

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50217/2022
(22) Anmeldetag: 05.04.2022
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2023

(51) Int. Cl.: **B30B 15/16** (2006.01)
B21D 5/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102014209685 B3
EP 1902792 A2
JP S6418525 A

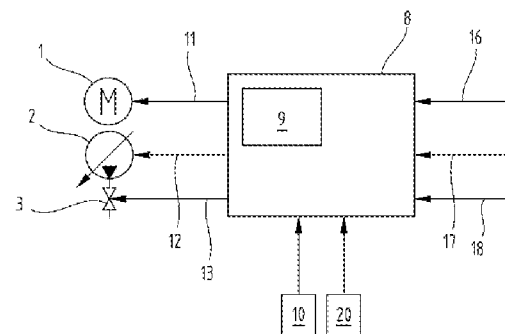
(71) Patentanmelder:
TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG.
4061 Pasching (AT)

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

(54) **Umformmaschine zum Umformen von Werkstücken sowie ein Verfahren hierfür**

(57) Die Erfindung betrifft eine Umformmaschine (5) zum Umformen von Werkstücken (15), insbesondere Biegemaschine zum Biegen von Werkstücken, insbesondere blechförmigen Werkstücken, umfassend einen ersten Maschinenteil (6), einen zweiten Maschinenteil (7), eine Steuerung (8) und ein Antriebssystem zum Bewegen des ersten Maschinenteils (6) relativ zum zweiten Maschinenteil (7) und zum Erzeugen der Umformkraft, wobei das Antriebssystem einen aus zumindest zwei Antriebskomponenten (1, 2, 3) gebildeten Antriebsstrang (4) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Antriebsparameter (11) einer ersten Antriebskomponente (1) des Antriebsstranges (4) und zumindest ein Antriebsparameter (12) einer zweiten Antriebskomponente (2) des Antriebsstranges (4) durch die Steuerung (8) verstellbar sind, wobei in der Steuerung (8) eine Routine (9) zur Optimierung der Energieeffizienz und/oder des Wirkungsgrades des Antriebssystems hinterlegt ist und der zumindest eine Antriebsparameter (11) der ersten Antriebskomponente (1) und der zumindest eine Antriebsparameter (12) der zweiten Antriebskomponente (2) in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine (5) durch die Routine (9) vorgegeben sind.

Fig.2



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Umformmaschine (5) zum Umformen von Werkstücken (15), insbesondere Biegemaschine zum Biegen von Werkstücken, insbesondere blechförmigen Werkstücken, umfassend

- einen ersten Maschinenteil (6),
- einen zweiten Maschinenteil (7),
- eine Steuerung (8) und
- ein Antriebssystem zum Bewegen des ersten Maschinenteils (6) relativ zum zweiten Maschinenteil (7) und zum Erzeugen der Umformkraft, wobei das Antriebssystem einen aus zumindest zwei Antriebskomponenten (1, 2, 3) gebildeten Antriebsstrang (4) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Antriebsparameter (11) einer ersten Antriebskomponente (1) des Antriebsstranges (4) und zumindest ein Antriebsparameter (12) einer zweiten Antriebskomponente (2) des Antriebsstranges (4) durch die Steuerung (8) verstellbar sind, wobei in der Steuerung (8) eine Routine (9) zur Optimierung der Energieeffizienz und/oder des Wirkungsgrades des Antriebssystems hinterlegt ist und der zumindest eine Antriebsparameter (11) der ersten Antriebskomponente (1) und der zumindest eine Antriebsparameter (12) der zweiten Antriebskomponente (2) in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine (5) durch die Routine (9) vorgegeben sind.

Fig. 2

Die Erfindung betrifft Umformmaschine zum Umformen von Werkstücken gemäß dem Oberbegriff des Anspruch 1.

Zur Erzeugung der erforderlichen Presskraft bei Umformmaschinen bedarf es eines Antriebsstranges, welcher üblicherweise mehrere Antriebskomponenten umfasst. Bei Biegepressen werden als Antriebskomponenten meist ein Motor, eine vom Motor angetriebene Hydraulikpumpe und ein mit der Hydraulikpumpe in Wirkverbindung stehender Zylinder verwendet.

Im Stand der Technik besteht der Nachteil, dass der Energieverbrauch eines solchen Antriebssystems - über viele Bearbeitungszyklen betrachtet - sehr hoch ist. Es besteht daher der Bedarf, den Energieverbrauch zu reduzieren und eine Umformmaschine zu schaffen, die energieeffizienter und daher kostengünstiger betrieben werden kann. Eine solche Umformmaschine soll bevorzugt mit einfachen und nachhaltigen Maßnahmen ausgestattet werden können. Die Bearbeitungsqualität für die umzuformenden Werkstücke soll dabei unverändert hoch bleiben.

Diese Aufgabe wird durch eine Umformmaschine und ein Verfahren zum Betreiben einer Umformmaschine gemäß den Ansprüchen gelöst.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung betrifft somit eine Umformmaschine zum Umformen von Werkstücken, insbesondere Biegemaschine zum Biegen von Werkstücken, insbesondere blechförmigen Werkstücken, umfassend

- einen ersten Maschinenteil,
- einen zweiten Maschinenteil,
- eine Steuerung und

- ein Antriebssystem zum Bewegen des ersten Maschinenteils relativ zum zweiten Maschinenteil und zum Erzeugen der Umformkraft, wobei das Antriebssystem einen aus zumindest zwei Antriebskomponenten gebildeten Antriebsstrang aufweist.

Erfindungsgemäß sind zumindest ein Antriebsparameter einer ersten Antriebskomponente des Antriebsstranges und zumindest ein Antriebsparameter einer zweiten Antriebskomponente des Antriebsstranges durch die Steuerung verstellbar, wobei in der Steuerung eine Routine zur Optimierung der Energieeffizienz und/oder des Wirkungsgrades des Antriebssystems hinterlegt ist und der zumindest eine Antriebsparameter der ersten Antriebskomponente und der zumindest eine Antriebsparameter der zweiten Antriebskomponente in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine durch die Routine vorgegeben sind.

Durch die Einstellbarkeit der Antriebsparameter - je nach Anwendungsfall - sowie das Vorsehen einer Optimierungs-Routine für die Auswahl und/oder Ermittlung geeigneter Antriebsparameter für verschiedene Anwendungsfälle kann die Energieeffizienz und damit auch der Wirkungsgrad des Antriebssystems erhöht werden. Durch die erfindungsgemäße Maßnahme wird somit eine unnötige Verschwendung von Energie verhindert.

Die Optimierungs-Routine ist eingerichtet, für jeden Anwendungsfall eine - hinsichtlich des Wirkungsgrades - optimale Kombination aus Antriebsparametern der ersten und zweiten Antriebskomponente auszuwählen und/oder zu ermitteln. Dies bedeutet, dass die Optimierungs-Routine für unterschiedliche Anwendungsfälle (die z.B. durch die Eigenschaften des Werkstückes und/oder durch die zu erzielende Umformung definiert sind) unterschiedliche Antriebsparameter vorgibt, mit denen in der Folge die jeweiligen Antriebskomponenten (von der Steuerung) angesteuert werden.

Die Optimierungs-Routine ist in der Steuerung der Umformmaschine hinterlegt und kann in Form eines Programms und/oder eines Algorithmus ausgebildet sein. Die Routine kann verschiedene Eingangsgrößen, durch die der Anwendungsfall charakterisierbar ist, umfassen. Unter Anwendung einer (Rechen-)Vorschrift

und/oder einer (ebenfalls in der Steuerung hinterlegten) Zuordnung, z.B. in Form einer Tabelle oder mehrdimensionalen Matrix, ermittelt die Routine Ausgangsgrößen, welche den Antriebsparametern der Antriebskomponenten entsprechen oder aus welchen sich letztere ableiten lassen.

Dadurch kann die Kombination aus erster und zweiter Antriebskomponente (bzw. allenfalls weiterer Antriebskomponenten) oder überhaupt der gesamte Antriebsstrang in jedem Anwendungsfall im Bereich ihres/seines optimalen Wirkungsgrads betrieben werden.

Die Routine legt somit – meist ausgehend von Eingangsparametern, wie Werkstückparametern und/oder Biegeparametern und/oder der Betriebsphase – mit der Vorgabe der Antriebsparameter den optimalen Betriebspunkt fest. Mit anderen Worten: die erforderlichen Reglerdaten für die Antriebskomponenten werden entsprechend angepasst, um diesen optimalen Betriebspunkt zu erreichen.

