbewegung H auf das schwebend positionierte Werkstück 8 auf (FIG. 4) und nimmt dieses mit. Figur 4 zeigt die Situation, in welcher das Werkstück 8 in der Vorposition V positioniert ist, und das Oberwerkzeug 4 im Rahmen der Hubbewegung H bereits so weit an das Werkstück 8 heranbewegt ist, dass das Oberwerkzeug 4 das Werkstück 8 bei weiterer Bewegung mitnimmt bzw. mitbewegt. Durch die Mitnahme wird das Werkstück 8 von der Vorposition V mitgenommen und erreicht nach Zurücklegen des Abstands D die Umformposition U, wie in FIG. 5 gezeigt. Durch weitere Abwärtsbewegung des Oberwerkzeugs 4 wird das Werkstück 8 umgeformt.

[0106] Um zu verhindern, dass der Manipulatorarm 11 und der Manipulator 9 bei der Mitnahme des Werkstücks 8 beschädigt werden, weist das Handhabungsgerät 7 der zweiten Ausgestaltung ein Vorspannelement 19 auf, das in Längserstreckung des Manipulatorarms 11 zwischen dem Dämpferelement 15 dem vom Dämpferelement 15 abgewandten Ende des Manipulatorarms 11, korrespondierend zu dem Ende, an dem in der gezeigten Ausgestaltung das Kopplungselement 12 vorhanden ist. Bei Varianten der zweiten Ausgestaltung ist es möglich, einen Manipulatorarm 11 ohne Kopplungselement 12 zu verwenden.

[0107] Die Vorspannkraft des Vorspannelements 19 ist so eingestellt ist, dass dieses das Gewicht von Greifersystem 14 mit Schenkel 13 und Werkzeug 8 aufnimmt, und den Schenkel 13 mit dem vom Greifersystem 14 gehaltenen Werkstück 8 beabstandet vom Manipulatorarm 11 hält, insbesondere schwebend positioniert halten kann.

[0108] Das Vorspannelement 19 ist in der beispielhaften Ausgestaltung als ein pneumatisches oder hydraulisches Element ausgebildet, das zwischen dem Manipulatorarm 11 und dem Schenkel 13 angeordnet und mit diesen verbunden ist. Solche Vorspannelemente 19 ermöglichen eine variable Einstellung der Vorspannkraft, und mithin z.B. eine Anpassung der Vorspannkraft an das Gewicht des Greifersystems 14 und des Werkstücks 8 bzw. an das von diesen bzgl. der Kippachse K erzeugte Drehmoment. Sofern die Handhabungseinheit 2 der zweiten Ausgestaltung eine starre Kopplung vorsieht, kann der Manipulatorarm 11 ein Koppellement 12 umfassen, analog zur ersten Ausgestaltung. Dabei kann ein variabel einstellbares Vorspannelement 19 vorgesehen sein, das so betrieben wird oder betreibbar ist, dass, z.B. durch Verringerung der Vorspannkraft, der Schenkel 13 bei gegriffenem Werkstück 8 in einem ersten Betriebszustand mit dem Koppellement 12 starr gekoppelt werden kann bzw. ist, und dass, z.B. durch Erhöhung der Vorspannkraft, der Schenkel 13 bei gegriffenem Werkstück 8 in einem zweiten Betriebszustand mit dem Koppellement 12 nicht mehr starr gekoppelt ist, und der Schenkel 13 mit dem Manipulatorarm 11 über das Dämpferelement 15 elastisch entkoppelt sind. Im starr gekoppelten Zustand kann der Schenkel 13 auf der Auflagefläche 20 aufliegen, und im entkoppelten Zustand kann der Schenkel 13 von der Auflagefläche 20 abgehoben sein.

[0109] Darüber hinaus kann ein entsprechend eingerichtetes hydraulisch oder pneumatisches Vorspannelement 19 eine das Dämpferelement 15 unterstützende Dämpfungswirkung erzeugen.

[0110] Das Vorspannelement 19 ist dazu eingerichtet, eine variable Vorspannkraft zu erzeugen, die zwischen dem Angriffspunkt am Manipulatorarm 11 und dem Angriffspunkt am Schenkel 13 wirkt. Dadurch wird der Schenkel 13 und mit diesem das ganze Greifersystem 14 gegen den Manipulatorarm 11 abgestützt, so dass das Greifersystem 14 mit Werkstück 8 durch die Wirkung der Vorspannkraft stabil positioniert werden können, beispielsweise in der Vorposition V schwebend über dem Unterwerkzeug 6.