Jedes umzuformende Werkstück stellt andere Anforderungen an eine Umform- bzw. Biegemaschine, d.h. die erforderlichen Kräfte können variieren. Zusätzlich können die Geschwindigkeiten des bewegbaren Maschinenteils (frei) für verschiedene Betriebsphasen gewählt und/oder verschiedene Haltezeiten (frei) programmiert werden. Die Erfindung stellt für diese Vielzahl und Vielfalt an Anwendungsfällen die passenden Antriebsparameter bereit.

Zur Erzeugung der erforderlichen Presskraft bei Umformmaschinen bedarf es eines Antriebsstranges, welcher üblicherweise mehrere Antriebskomponenten umfasst. Eine besondere Ausführung einer Umformmaschine stellt eine hydraulische Biegemaschine dar, bei der die benötigte Umformkraft durch die Verwendung folgender Antriebskomponenten erzeugt wird: ein Motor, eine vom Motor angetriebene Hydraulikpumpe und ein mit der Hydraulikpumpe in Wirkverbindung stehender Zylinder.

Bei servohydraulisch angetriebenen Biegemaschinen sind dabei der Servomotor und der Servoregler von besonderem Interesse. Beispielsweise kann aus den Einzelwirkungsgraden der einzelnen Antriebskomponenten eine Wirkungsgradmatrix

des Antriebsstranges erstellt werden. Wird der Antrieb nun statt an den üblichen Betriebspunkten in optimierten Bereichen betrieben kann der Energiebedarf deutlich gesenkt werden.

Auch bei einem lagegeregelten Stopp eines der Maschinenteile kann Energie gespart werden. Da ein solcher lagegeregelter Stopp einen geringeren Druck benötigt und der Motor zu diesem Zeitpunkt mit einer geringen Drehzahl läuft, ist der Wirkungsgrad gering. D.h. die Stoppzeit in der Lageregelung sollte so kurz als möglich sein. Somit ist in einer bevorzugten Ausführungsform ein Antriebsparameter der ersten und/oder zweiten Antriebskomponente jene Zeitspanne (Stoppzeit), die für einen lagegeregelten Stopp eines der Maschinenteile zur Verfügung gestellt wird.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Routine eingerichtet ist,

in Abhängigkeit von zumindest einem Werkstückparameter, insbesondere der Werkstückdicke und/oder des Werkstückmaterials und/oder der Werkstückform, und/oder

in Abhängigkeit von zumindest einem Biegeparameter, insbesondere des Biegewinkels und/oder der Eintauchtiefe und/oder der Umformkraft, und/oder

in Abhängigkeit einer Betriebsphase der Umformmaschine, insbesondere der Zustellphase (auch Eilphase genannt) und/oder der Umformphase,

den zumindest einen Antriebsparameter der ersten Antriebskomponente und den zumindest einen Antriebsparameter der zweiten Antriebskomponente auszuwählen und/oder zu ermitteln. Die Optimierungs-Routine ermittelt ausgehend von Eingangsgrößen, welche den jeweiligen Anwendungsfall definieren, die – hinsichtlich der Energieeffizienz und/oder Wirkungsgrades optimierten – Antriebsparameter.

Auf diese Weise kann die Routine individuell auf den jeweiligen Anwendungsfall eingehen und dafür optimierte Parameter ausgeben. Mit anderen Worten: Die Routine ermittelt jene Antriebsparameter, die unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen (Werkstückparameter, Biegeparameter und/oder Betriebsphase) die höchste Energieeffizienz bzw. den höchsten Wirkungsgrad ergeben.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass in der Steuerung zumindest eine Parameterzuordnung, insbesondere in Form eines Datensatzes und/oder einer Rechenvorschrift und/oder einer Funktion, hinterlegt ist, die Werkstückparametern und/oder Biegeparametern und/oder Betriebsphasen der Umformmaschine jeweils zumindest einen Antriebsparameter der ersten Antriebskomponente und zumindest einen Antriebsparameter der zweiten Antriebskomponente zuordnet. Diese Parameterzuordnung kann von der Routine selbst umfasst sein und z.B. in Form einer Tabelle, Matrix und/oder eines Algorithmus hinterlegt sein. Bevorzugt ist die Parameterzuordnung eine mehrdimensionale Matrix, in der z.B. jeder Kombination von Eingangsgrößen (Werkstückparameter, Biegeparameter und/oder Betriebsphase) eine Kombination von (optimierten) Antriebsparametern zugeordnet ist. Die Parameterzuordnung kann im Vorfeld ermittelt bzw. programmiert werden und alle maßgeblichen Einflussgrößen auf den Wirkungsgrad des Antriebsstranges oder der Kombination einzelner Antriebskomponenten berücksichtigen.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Routine eine Zuordnung, vorzugsweise in Form einer Wirkungsgradmatrix, umfasst, die Kombinationen von zumindest einem Antriebsparameter der ersten Antriebskomponente und zumindest einem Antriebsparameter der zweiten Antriebskomponente jeweils einen Wirkungsgrad der Kombination zumindest der ersten Antriebskomponente und der zweiten Antriebskomponenten zuordnet. Auf diese Weise kann die Routine nach dem höchsten Wirkungsgrad suchen und ausgehend davon die optimale Kombination von Antriebsparametern auswählen. Selbstverständlich können hier auch weitere Antriebskomponenten und deren Antriebsparameter berücksichtigt sein, sodass hier nicht nur eine 2-dimensionale, sondern auch mehrdimensionale Matrizen vorgesehen sein könnten.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Routine eingerichtet ist, bei vorgegebenen Werkstückparametern und/oder vorgegebenen Biegeparametern und/oder vorgegebener Betriebsphase jene(n) Antriebsparameter der ersten Antriebskomponente und Antriebsparameter der zweiten Antriebs-

komponente auszuwählen, bei denen der Wirkungsgrad der Kombination zumindest der ersten Antriebskomponente und der zweiten Antriebskomponenten und/oder der Wirkungsgrad des gesamten Antriebsstranges größer als 0,8 ist und/oder ein Maximum aufweist. Aufgrund dieses Kriteriums ist sichergestellt, dass die Umformmaschine immer auf den optimalen Betriebspunkt ausgerichtet ist, wodurch der Energieverbrauch minimiert wird.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Umformmaschine

zumindest einen Sensor zur Erfassung einer Antriebsgröße, insbesondere eines Drehmoments, eines Druckes, einer Umformkraft und/oder einer Position des ersten Maschinenteils relativ zum zweiten Maschinenteil, und/oder

zumindest einen Sensor zur Erfassung einer Werkstückeigenschaft (z.B. Geometrie, Position, Verformungsgrad, usw.), insbesondere vor und/oder während des Umformvorganges, umfasst,