[0111] Das Vorspannelement 19 und die Vorspannkraft sind in der Ausgestaltung nach FIG. 3 bis 5 derart ausgebildet bzw. eingestellt, dass bei der Mitnahme des Werkstücks 8 durch das Oberwerkzeug 4 die Vorspannkraft überdrückt werden kann. Beim Überdrücken wird das Vorspannelement 19 gestaucht bzw. komprimiert, wodurch sich der Schenkel 13 durch die elasto-mechanischen Eigenschaften des Dämpferelements 15 in Richtung des Manipulatorarms 11 bewegen bzw. drehen

kann. Sprich der Winkel zwischen dem Manipulatorarm 11 und dem Schenkel 13 verkleinert sich, bis das mitgenommene Werkstück 8 auf dem Unterwerkzeug 6 in der Umformposition U aufliegt. Dabei ist die Länge des Vorspannelements 19, mithin der Abstand zwischen dem Schenkel 13 und dem Manipulatorarm 11 bzw. dem Kopplungselement 12 so gewählt, dass auch nach dem Überdrücken keine starre Kopplung zwischen dem Schenkel 13 und dem Manipulatorarm 11 bzw. dem Kopplungselement 12 besteht, d.h. dass der Manipulatorarm 11 und der Schenkel 13 weiterhin elastisch entkoppelt sind.

[0112] Dadurch ist es möglich, dass der Manipulatorarm 11 der Mitnahmebewegung nicht zu folgen braucht, und zumindest für den Zeitraum ab der Mitnahme zum Umformpunkt U und bei der Umformung unbewegt und gleichzeitig vom Schenkel 13 elastisch entkoppelt bleiben kann.

[0113] Nach der Umformung bewegt sich das Oberwerkzeug 4 im Rückhub R und das Vorspannelement 19 kann, durch die Wirkung der Vorspannkraft, wieder die nicht überdrückte Form einnehmen, wodurch z.B. das Werkstück vom Unterwerkzeug 6 abgehoben wird.

[0114] Bei der zweiten Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Handhabungseinheit 2 bzw. das Handhabungsgerät 7, analog zur ersten Ausgestaltung, so eingerichtet ist, dass das Greifersystem 14 und der Manipulatorarm 11 durch Kippen, Schwenken oder Drehen des Manipulatorarms 11 und/oder durch Einstellen bzw. Verändern der Vorspannkraft des Vorspannelements 19 in einem Betriebszustand starr gekoppelt sind.

[0115] Jedoch ist die vorweg beschriebene aktive Entkopplung bzw. Kopplung bei der zweiten Ausgestaltung nach FIG. 3 bis 5 nicht zwingend erforderlich, wenn beispielsweise die Vorspannkraft des Vorspannelements 19 so gewählt bzw. eingestellt oder einstellbar ist, dass im nicht überdrückten Zustand eine quasi-starre Kopplung gegeben ist, bei der die Vorspannkraft größer ist als das auf das Vorspannelement 19 wirkende Gewicht aus Greifersystem 14 und Werkstück 8.

[0116] Abgesehen von hydraulisch oder pneumatisch ver- oder einstellbaren Vorspannelementen 19 kommen auch Vorspannelemente 19 mit nicht einstellbarer Vorspannkraft in Betracht, wie z.B. Federelemente.

[0117] Es versteht sich, dass die Handhabungseinheit 2 bzw. das Handhabungsgerät 7 der zweiten Ausgestaltung auch in der Betriebsweise der im Zusammenhang mit der ersten Ausgestaltung beschriebenen Betriebsweise eingesetzt werden kann. Ebenfalls sind Mischformen möglich, bei welchen das Werkstück 8 zur Umformposition U überführt wird, indem das Handhabungsgerät 7 abgesenkt und das Werkstück 8 durch das Oberwerkzeug 4 zumindest einen Teilweg mitgenommen wird. Wie bereits angedeutet, können die Betriebsweisen auch verwendet werden bei Gegenschlaghämmern, bei welchen sich beide Werkzeuge bewegen.

[0118] Die obigen Ausführungen zeigen, dass mit der hierin beschriebenen Erfindung eine Abkühlung bzw. ei-

ne Auskühlung des Werkstücks bei der Warmumformung vor dem Umformvorgang durch eine Reduktion der Kontaktzeit von Werkstück und den Werkzeugen vermindert werden kann. Insbesondere können dadurch bessere Umformergebnisse erreicht werden. Auch kann durch eine geringere Kontaktzeit zwischen Werkstück und Werkzeug/en der Wärmeeintrag in die Werkzeuge verringert werden.