wobei der zumindest eine Sensor mit der Steuerung kommunikationsverbunden ist und die Sensordaten des zumindest einen Sensors und/oder (eine) aus den Sensordaten abgeleitete Größe(n) (eine) Eingangsgröße(n) der Routine sind. Durch den/die Sensor(en) erhält die Optimierungs-Routine zusätzliche Informationen über den Betriebsablauf bzw. die Umformung, wodurch die Antriebsparameter noch besser an die jeweilige Situation angepasst werden können. Sensorwerte können ebenfalls Teil der zuvor genannten (Parameter-)Zuordnungen sein.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Umformmaschine zumindest eine Eingabeschnittstelle zum Eingeben von Werkstückparametern und/oder Biegeparametern aufweist, wobei die Werkstückparameter und/oder Biegeparameter Eingangsgrößen der Routine sind. Durch die Eingabeschnittstelle können entweder automatisch oder durch einen Bediener (im letzteren Fall handelt es sich um eine Benutzerschnittstelle) die den Anwendungsfall definierenden Parameter (d.h. die vorgegebenen Rahmenbedingungen für den Umformprozess) der Optimierungs-Routine zugeführt werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Routine eingerichtet ist, im Zuge der Änderung zumindest eines Antriebsparameters der ersten Antriebskomponente auch zumindest einen Antriebsparameter der zweiten Antriebskomponente zu ändern. Dadurch erfolgt eine dynamische bzw. flexible Anpassung, welcher der erfindungsgemäße Gedanke zugrunde liegt, dass bei einer Energieeffizienzoptimierung die (optimalen) Antriebsparameter voneinander abhängig sind bzw. voneinander abhängig eingestellt werden müssen.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Routine eingerichtet ist, zumindest einen Antriebsparameter zumindest einer Antriebskomponente anzupassen, wenn der Wirkungsgrad der Kombination zumindest der ersten und zweiten Antriebskomponente kleiner als ein vorgegebener Wert ist und/oder während des Betriebs der Umformmaschine unter einen vorgegebenen Wert fällt. Auf diese Weise kann unmittelbar auf eine eintretende Situation reagiert werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass in der Steuerung zumindest zwei Betriebsphasen, insbesondere eine Umformphase und eine Zustellphase (manchmal auch Eilphase genannt) abgebildet sind, die sich durch die Umformkraft und/oder Zustellgeschwindigkeit zwischen erstem und zweiten Maschinenteil unterscheiden, wobei die Routine eingerichtet ist, die - in Abhängigkeit der jeweiligen Betriebsphase - unterschiedliche Antriebsparameter der ersten Antriebskomponente des Antriebsstranges und unterschiedliche Antriebsparameter einer zweiten Antriebskomponente des Antriebsstranges vorzugeben.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass der Antriebsstrang eine Zylinder-Kolben-Einheit umfasst, die durch die erste Antriebskomponente und/oder zweite Antriebskomponente mit Druck beaufschlagbar ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die erste Antriebskomponente und die zweite Antriebskomponente im Antriebsstrang seriell nacheinander geschaltet sind

Bevorzugt ist, wenn die erste Antriebskomponente (z.B. Motor) die zweite Antriebskomponente (z.B. Pumpe) antreibt. Besonders bevorzugt ist, wenn in weiterer Folge die zweite Antriebskomponente die Zylinder-Kolben-Einheit antreibt.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die erste Antriebskomponente einen Motor, vorzugsweise einen Servomotor, umfasst, wobei vorzugsweise ein durch die Steuerung gemäß der Routine verstellbarer Antriebsparameter der ersten Antriebskomponente die Drehzahl und/oder das Drehmoment des Motors ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Antriebskomponente eine von dem Motor angetriebene Pumpe, insbesondere Regelpumpe, umfasst, wobei vorzugsweise ein durch die Steuerung gemäß der Routine verstellbarer Antriebsparameter der zweiten Antriebskomponente der Fördervolumenstrom ist,

und/oder

dass die zweite Antriebskomponente ein mechanisches Getriebe umfasst, wobei vorzugsweise ein durch die Steuerung gemäß der Routine verstellbarer Antriebsparameter der zweiten Antriebskomponente die Übersetzung des Getriebes ist.

Der Fördervolumenstrom ist u.a. vom geometrischen Verdrängungsvolumen der Pumpe abhängig. Es können daher u.a. Regelpumpen mit veränderlichem geometrischen Verdrängungsvolumen eingesetzt werden. In diesem Fall kann der Antriebsparameter der zweiten Antriebskomponente das geometrische Verdrängungsvolumen der Pumpe sein.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Routine eingerichtet ist, in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine im Zuge der Erhöhung der Drehzahl des von der ersten Antriebseinheit umfassten Motors, den Fördervolumenstrom der von der zweiten Antriebskomponente umfassten Pumpe zu verringern

und/oder

im Zuge der Verringerung der Drehzahl des von der ersten Antriebseinheit umfassten Motors, den Fördervolumenstrom der von der zweiten Antriebskomponente umfassten Pumpe zu erhöhen.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass zumindest ein Antriebsparameter einer dritten Antriebskomponente des Antriebsstranges durch die Steuerung verstellbar ist, wobei der zumindest eine Antriebsparameter der dritten Antriebskomponente in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine durch die Routine vorgegeben ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die dritte Antriebskomponente ein Ventil umfasst, wobei vorzugsweise ein durch die Steuerung verstellbarer Antriebsparameter der dritten Antriebskomponente die Ventilstellung ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass der erste Maschinenteil und/oder der zweite Maschinenteil eine Umformwerkzeughalterung und/oder zumindest ein Umformwerkzeug umfasst/-en. Z.B. kann der erste (insbesondere bewegbare) Maschinenteil die Oberwerkzeughalterung und gegebenenfalls zumindest ein darin eingesetztes Oberwerkzeug (z.B. in Form eines Stempels) umfassen und kann der zweite (insbesondere stationäre) Maschinenteil die Unterwerkzeughalterung und gegebenenfalls zumindest ein darin eingesetztes Unterwerkzeug (z.B. in Form einer Matrize bzw. eines Gesenks) umfassen

Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer Umformmaschine zum Umformen von Werkstücken, insbesondere Biegemaschine zum Biegen von Werkstücken, insbesondere blechförmigen Werkstücken, wobei die Umformmaschine

- einen ersten Maschinenteil,
- einen zweiten Maschinenteil,
- eine Steuerung und

- ein Antriebssystem zum Bewegen des ersten Maschinenteils relativ zum zweiten Maschinenteil und zum Erzeugen der Umformkraft, wobei das Antriebssystem einen aus zumindest zwei Antriebskomponenten gebildeten Antriebsstrang aufweist, umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Antriebsparameter einer ersten Antriebskomponente des Antriebsstranges und zumindest ein Antriebsparameter einer zweiten Antriebskomponente des Antriebsstranges durch die Steuerung verstellt werden, wobei in der Steuerung eine Routine zur Optimierung der Energieeffizienz und/oder des Wirkungsgrades des Antriebssystems hinterlegt ist und der zumindest eine Antriebsparameter der ersten Antriebskomponente und der zumindest eine Antriebsparameter der zweiten Antriebskomponente in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine durch die Routine vorgegeben werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Umformmaschine nach einer der vorhergehend beschriebenen Ausführungsformen ausgebildet ist.

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

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Umformmaschine;
- Fig. 2 das Prinzip der Optimierung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 3 den Wirkungsgrad eines Antriebsstranges in Abhängigkeit der Drehzahl eines Pumpenmotors bei verschiedenen Drehmomenten (in % des Bemessungsdrehmomentes) sowie im Eilgang und

Fig. 4 in schematischer Darstellung eine Wirkungsgradmatrix betreffend den Antriebsstrang, wobei die einzelnen Kästchen jeweils einen Wirkungsgrad für eine Kombination aus Drehmoment (in % des Bemessungsdrehmomentes) und Drehzahl enthalten.

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

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

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

bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

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

Fig. 1 zeigt eine Umformmaschine 5 zum Umformen von Werkstücken 15 in Form einer Biegemaschine zum Biegen von - insbesondere blechförmigen – Werkstücken. Die Umformmaschine ist vorzugsweise eine Metallumformmaschine zum Umformen von metallischen Werkstücken. Dabei kann es sich z.B. um Biegepressen, Schwenkbiegemaschinen oder Abkantpressen handeln. Auch Umformmaschinen, die in einem Umformvorhang dem Werkstück eine dreidimensionale und/oder komplexe Form aufprägen sind von der Erfindung umfasst.

Umformmaschine 5 umfasst einen ersten Maschinenteil 6 und einen zweiten Maschinenteil 7 und ein Antriebssystem zum Bewegen des ersten Maschinenteils 6 relativ zum zweiten Maschinenteil 7. Das Antriebssystem bewirkt die Relativbewegung und erzeugt die Umformkraft. Es weist einen aus zumindest zwei Antriebskomponenten 1, 2, 3 gebildeten Antriebsstrang 4 auf.

Durch eine Steuerung 8 ist zumindest ein Antriebsparameter 11 einer ersten Antriebskomponente 1 des Antriebsstranges 4 und zumindest ein Antriebsparameter 12 einer zweiten Antriebskomponente 2 des Antriebsstranges 4 verstellbar. Mit anderen Worten: Die Steuerung steuert die Antriebskomponenten an, indem sie Antriebsparameter der Antriebskomponenten einstellt.