10 Bezugszeichenliste

[0119]

1	Umformmaschine
15 2	Handhabungseinheit
3	Bär
4	Oberwerkzeug
5	Schabotte
6	Unterwerkzeug
20 7	Handhabungsgerät
8	Werkstück
9	Manipulator
10	Drehantrieb
11	Manipulatorarm
25 12	Kopplungselement
13	Schenkel
14	Greifersystem
15	Dämpferelement
16	Greifelement
30 17	Pfeil, parallele Bewegung
18	Pfeil, Drehbewegung
19	Vorspannelement
20	Auflagefläche
35 A	Arbeitsraum
D	Abstand
H	Hubbewegung
K	Kippachse
P	Referenzposition
40 R	Ruckhubbewegung
U	Umformposition
V	Vorposition
W	Werkzeugbewegungsachse

45 Patentansprüche

1. Verfahren zur Warmumformung, insbesondere zum Schmieden, eines Werkstücks (8), bei welchem

- a) das Werkstück (8) während eines Arbeitshubes (H) in einem Arbeitsraum (A) zweier aufeinander zubewegter Werkzeuge (4, 6) einer Umformmaschine (1) in einem Umformvorgang umgeformt wird, und
- b) das Werkstück (8) bei dem Umformvorgang in einer im Arbeitsraum (A) gelegenen Umformposition (U) mittels eines Handhabungsgeräts

- (7) festgehalten wird,
- wobei
- c) das Handhabungsgerät (7) das Werkstück (8) vor dem Umformvorgang im Arbeitsraum (A) in einer vorgegebenen, zu den Werkzeugen (4, 6) beabstandeten Vorposition (V) vorpositioniert, und wobei
- d1) das in der Vorposition (V) vorpositionierte Werkstück (8) durch ein im Arbeitshub (H) längs einer Werkzeugbewegungsachse (W) zur Umformposition (U) bewegtes Werkzeug (4) von der Vorposition (V) zur Umformposition (U) mitbewegt wird, und/oder
- d2) das in der Vorposition (V) vorpositionierte Werkstück (8) durch das Handhabungsgerät (7) in einer zu einem im Arbeitshub (H) längs einer Werkzeugbewegungsachse (W) zur Umformposition (U) bewegten Werkzeug (4) synchronen Bewegung zur Umformposition (U) bewegt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das in der Vorposition (V) vorpositionierte Werkstück (8) im Arbeitsraum (A) für ein vorgegebenes Mindestzeitintervall, das abhängig ist vom jeweiligen Umformprozess, innerhalb eines Arbeitshubs schwebend positioniert wird, so dass eine Kontaktzeit des Werkstücks (8) mit den Werkzeugen (4, 6) minimiert ist.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Werkstück (8) in der Vorposition (V), zumindest jedoch bei Erreichen der Vorposition (V), in Richtung einer Werkzeugbewegungsachse (W) längs der sich das bewegte Werkzeug (4) bewegt, einen vorgegebenen Abstand (D) von der Umformposition (U) und/oder einen vorgegebenen Abstand (D) von einem unbewegt ortsfesten Werkzeug (6) aufweist.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die synchrone Bewegung im Schritt d2) ausgeführt und/oder getriggert wird, sobald das auf die Umformposition (U) zubewegte Werkzeug (4) im Arbeitshub (H) eine Referenzposition (P) erreicht, wobei die synchrone Bewegung vorzugsweise derart ausgeführt wird, dass das Werkstück (8) die Umformposition (U) erreicht bevor das Werkzeug (4) das Werkstück (8) zur Umformung beaufschlagt.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei eine Ausrichtung des Werkstücks (8) in der Vorposition (V) bis auf eine Verschiebung oder Bewegung parallel zur Werkzeugbewegungsachse (W) einer für die Umformposition (U) vorgesehenen Ausrichtung entspricht.

6. Verfahren, nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Handhabungsgerät (7) ein Greifersystem (14) und einen zur räumlichen Bewegung des Greifersystems (14) ausgebildeten Manipulator (9) umfasst, wobei das Greifersystem (14) über ein zwischengeschaltetes, Dämpferelement (15) mit dem Manipulator (9) verbunden ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Handhabungsgerät (7) so betrieben wird oder betreibbar ist, dass
 - das Greifersystem (14) bei vorpositioniertem Werkstück (8) über das Dämpferelement (15) vom Manipulator (9) elastisch entkoppelt ist oder wird, oder zumindest unmittelbar vor der Mitbewegung durch das Werkzeug (8) in Schritt d1) elastisch entkoppelt ist oder wird; und/oder
 - das Greifersystem (14) zumindest in der Vorposition des Werkstücks (8) durch ein Vorspannelement (19), insbesondere ein Feder-, Pneumatik- oder Hydraulikelement, mit einer variabel einstellbaren oder einer festen Vorspannkraft, am oder gegen den Manipulator (9) abgestützt ist oder abgestützt wird, wobei, optional, die Vorspannkraft beim Mitbewegen des vorpositionierten Werkstücks (8) nach Schritt d1) durch das bewegte Werkzeug (4) zumindest teilweise überdrückt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Werkstück (8) durch die synchrone Bewegung zur Umformposition (U) auf ein Werkzeug (6) aufgelegt wird, und wobei bei aufliegendem Werkstück (8) das Handhabungsgerät (7) derart betrieben wird, dass der Manipulator (9) vom Greifersystem (14) unmittelbar vor und während des Umformvorgangs über das Dämpferelement (15) zumindest teilweise elastisch entkoppelt wird bzw. ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei das Handhabungsgerät (7) so betrieben wird, dass das Greifersystem (14) und der Manipulator (9) vor der Positionierung des Werkstücks (8) in der Vorposition (V) und/oder nach erfolgtem Umformvorgang durch eine starre Kopplung im Wesentlichen starr gekoppelt werden bzw. sind, wobei, vorzugsweise, ein Einstellen der starren Kopplung und/oder ein Lösen der starren Kopplung zwischen dem Greifersystem (14) und dem Manipulator (9) durch zueinander im Wesentlichen komplementäre Bewegungen des Manipulators (9) relativ zum Greifersystem (14) und/oder durch zueinander im Wesentlichen komplementäre Bewegungen eines Kopplungselements (12) erfolgt, wobei das Greifersystem (14) während des Einstellens und/oder des Lösens der starren Kopplung vorzugsweise im Wesentlichen ortsfest ist oder bleibt, und wobei die Bewegung des Manipu-

lators (9) relativ zum Greifersystem (14) vorzugsweise ein Verschwenken und/oder ein Abwinkeln umfasst.

10. Vorrichtung zum Warmumformen, insbesondere Schmieden, eines Werkstücks, insbesondere zur Verwendung in einem der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, umfassend

a) eine, insbesondere schlagende, Umformmaschine (1) mit wenigstens zwei relativ aufeinander zubewegbaren Werkzeugen (4, 6) zur Ausführung eines Umformvorgangs während eines Arbeitshubs (H) in einem Arbeitsraum (A) der Werkzeuge (4, 6);

b) ein Handhabungsgerät (7) zur Handhabung von Werkstücken (8), welches eingerichtet ist, das Werkstück (8) auch während des Umformvorgangs zu greifen und/oder zu halten;

c) wenigstens eine Kontrolleinheit zum Steuern und/oder Regeln der Bewegungen der Werkzeuge (4, 6) und des Handhabungsgeräts (7), wobei die Kontrolleinheit dazu eingerichtet ist, zumindest das Handhabungsgerät (7) so anzusteuern oder zu regeln, dass

d) das Werkstück (8) zeitlich vor dem Umformvorgang im Arbeitsraum (A) in einer vorgegebenen, zu den Werkzeugen (4, 6) beabstandeten Vorposition (V) vorpositioniert ist, und