In der dargestellten Ausführungsform umfasst die erste Antriebskomponente 1 einen Motor, vorzugsweise einen Servomotor. Ein durch die Steuerung 8 gemäß der Routine 9 verstellbarer Antriebsparameter 11 der ersten Antriebskomponente 1 kann z.B. die Drehzahl und/oder das Drehmoment des Motors sein. Die zweite Antriebskomponente 2 umfasst gemäß der Ausführungsform von Fig. 2 eine von dem Motor angetriebene Pumpe, insbesondere Regelpumpe. Ein durch die Steuerung

8 gemäß der Routine 9 verstellbarer Antriebsparameter 12 der zweiten Antriebskomponente 2 kann z.B. der Fördervolumenstrom sein.

Alternativ könnte z.B. die zweite Antriebskomponente 2 ein mechanisches Getriebe umfassen, wobei vorzugsweise ein durch die Steuerung 8 gemäß der Routine 9 verstellbarer Antriebsparameter 12 der zweiten Antriebskomponente 2 die Übersetzung des Getriebes ist.

Die erste Antriebskomponente 1 und die zweite Antriebskomponente 2 sind im Antriebsstrang 4 seriell geschaltet, indem die erste Antriebskomponente 1 (hier der Motor) die zweite Antriebskomponente 2 (hier die Pumpe) antreibt. In weiterer Folge treibt die zweite Antriebskomponente 2 die Zylinder-Kolben-Einheit 14 an, welche auf den ersten Maschinenteil 1 wirkt. Hier umfasst also der Antriebsstrang 4 eine Zylinder-Kolben-Einheit 14, die durch die erste Antriebskomponente 1 und/oder zweite Antriebskomponente 2 mit Druck beaufschlagbar ist.

In der dargestellten Ausführungsform ist zumindest ein Antriebsparameter 13 einer dritten Antriebskomponente 3 des Antriebsstranges 4 durch die Steuerung 8 verstellbar ist, wobei der zumindest eine Antriebsparameter 13 der dritten Antriebskomponente 3 in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine 5 durch die Routine 9 vorgegeben ist. Die dritte Antriebskomponente 3 kann z.B. ein Ventil umfassen, wobei vorzugsweise ein durch die Steuerung 8 gemäß der Routine 9 verstellbarer Antriebsparameter 13 der dritten Antriebskomponente 3 die Ventilstellung ist.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass die Kombination aus Motor und Pumpe lediglich bevorzugte Ausführungsformen darstellen, und dass aber andere Kombinationen aus - einen Antriebsstrang bildenden – Antriebskomponenten ebenfalls möglich sind. Solche ansteuerbare Antriebskomponenten können insbesondere mechanischer, hydraulischer, pneumatischer, elektromagnetischer Natur sein. Auch wenn die vorliegende Erfindung anhand der Kombination von Motor und Pumpe beschrieben wird, lässt sich das erfindungsgemäße Prinzip gleichermaßen auf andere Kombinationen von Antriebskomponenten übertragen.

In der besagten Steuerung 8 ist nun eine Routine 9 zur Optimierung der Energieeffizienz und/oder des Wirkungsgrades des Antriebssystems hinterlegt. Der zumindest eine Antriebsparameter 11 der ersten Antriebskomponente 1 und der zumindest eine Antriebsparameter 12 der zweiten Antriebskomponente 2 werden - in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine 5 - durch diese Optimierungs-Routine 9 vorgegeben.

Die Routine 9 kann – wie in Fig. 2 schematisch dargestellt – insbesondere dazu eingerichtet bzw. programmiert sein,
 in Abhängigkeit von zumindest einem Werkstückparameter 16, insbesondere der Werkstückdicke und/oder des Werkstückmaterials und/oder der Werkstückform, und/oder
 in Abhängigkeit von zumindest einem Biegeparameter 17, insbesondere des Biegewinkels und/oder der Eintauchtiefe und/oder der Umformkraft, und/oder
 in Abhängigkeit einer Betriebsphase 18 der Umformmaschine 5, insbesondere der Zustellphase und/oder der Umformphase,
 den zumindest einen Antriebsparameter 11 der ersten Antriebskomponente 1 und den zumindest einen Antriebsparameter 12 der zweiten Antriebskomponente 2 auszuwählen und/oder zu ermitteln.

Dabei kann in der Steuerung 8 zumindest eine Parameterzuordnung, insbesondere in Form eines Datensatzes und/oder einer Rechenvorschrift und/oder einer Funktion, hinterlegt sein, die Werkstückparametern 16 und/oder Biegeparametern 17 und/oder Betriebsphasen 18 der Umformmaschine 5 jeweils zumindest einen Antriebsparameter 11 der ersten Antriebskomponente 1 und zumindest einen Antriebsparameter 12 der zweiten Antriebskomponente 2 zuordnet. Im Falle eines Datensatzes, z.B. in Form einer (mehrdimensionalen) Tabelle oder Matrix, können jeder Kombination dieser Eingangsgrößen (Werkstückparametern 16 und/oder Biegeparametern 17 und/oder Betriebsphasen 18) Werte für die jeweiligen Antriebsparameter 11, 12, 13 zugeordnet sein. Im Falle einer Funktion bzw. Rechenvorschrift kann eine solche Zuordnung zumindest teilweise auch analytische Zu-

sammenhänge beinhalten. In jedem Fall lässt sich eine solche Parameterzuordnung folgendermaßen schematisch darstellen: $(y_{11}, y_{12}, y_{13}) = F(x_{16}, x_{17}, x_{18})$, wobei y_{11}, y_{12}, y_{13} die Werte der Antriebsparameter 11, 12, 13 und x_{16}, x_{17}, x_{18} die Werte der Eingangsgrößen 16, 17, 18 darstellen.

Alternativ oder zusätzlich kann die Routine 9 eine Zuordnung, vorzugsweise in Form einer Wirkungsgradmatrix, umfassen, die Kombinationen von zumindest einem Antriebsparameter 11 der ersten Antriebskomponente 1 und zumindest einem Antriebsparameter 12 der zweiten Antriebskomponente 2 jeweils einen Wirkungsgrad der Kombination zumindest der ersten Antriebskomponente 1 und der zweiten Antriebskomponente 2 zuordnet. Eine solche Wirkungsgradmatrix (für eine Kombination aus Motor und Pumpe) ist in Fig. 4 schematisch dargestellt. Diese Wirkungsgradmatrix betrifft einen Antriebsstrang, wobei die einzelnen Kästchen jeweils einen Wirkungsgrad für eine Kombination aus Drehmoment (in % des Bemessungsdrehmomentes) und Drehzahl des Antriebsmotors enthalten sind. Der sich entlang der Diagonale - von links oben nach rechts unten - erstreckende ovale Bereich enthält Wirkungsgrad-Werte, die über jenen außerhalb des abgegrenzten ovalen Bereiches liegen. Z.B. kann der abgegrenzte Bereich so gelegt sein, dass er nur Wirkungsgrade über 0,8 enthält. Die schraffierten Kästchen mit den dazugehörigen Pfeilen deuten nun an, dass durch eine Veränderung (hier: Reduktion) des Drehmomentes und eine Veränderung (hier Erhöhung) der Drehzahl der Wirkungsgrad des Antriebsstranges erhöht werden kann. Während das Drehmoment mit dem Fördervolumenstrom der Pumpe korreliert (und somit durch den Antriebsparameter 12 der zweiten Antriebskomponente 2 einstellbar ist), ist die Drehzahl (als Antriebsparameter 11 der ersten Antriebskomponente 1) direkt am Motor einstellbar. Die Routine 9 kann nun anhand der Wirkungsgradmatrix jene Werte für die Antriebsparameter 11, 12 auswählen, die den größten Wirkungsgraden entsprechen.

In Fig. 3 ist der Wirkungsgrad der Kombination aus Motor und Pumpe in Abhängigkeit der Drehzahl des Motors und für verschiedene Drehmomente (100%, 75% und 50% des Bemessungsdrehmomentes) und im Eilgang E dargestellt ist. Das

Drehmoment ist ein Maß für den Pumpenförderstrom einer Regelpumpe und korreliert somit mit dem Antriebsparameter 12 der zweiten Antriebskomponente.

Der gerade nach oben gerichtete Pfeil zeigt, dass - bei gleichbleibender Drehzahl - durch eine Reduktion des Drehmomentes (was durch eine Änderung des Fördervolumenstroms erfolgt), der Wirkungsgrad erhöht werden kann. Eine gleichzeitige Erhöhung der Drehzahl und Reduktion des Drehmomentes (was durch eine Änderung des Fördervolumenstroms erfolgt) führt in der Umformphase ebenfalls zu einer deutlichen Erhöhung des Wirkungsgrades (siehe den schräg nach oben rechts gerichteten Pfeil). In der Routine bzw. den Datensätzen, auf welche die Routine zurückgreift, sind diese Zusammenhänge (die natürlich von der jeweiligen Kombination der Antriebskomponenten abhängig sind) direkt oder indirekt abgebildet.