d1) das in der Vorposition (V) vorpositionierte Werkstück (8) durch ein im Arbeitshub (H) zum Umformpunkt (U) bewegtes Werkzeug (8) von der Vorposition (V) zur Umformposition (U) mitbewegt wird, wobei das Werkstück (8) während des Mitbewegens und des Umformvorgangs durch das Handhabungsgerät (7) gehalten wird; und/oder d2) das Handhabungsgerät (7) das Werkstück (8) in einer zu einem im Arbeitshub (A) zur Umformposition (U) bewegten Werkzeug (4) synchronen Bewegung von der Vorposition (V) zur Umformposition (U) überführt, sobald das auf die Umformposition (U) zubewegte Werkzeug (4) im Arbeitshub (A) eine Referenzposition (P) erreicht, wobei das Werkstück (8) während des Umformvorgangs (U) durch das Handhabungsgerät (7) gehalten wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei das Handhabungsgerät (7) das in der Vorposition (V) vorpositionierte Werkstück (8) im Arbeitsraum (A) für ein vorgegebenes Mindestzeitintervall, das abhängig ist vom jeweiligen Umformprozess, innerhalb eines Arbeitshubs schwebend positioniert, so dass eine Kontaktzeit des Werkstücks (8) mit den Werkzeugen (4, 6) minimiert ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, wobei das Handhabungsgerät (7) einen Manipulator (9) und ein mit dem Manipulator (9) verbundenes Greifersystem (14) umfasst, wobei das Greifersystem (14) mit dem Manipulator (9) über ein zwischengeschaltetes Dämpferelement (15) verbunden ist, wobei die Kontrolleinheit vorzugsweise dazu eingerichtet ist, den Manipulator (9) und/oder ein Kopplungselement (12), derart zu steuern oder zu regeln, dass das Greifersystem (14) und der Manipulator (9) bei einem Betrieb gemäß d2) bei oder unmittelbar nach Erreichen der Umformposition (U) für das Werkstück (8), jedoch vor dem Umformvorgang über das Dämpferelement (15) elastisch entkoppelt sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei das Handhabungsgerät (7) einen Manipulator (9) und ein mit dem Manipulator (9) verbundenes Greifersystem (14) aufweist, wobei das Greifersystem (14) mit dem Manipulator (9) über ein zwischengeschaltetes Dämpferelement (15) verbunden ist, wobei die Kontrolleinheit vorzugsweise dazu eingerichtet ist, den Manipulator (9) und/oder ein Kopplungselement (12), derart zu steuern oder zu regeln, dass das Greifersystem (14) und der Manipulator (9) bei einem Betrieb gemäß d1) zumindest bei oder unmittelbar nach Erreichen der Vorposition (V) für das Werkstück (8), jedoch vor der Mitbewegung durch das Werkzeug (4) über das Dämpferelement (15) elastisch entkoppelt sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, umfassend des Weiteren ein Vorspannelement (19), insbesondere ein Feder-, Pneumatik- oder Hydraulikelement, mit welchem das Greifersystem (14) am oder gegen den Manipulator (9) mit einer variabel einstellbaren oder einer festen Vorspannkraft abgestützt ist oder abstützbar ist, wobei die Vorspannkraft so eingerichtet ist, dass diese bei einem Betrieb gemäß d1) ab dem Mitbewegen des Werkstücks (8) durch das bewegte Werkzeug (4) zumindest teilweise überdrückt wird, und wobei, vorzugsweise, der Manipulator (9) zumindest ab dem Mitbewegen bis zum Ende des Umformvorgangs im Wesentlichen bewegungsfrei gehalten ist bzw. wird, wobei die Kontrolleinheit vorzugsweise ferner dazu eingerichtet ist, bei variabel einstellbarer Vorspannkraft diese zu steuern oder zu regeln, derart, dass die Vorspannkraft zumindest in der Vorposition (V) das Greifersystem (14) mit Werkstück (8) ruhend am Manipulator (9), insbesondere mit einer Vorspannkraft, abstützt, und bei einem Betrieb gemäß d1) ab dem Mitbewegen des Werkstücks (8) durch das bewegte Werkzeug zumindest teilweise überdrückt wird.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei die Umformmaschine (1), das Handhabungsgerät (7) und die wenigstens eine Kontrolleinheit ein-

gerichtet sind zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

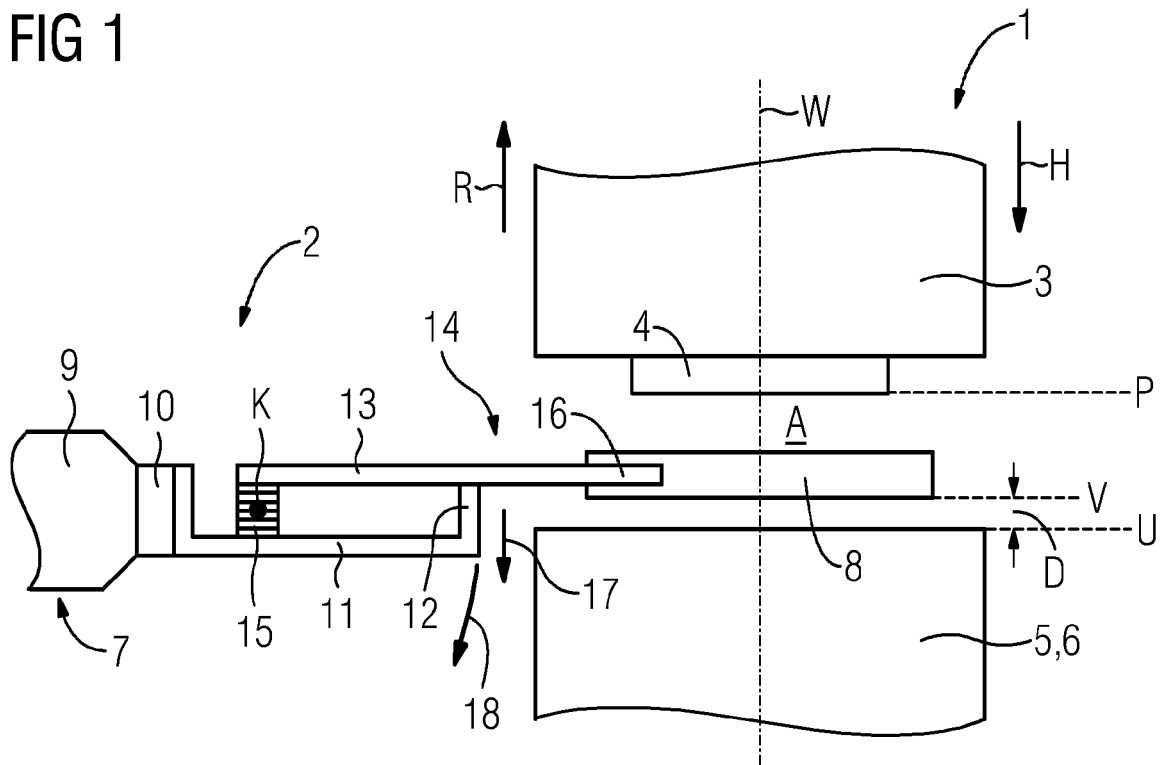


FIG 2

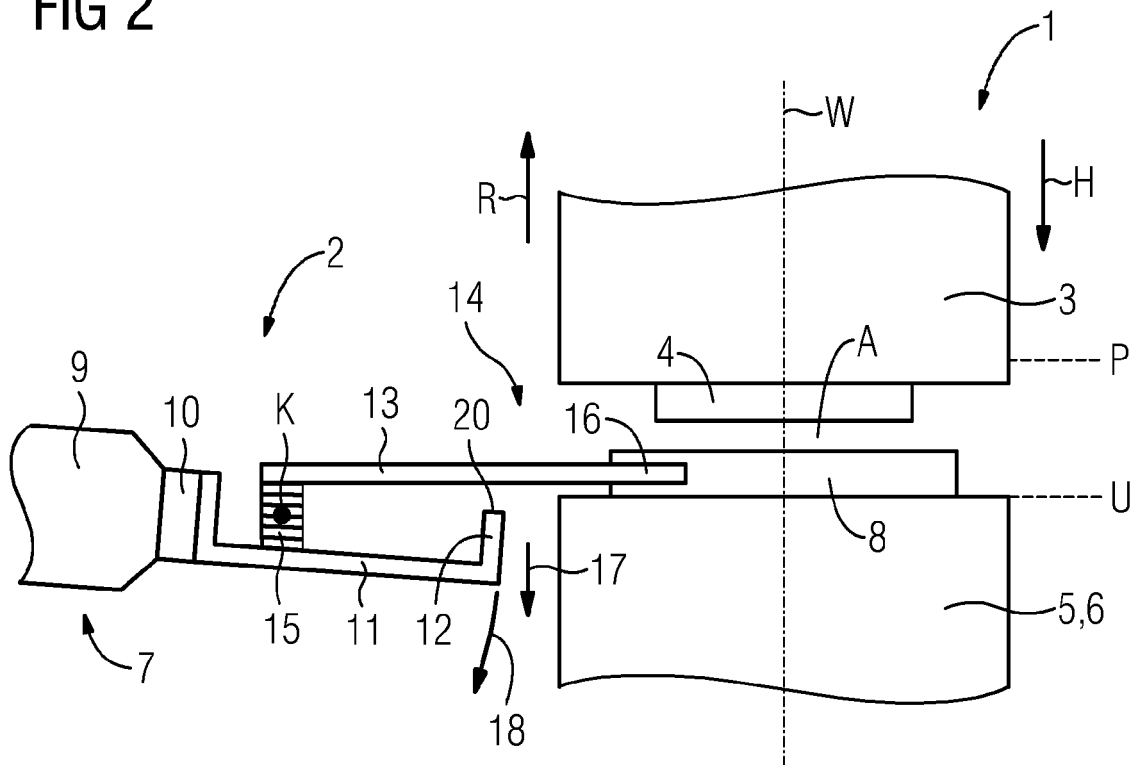