Die Routine kann somit dazu eingerichtet sein, in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine 5

im Zuge der Erhöhung der Drehzahl des von der ersten Antriebseinheit 1 umfassten Motors, den Fördervolumenstrom der von der zweiten Antriebskomponente (2) umfassten Pumpe zu verringern

und/oder

im Zuge der Verringerung der Drehzahl des von der ersten Antriebseinheit 1 umfassten Motors, den Fördervolumenstrom der von der zweiten Antriebskomponente 2 umfassten Pumpe zu erhöhen.

Dabei kann die Routine 9 insbesondere dazu eingerichtet sein, bei vorgegebenen Werkstückparametern 16 und/oder vorgegebenen Biegeparametern 17 und/oder vorgegebener Betriebsphase 18 jene(n) Antriebsparameter 11 der ersten Antriebskomponente 1 und Antriebsparameter 12 der zweiten Antriebskomponente 2 auszuwählen, bei denen der Wirkungsgrad der Kombination zumindest der ersten Antriebskomponente 1 und der zweiten Antriebskomponente 2 und/oder der Wirkungsgrad des gesamten Antriebsstranges 4 größer als 0,8 ist und/oder ein Maximum aufweist.

In den Fig. 1 und 2 ist zudem angedeutet, dass die Umformmaschine 5

zumindest einen Sensor 10 zur Erfassung einer Antriebsgröße, insbesondere eines Drehmoments, eines Druckes, einer Umformkraft und/oder einer Position des ersten Maschinenteils 6 relativ zum zweiten Maschinenteil 7, und/oder

zumindest einen Sensor 20 zur Erfassung einer Werkstückeigenschaft, insbesondere vor und/oder während des Umformvorganges, umfassen kann, wobei der zumindest eine Sensor 10, 20 mit der Steuerung 8 kommunikationsverbunden ist und die Sensordaten des zumindest einen Sensors 10, 20 und/oder (eine) aus den Sensordaten abgeleitete Größe(n) (eine) Eingangsgröße(n) der Routine 9 sind.

Die Umformmaschine 5 kann – wie in Fig. 1 gezeigt - zumindest eine Eingabeschnittstelle 19 zum Eingeben von Werkstückparametern 16 und/oder Biegeparametern 17 aufweisen, wobei die Werkstückparameter 16 und/oder Biegeparameter 17 Eingangsgrößen der Routine 9 sind.

Die Routine 9 kann insbesondere eingerichtet sein, im Zuge der Änderung zumindest eines Antriebsparameters 11 der ersten Antriebskomponente 1 auch zumindest einen Antriebsparameter 12 der zweiten Antriebskomponente 2 zu ändern.

Die Routine 9 ist vorzugsweise dazu eingerichtet bzw. programmiert, zumindest einen Antriebsparameter 11, 12, 13 zumindest einer Antriebskomponente 1, 2, 3 anzupassen, wenn der Wirkungsgrad der Kombination zumindest der ersten und zweiten Antriebskomponente 1, 2 kleiner als ein vorgegebener Wert ist und/oder während des Betriebs der Umformmaschine 5 unter einen vorgegebenen Wert fällt.

In der Steuerung 8 können zumindest zwei Betriebsphasen, insbesondere eine Umformphase (d.h. den eigentlichen Umformvorgang) und eine Zustellphase (in der zumindest einer der Maschinenteile 1, 2 nicht auf das Werkstück einwirkt; auch Eilphase genannt) abgebildet sein, die sich durch die Umformkraft und/oder die Zustellgeschwindigkeit zwischen erstem und zweiten Maschinenteil 6, 7 unterscheiden, wobei die Routine 9 eingerichtet ist, die in Abhängigkeit der jeweiligen

Betriebsphase unterschiedliche Antriebsparameter 11 der ersten Antriebskomponente 1 des Antriebsstranges 4 und unterschiedliche Antriebsparameter 12 einer zweiten Antriebskomponente 2 des Antriebsstranges 4 vorzugeben.

Der erste Maschinenteil 6 und/oder der zweite Maschinenteil 7 können jeweils eine Umformwerkzeughalterung und/oder zumindest ein (bevorzugt von der Umformwerkzeughalterung gehaltenes) Umformwerkzeug umfassen.

Schließlich können die oben beschriebenen Aspekte auch im Rahmen eines Verfahrens zum Betreiben einer Umformmaschine 5 verwirklicht sein.

Abschließend wird das Potential der Erfindung noch am Beispiel eines (Servo-)Motors beschrieben:

Die Abwärtsfahrt des ersten Maschinenteils 1 (z.B. Pressbalkens) wird durch dessen Masse angetrieben. Die Regelung erfolgt durch generatorische Bremsung durch den (Servo-)Motor. Dadurch können geringe Energiemengen in den Zwischenkreis zurückgespeist werden.

Bei der Aufwärtsfahrt des ersten Maschinenteils 1 im Bereich der maximalen Geschwindigkeit werden höhere Drücke (z.B. im Bereich von ca. 120bar) benötigt (ca. 1/3 der Maximalkraft). Die Geschwindigkeit kann durch die Bedienperson gewählt werden. In einem Beispiel läuft der Motor bei maximal 220mm/s und einem Drittel der Maximalkraft immer mit einem optimalen Wirkungsgrad (>95%)

Der lagegeregelte Stopp der Achse benötigt einen geringeren Druck (z.B. im Bereich von ca. 70bar, was z.B. 1/4 der Maximalkraft entsprechen kann). Da der Motor zu diesem Zeitpunkt mit einer geringen Drehzahl (z.B. einer Drehzahl von $<100\text{min}^{-1}$) läuft, ist der Wirkungsgrad gering (<60%). D.h. die Stoppzeit in der Lageregelung sollte so kurz als möglich sein.

In der Umformphase ist die erforderliche Kraft abhängig vom Werkstück und den gewählten Werkzeugen und kann von 5%-100% der Maximalkraft ausmachen. Die Geschwindigkeit kann vom Bediener gewählt werden und kann z.B. zwischen 1 und 10mm/s bzw. zwischen 1 und 25mm/s liegen. Kurzzeitig kann die Regelung die

Motordrehzahl aber zusätzlich auf höhere Drehzahlen (z.B. auf maximale 2200min^{-1}) anheben. Aus diesem Grund arbeitet der Motor nicht immer im Bereich des optimalen Wirkungsgrades. Speziell bei sehr langsamer Fahrt oder bei sehr hohen Kräften fällt der Wirkungsgrad deutlich ab.

Für diesen Bereich gibt es große Möglichkeiten, Energie einzusparen, wenn man eine Möglichkeit findet die Pumpe immer in einem Bereich zu betreiben, in dem der Wirkungsgrad optimal ist. Dafür könnten z.B. Hydraulikspeicher verwendet werden. Die Anpassung der Pressgeschwindigkeit könnte ein erster Schritt sein.

Auch am Beispiel der Hydraulikpumpe zeigt sich, dass es ebenfalls Bereiche gibt in denen die Pumpe sehr effizient arbeiten kann, während andere Bereiche unbedingt gemieden werden müssen.

Schließlich ist insbesondere die Kombination der ersten Antriebskomponente und der zweiten Antriebskomponente interessant, die bereits in der Wirkungsgradmatrix der Fig. 4 schematisch dargestellt wurde.

Als besonders geeignet erscheint die Paarung einer Regelpumpe und eines Servomotors. Dann könnte bei unveränderter Geschwindigkeit der Arbeitspunkt mehr oder weniger frei gewählt werden.

An dieser Stelle sei nochmals auf Fig. 3 verwiesen, in der der Wirkungsgrad in Abhängigkeit der Drehzahl des Motors und für verschiedene Drehmomente (100%, 75% und 50% des Bemessungsdrehmomentes) und im Eilgang E dargestellt ist. Der gerade nach oben gerichtete Pfeil zeigt, dass - bei gleichbleibender Drehzahl - durch eine Reduktion des Drehmomentes (was durch eine Änderung der Pumpenfördermenge erfolgt), der Wirkungsgrad erhöht werden kann. Eine gleichzeitige Erhöhung der Drehzahl und Reduktion des Drehmomentes (was durch eine Änderung der Pumpenfördermenge erfolgt) führt in der Umformphase ebenfalls zu einer deutlichen Erhöhung des Wirkungsgrades (siehe den schräg nach oben rechts gerichteten Pfeil).