FIG 3

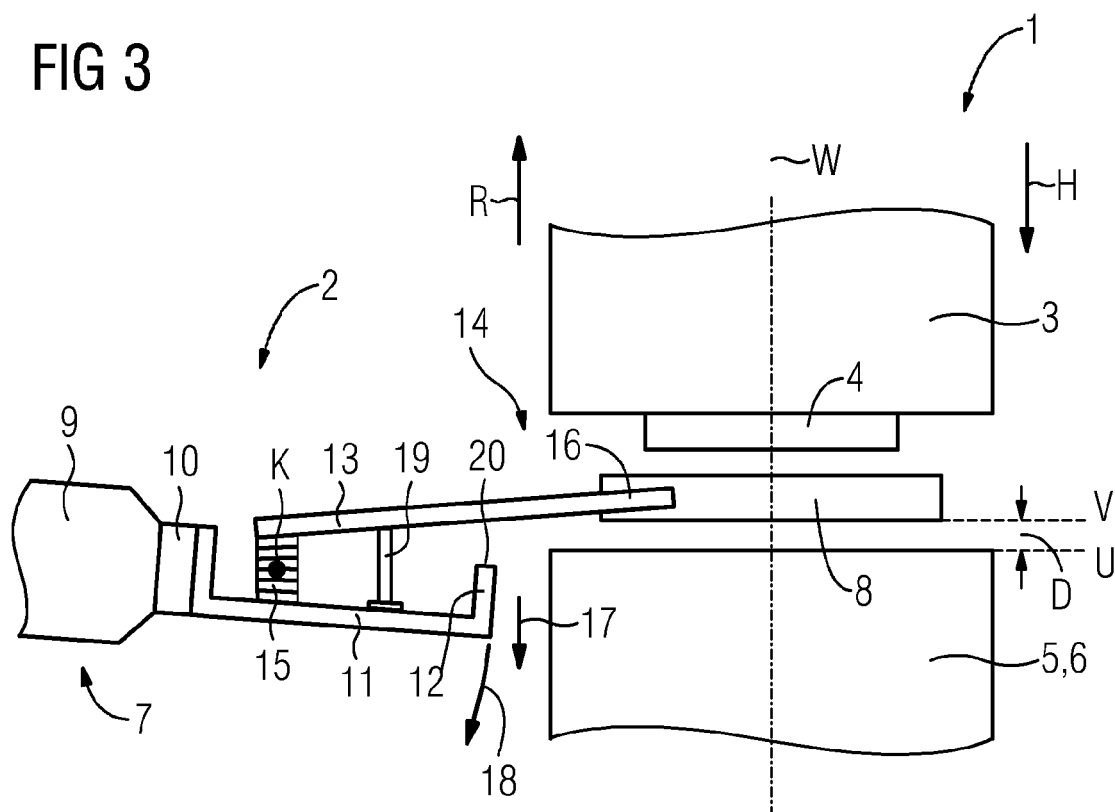


FIG 4

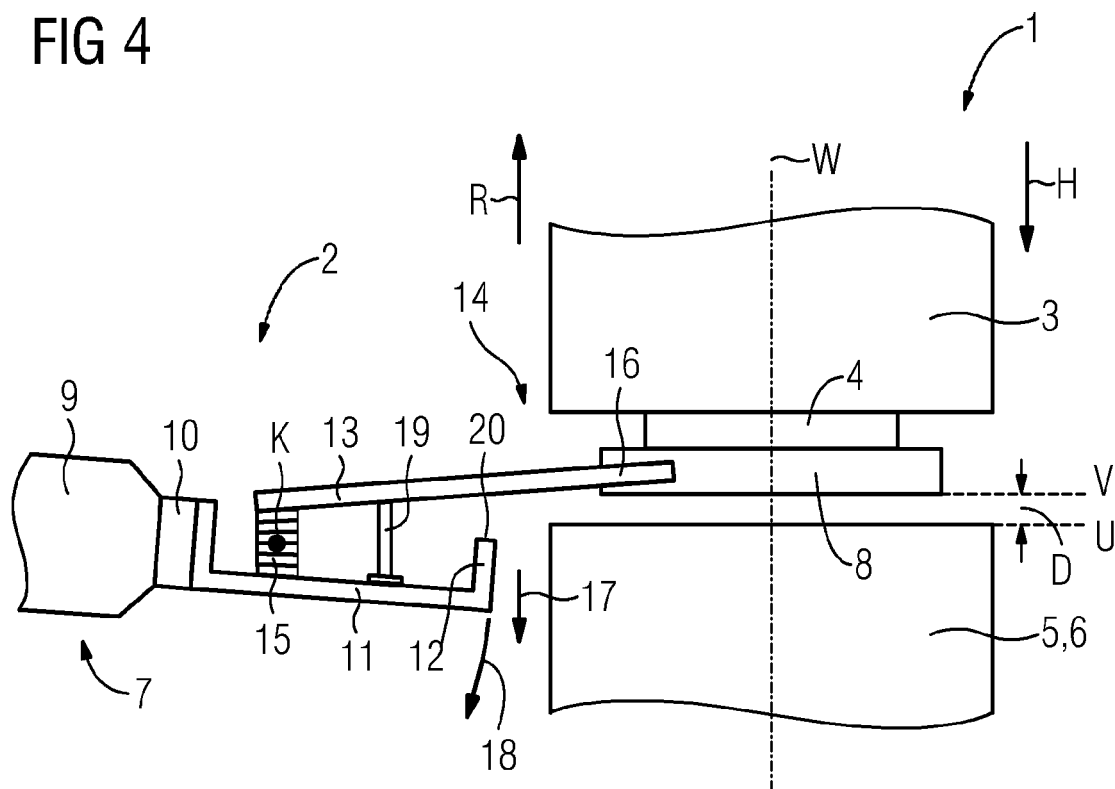
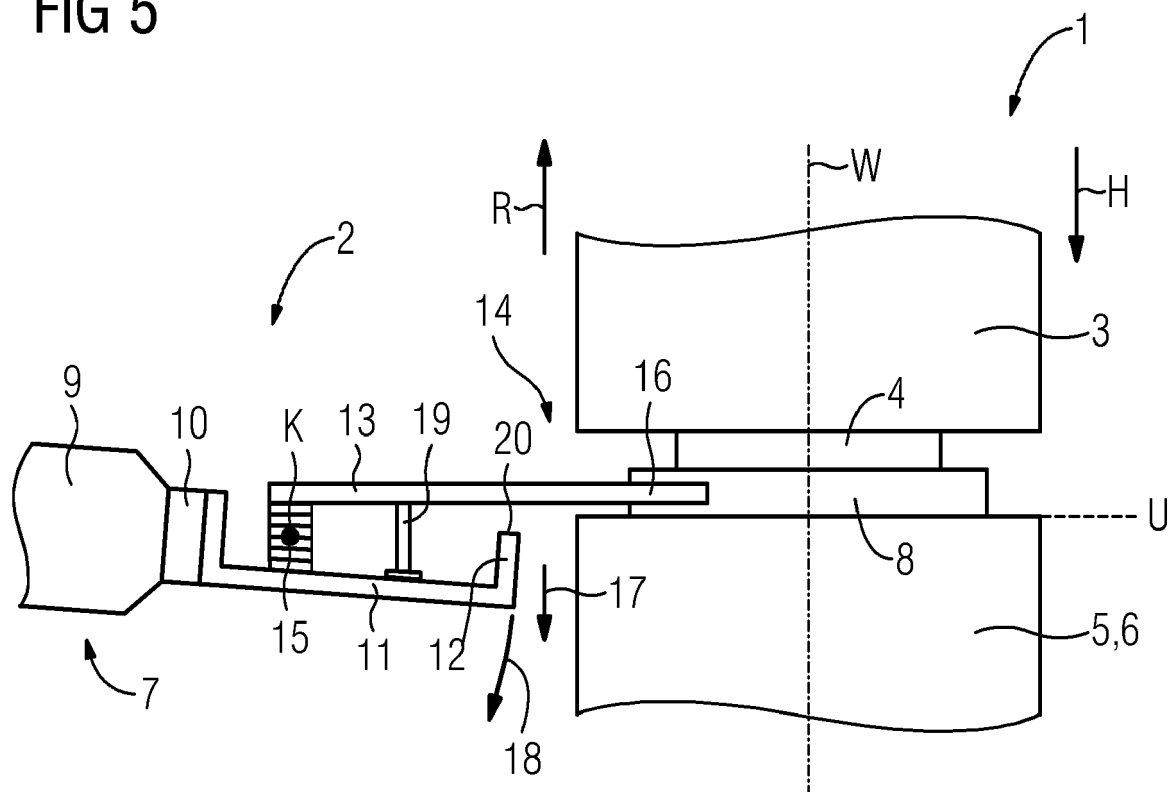