Bezugszeichenliste

- 1 erste Antriebskomponente
- 2 zweite Antriebskomponente
- 3 dritte Antriebskomponente
- 4 Antriebsstrang
- 5 Umformmaschine
- 6 erster Maschinenteil
- 7 zweiter Maschinenteil
- 8 Steuerung
- 9 Routine
- 10 Sensor
- 11 Antriebsparameter
- 12 Antriebsparameter
- 13 Antriebsparameter
- 14 Zylinder-Kolben-Einheit
- 15 Werkstück
- 16 Werkstückparameter
- 17 Biegeparameter
- 18 Betriebsphase
- 19 Eingabeschnittstelle
- 20 Sensor
- E Eilphase

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Umformmaschine (5) zum Umformen von Werkstücken (15), insbesondere Biegemaschine zum Biegen von Werkstücken, insbesondere blechförmigen Werkstücken, umfassend

- einen ersten Maschinenteil (6),
- einen zweiten Maschinenteil (7),
- eine Steuerung (8) und
- ein Antriebssystem zum Bewegen des ersten Maschinenteils (6) relativ zum zweiten Maschinenteil (7) und zum Erzeugen der Umformkraft, wobei das Antriebssystem einen aus zumindest zwei Antriebskomponenten (1, 2, 3) gebildeten Antriebsstrang (4) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Antriebsparameter (11) einer ersten Antriebskomponente (1) des Antriebsstranges (4) und zumindest ein Antriebsparameter (12) einer zweiten Antriebskomponente (2) des Antriebsstranges (4) durch die Steuerung (8) verstellbar sind, wobei in der Steuerung (8) eine Routine (9) zur Optimierung der Energieeffizienz und/oder des Wirkungsgrades des Antriebssystems hinterlegt ist und der zumindest eine Antriebsparameter (11) der ersten Antriebskomponente (1) und der zumindest eine Antriebsparameter (12) der zweiten Antriebskomponente (2) in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine (5) durch die Routine (9) vorgegeben sind.

2. Umformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Routine (9) eingerichtet ist,

in Abhängigkeit von zumindest einem Werkstückparameter (16), insbesondere der Werkstückdicke und/oder des Werkstückmaterials und/oder der Werkstückform,

und/oder

in Abhängigkeit von zumindest einem Biegeparameter (17), insbesondere des Biegewinkels und/oder der Eintauchtiefe und/oder der Umformkraft,

und/oder

in Abhängigkeit einer Betriebsphase (18) der Umformmaschine (5), insbesondere der Zustellphase und/oder der Umformphase, den zumindest einen Antriebsparameter (11) der ersten Antriebskomponente (1) und den zumindest einen Antriebsparameter (12) der zweiten Antriebskomponente (2) auszuwählen und/oder zu ermitteln.

3. Umformmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Routine (9) zumindest eine Parameterzuordnung, insbesondere in Form eines Datensatzes und/oder einer Rechenvorschrift und/oder einer Funktion, umfasst, die Werkstückparametern (16) und/oder Biegeparametern (17) und/oder Betriebsphasen (18) der Umformmaschine (5) jeweils zumindest einen Antriebsparameter (11) der ersten Antriebskomponente (1) und zumindest einen Antriebsparameter (12) der zweiten Antriebskomponente (2) zuordnet.

4. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Routine (9) eine Zuordnung, vorzugsweise in Form einer Wirkungsgradmatrix, umfasst, die Kombinationen von zumindest einem Antriebsparameter (11) der ersten Antriebskomponente (1) und zumindest einem Antriebsparameter (12) der zweiten Antriebskomponente (2) jeweils einen Wirkungsgrad der Kombination zumindest der ersten Antriebskomponente (1) und der zweiten Antriebskomponente (2) zuordnet.

5. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Routine (9) eingerichtet ist, bei vorgegebenen Werkstückparametern (16) und/oder vorgegebenen Biegeparametern (17) und/oder vorgegebener Betriebsphase (18) jene(n) Antriebsparameter (11) der ersten Antriebskomponente (1) und Antriebsparameter (12) der zweiten Antriebskomponente (2) auszuwählen, bei denen der Wirkungsgrad der Kombination zumindest der ersten Antriebskomponente (1) und der zweiten Antriebskomponente (2) und/oder der Wirkungsgrad des gesamten Antriebsstranges (4) größer als 0,8 ist und/oder ein Maximum aufweist.

6. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Umformmaschine (5)

zumindest einen Sensor (10) zur Erfassung einer Antriebsgröße, insbesondere eines Drehmoments, eines Druckes, einer Umformkraft und/oder einer Position des ersten Maschinenteils (6) relativ zum zweiten Maschinenteil (7),

und/oder

zumindest einen Sensor (20) zur Erfassung einer Werkstückeigenschaft, insbesondere vor und/oder während des Umformvorganges,

umfasst, wobei der zumindest eine Sensor (10, 20) mit der Steuerung (8) kommunikationsverbunden ist und die Sensordaten des zumindest einen Sensors (10, 20) und/oder (eine) aus den Sensordaten abgeleitete Größe(n) (eine) Eingangsgröße(n) der Routine (9) sind.

7. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Umformmaschine (5) zumindest eine Eingabeschnittstelle (19) zum Eingeben von Werkstückparametern (16) und/oder Biegeparametern (17) aufweist, wobei die Werkstückparameter (16) und/oder Biegeparameter (17) Eingangsgrößen der Routine (9) sind.

8. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Routine (9) eingerichtet ist, im Zuge der Änderung zumindest eines Antriebsparameters (11) der ersten Antriebskomponente (1) auch zumindest einen Antriebsparameter (12) der zweiten Antriebskomponente (2) zu ändern.

9. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Routine (9) eingerichtet ist, zumindest einen Antriebsparameter (11, 12, 13) zumindest einer Antriebskomponente (1, 2, 3) anzupassen, wenn der Wirkungsgrad der Kombination zumindest der ersten und zweiten Antriebskomponente (1, 2) kleiner als ein vorgegebener Wert ist und/oder während des Betriebs der Umformmaschine (5) unter einen vorgegebenen Wert fällt.

10. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Steuerung (8) zumindest zwei Betriebsphasen, insbesondere eine Umformphase und eine Zustellphase abgebildet sind, die sich durch die Umformkraft und/oder die Zustellgeschwindigkeit zwischen erstem und zweiten Maschinenteil (6, 7) unterscheiden, wobei die Routine (9) eingerichtet ist, die in Abhängigkeit der jeweiligen Betriebsphase unterschiedliche Antriebsparameter (11) der ersten Antriebskomponente (1) des Antriebsstranges (4) und unterschiedliche Antriebsparameter (12) einer zweiten Antriebskomponente (2) des Antriebsstranges (4) vorzugeben.

11. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsstrang (4) eine Zylinder-Kolben-Einheit (14) umfasst, die durch die erste Antriebskomponente (1) und/oder zweite Antriebskomponente (2) mit Druck beaufschlagbar ist.

12. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Antriebskomponente (1) und die zweite Antriebskomponente (2) im Antriebsstrang (4) seriell nacheinander geschaltet sind.

13. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Antriebskomponente (1) einen Motor, vorzugsweise einen Servomotor, umfasst, wobei vorzugsweise ein durch die Steuerung (8) gemäß der Routine (9) verstellbarer Antriebsparameter (11) der ersten Antriebskomponente (1) die Drehzahl und/oder das Drehmoment des Motors ist.

14. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass die zweite Antriebskomponente (2) eine von dem Motor angetriebene Pumpe, insbesondere Regelpumpe, umfasst, wobei vorzugsweise ein durch die Steuerung (8) gemäß der Routine (9) verstellbarer Antriebsparameter (12) der zweiten Antriebskomponente (2) der Fördervolumenstrom ist, und/oder

dass die zweite Antriebskomponente (2) ein mechanisches Getriebe umfasst, wobei vorzugsweise ein durch die Steuerung (8) gemäß der Routine (9) verstellbarer Antriebsparameter (12) der zweiten Antriebskomponente (2) die Übersetzung des Getriebes ist.

15. Umformmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Routine eingerichtet ist, in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine (5)

im Zuge der Erhöhung der Drehzahl des von der ersten Antriebseinheit (1) umfassten Motors, den Fördervolumenstrom der von der zweiten Antriebskomponente (2) umfassten Pumpe zu verringern

und/oder

im Zuge der Verringerung der Drehzahl des von der ersten Antriebseinheit (1) umfassten Motors, den Fördervolumenstrom der von der zweiten Antriebskomponente (2) umfassten Pumpe zu erhöhen.

16. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Antriebsparameter (13) einer dritten Antriebskomponente (3) des Antriebsstranges (4) durch die Steuerung (8) verstellbar ist, wobei der zumindest eine Antriebsparameter (13) der dritten Antriebskomponente (3) in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine (5) durch die Routine (9) vorgegeben ist.

17. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Antriebskomponente (3) ein Ventil umfasst, wobei vorzugsweise ein durch die Steuerung (8) gemäß der Routine (9) verstellbarer Antriebsparameter (13) der dritten Antriebskomponente (3) die Ventilstellung ist.

18. Umformmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Maschinenteil (6) und/oder der zweite Maschinenteil (7) eine Umformwerkzeughalterung und/oder zumindest ein Umformwerkzeug umfasst/-en.

19. Verfahren zum Betreiben einer Umformmaschine (5) zum Umformen von Werkstücken (15), insbesondere Biegemaschine zum Biegen von Werkstücken, insbesondere blechförmigen Werkstücken, wobei die Umformmaschine (5)

- einen ersten Maschinenteil (6),
- einen zweiten Maschinenteil (7),
- eine Steuerung (8) und
- ein Antriebssystem zum Bewegen des ersten Maschinenteils (6) relativ zum zweiten Maschinenteil (7) und zum Erzeugen der Umformkraft, wobei das Antriebssystem einen aus zumindest zwei Antriebskomponenten (1, 2, 3) gebildeten Antriebsstrang (4) aufweist,

umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Antriebsparameter (11) einer ersten Antriebskomponente (1) des Antriebsstranges (4) und zumindest ein Antriebsparameter (12) einer zweiten Antriebskomponente (2) des Antriebsstranges (4) durch die Steuerung (8) verstellt werden, wobei in der Steuerung (8) eine Routine (9) zur Optimierung der Energieeffizienz und/oder des Wirkungsgrades des Antriebssystems hinterlegt ist und der zumindest eine Antriebsparameter (11) der ersten Antriebskomponente (1) und der zumindest eine Antriebsparameter (12) der zweiten Antriebskomponente (2) in zumindest einem Betriebsmodus der Umformmaschine (5) durch die Routine (9) vorgegeben werden.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Umformmaschine (5) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