FIG 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 5852

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 944 103 A2 (LANGENSTEIN & SCHEMANN GMBH [DE]) 16. Juli 2008 (2008-07-16) * Absätze [0004], [0052], [0053], [0060]; Abbildungen *	1-13, 15	INV. B21J1/06 B21J9/20 B21J13/10 B21K27/00 B21D43/11
X	US 4 031 736 A (KUTZ HEINRICH [DE]) 28. Juni 1977 (1977-06-28) * Spalte 1, Zeilen 8-19; Abbildung * * Spalte 2, Zeilen 36-59 *	1-3, 5-15	
X	US 3 427 853 A (THOMAS JACK M) 18. Februar 1969 (1969-02-18) * Spalte 2, Zeilen 10-41; Abbildungen *	1-5, 10, 15	
A	DE 10 2010 037883 A1 (LANGENSTEIN & SCHEMANN GMBH [DE]) 5. April 2012 (2012-04-05) * Abbildungen *	1-15	
A	DE 203 20 904 U1 (LANGENSTEIN & SCHEMANN GMBH [DE]) 12. Mai 2005 (2005-05-12) * das ganze Dokument *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21J B21K B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. Oktober 2022	Prüfer Charvet, Pierre
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 17 5852

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

12-10-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1944103 A2	16-07-2008	DE 10333394 A1	05-01-2005
		DE 20311306 U1	02-10-2003
		EP 1944103 A2	16-07-2008
US 4031736 A	28-06-1977	DE 2533055 A1	10-02-1977
		FR 2318693 A1	18-02-1977
		GB 1522234 A	23-08-1978
		IT 1064652 B	25-02-1985
		JP S5215461 A	05-02-1977
		JP S5522174 B2	14-06-1980
		US 4031736 A	28-06-1977
US 3427853 A	18-02-1969	KEINE	
DE 102010037883 A1	05-04-2012	KEINE	
DE 20320904 U1	12-05-2005	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004015675 B4 [0007] [0009] [0046] [0058]
- WO 2005023455 A1 [0007]
- DE 102004105675 B4 [0044]