Fig.1

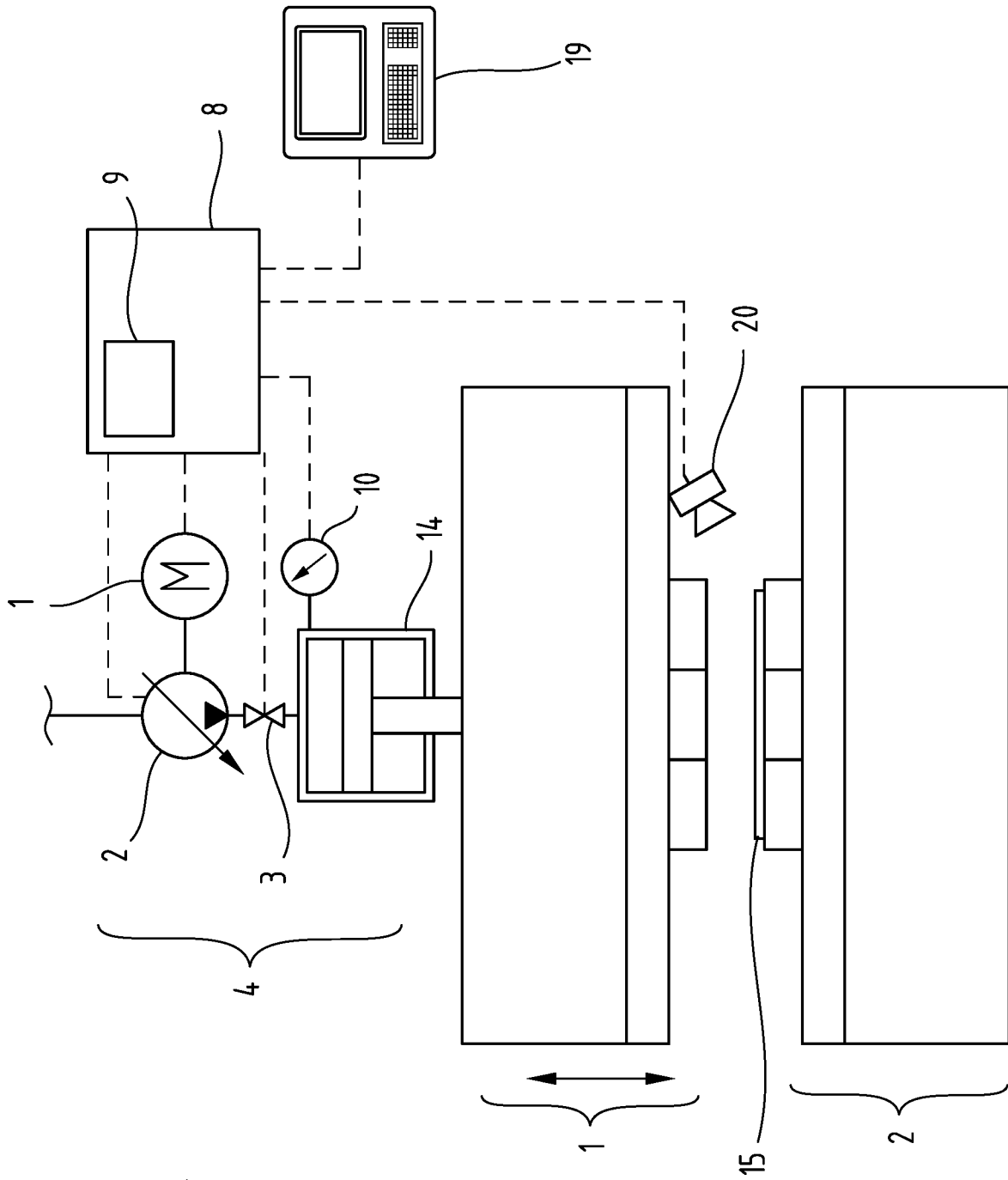


Fig.2

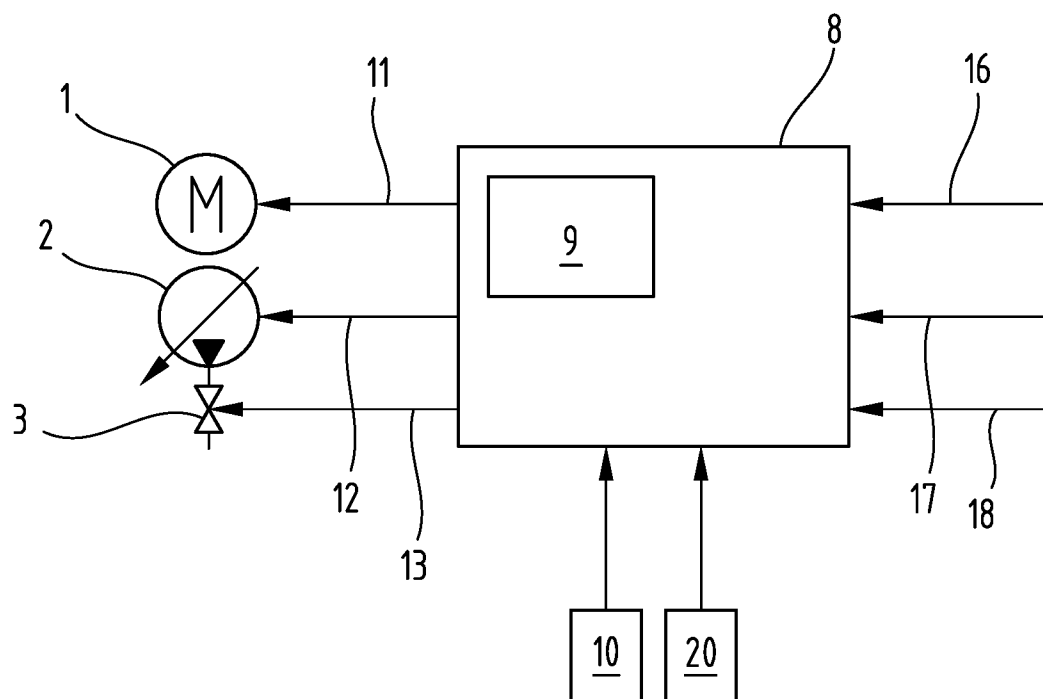
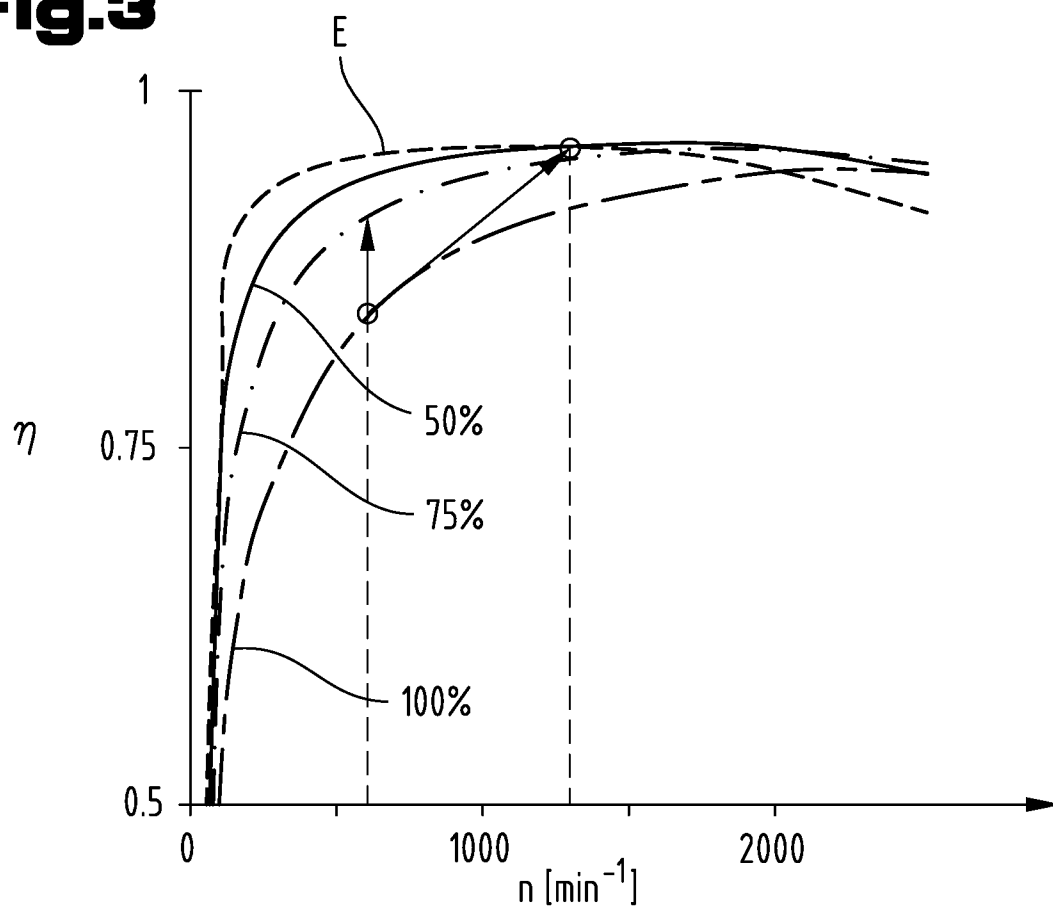
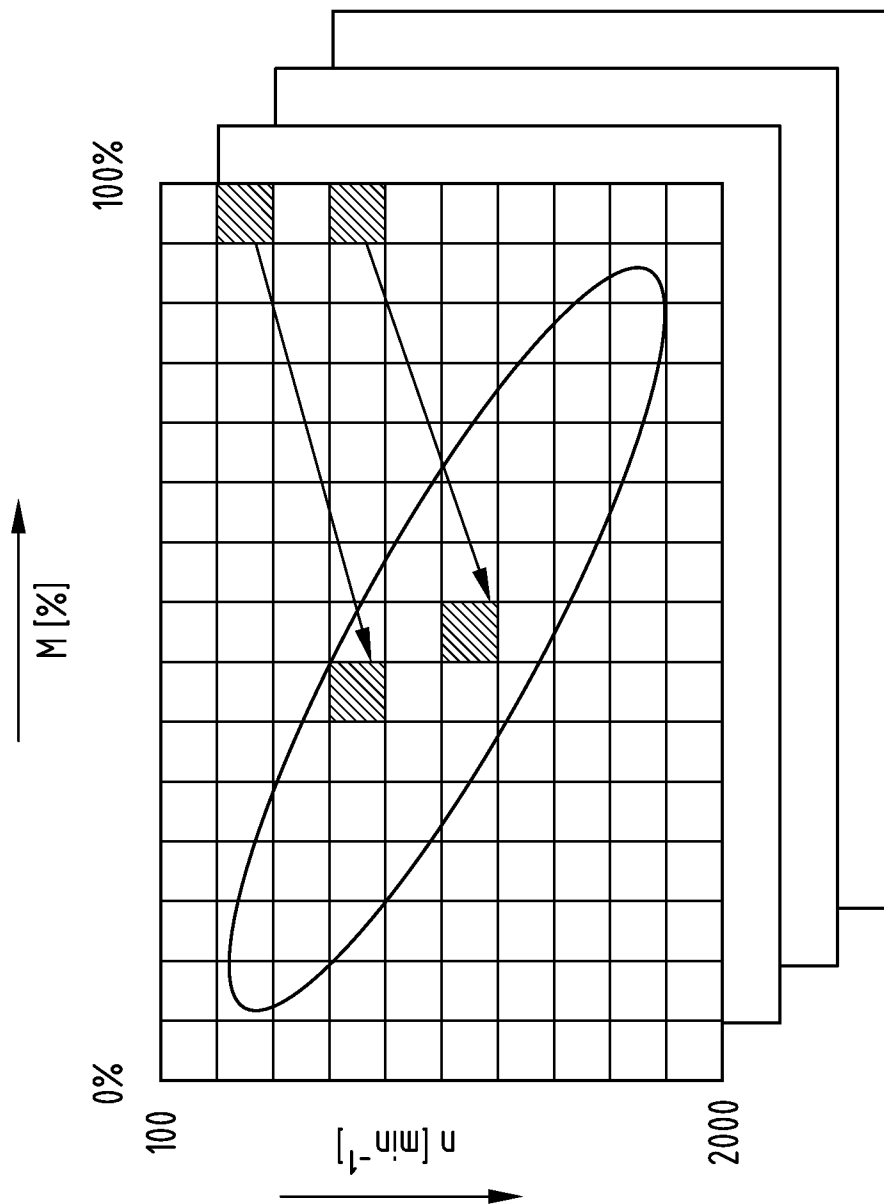


Fig.3



TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG.

Fig.4



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
B30B 15/16 (2006.01); **B21D 5/00** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
B30B 15/16 (2013.01); **B21D 5/00** (2016.05)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B30B, B21D

Konsultierte Online-Datenbank:
Volltextdatenbanken

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 05.04.2022 eingereichten Ansprüchen 1-20 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 102014209685 B3 (SMS MEER GMBH) 22. Oktober 2015 (22.10.2015) Zusammenfassung, Absatz 25	1, 19-20
A	EP 1902792 A2 (TRUMPF MASCHINEN AUSTRIA GMBH) 26. März 2008 (26.03.2008) Fig. 1-3, Zusammenfassung, Ansprüche	1-20
A	JP S6418525 A (AMADA CO LTD) 23. Januar 1989 (23.01.1989) gesamtes Dokument, insbesondere Fig. 1-4 und englischsprachige Zusammenfassung in Datenbank Espacenet	1-20

Datum der Beendigung der Recherche:
10.01.2023

Seite 1 von 1

Prüfer(in):
GÖRTLER Maximilian

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.