



(11)

**EP 3 323 527 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.05.2018 Patentblatt 2018/21**

(51) Int Cl.:  
**B21K 23/00** (2006.01) **B21D 53/26** (2006.01)  
**B21H 1/04** (2006.01) **B21H 5/02** (2006.01)  
**B21J 5/08** (2006.01) **B21K 1/30** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17001657.0**

(22) Anmeldetag: **09.10.2017**

(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:  
**MA MD**

(72) Erfinder:  
• **Tekkaya, A. Erman**  
**44227 Dortmund (DE)**  
• **Gieß, Sören**  
**44227 Dortmund (DE)**  
• **Wernicke, Sebastian**  
**44149 Dortmund (DE)**

(30) Priorität: **14.10.2016 DE 102016012270**

(74) Vertreter: **Cohausz Hannig Borkowski Wißgott**  
**Patent- und Rechtsanwaltskanzlei**  
**Schumannstrasse 97-99**  
**40237 Düsseldorf (DE)**

(71) Anmelder: **Technische Universität Dortmund**  
**44227 Dortmund (DE)**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR VERDICKUNG DES RANDES EINES BLECHKÖRPERS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verdickung des Randes eines Blechkörpers (2), bei welchem der Blechkörper (2) zwischen den Backen (1a, 1b) eines Einspannwerkzeuges eingespannt und um eine Rotationsachse (3) senkrecht zu seiner Blechebene kontinuierlich oder inkrementell rotiert wird und mit einem Umformungswerkzeug (4) eine Umformungskraft in einer Richtung senkrecht zur Rotationsachse (3) auf den Rand (2a), insbesondere die Randstirnfläche ausgeübt wird, wodurch Randmaterial des Blechkörpers (2) in einer axialen und/oder radialen Richtung verlagert wird, wobei an den Blechkörper (2) zur Ausübung der Umformungskraft ein Umformungswerkzeug (4) in einer Richtung senkrecht zur Rotationsachse (3) kontaktierend angestellt wird, dem in Anstellrichtung ein Begrenzungswerkzeug (5) vorgelagert ist, dass einen variablen Axialspalt (5) ausbildet, in welchem der Rand (2a) des Blechkörpers (2) einliegt und sich das axiale Spaltmaß des Axialspaltes (5c) durch eine axiale Relativbewegung zwischen zwei sich axial gegenüberliegenden Spaltbacken (5a, 5b) des Begrenzungswerkzeuges während der Umformung verändert, insbesondere vergrößert wird.

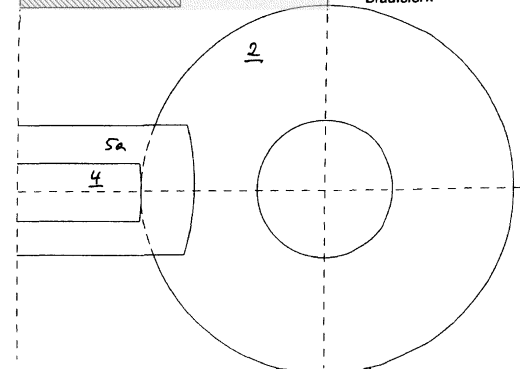
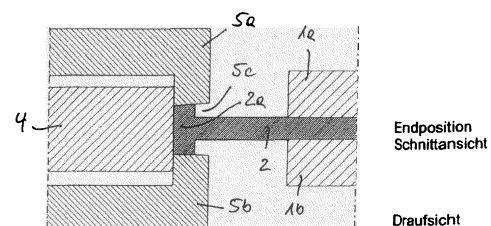
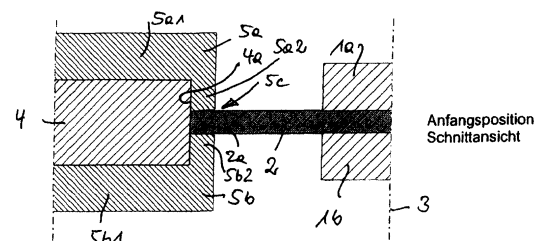


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verdickung des Randes eines Blechkörpers, bei welchem der Blechkörper zwischen den Backen eines Einspannwerkzeuges eingespannt und um eine Rotationsachse senkrecht zu seiner Blechebene kontinuierlich oder inkrementell rotiert wird und mit einem Umformungswerkzeug eine Umformungskraft in einer Richtung senkrecht zur Rotationsachse auf den Rand, insbesondere die Randstirnfläche ausgeübt wird, wodurch Randmaterial des Blechkörpers in einer axialen und/oder radialen Richtung verlagert wird. Vorzugsweise sind die zur Einspannung vorgesehenen Backen um die Rotationsachse herum angeordnet, z.B. hierbei kreisscheibenförmig ausgebildet, insbesondere wobei die Rotationsachse durch die Kreisscheibenmitte der Backen verläuft.

**[0002]** Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Herstellung einer Randverdickung an einem Blechkörper, umfassend ein Einspannwerkzeug mit zwei sich axial gegenüberliegenden Backen, zwischen denen ein Blechkörper eingespannt und um eine Rotationsachse senkrecht zur Blechebene kontinuierlich oder intermittierend rotierbar ist und ein Umformungswerkzeug, dass in einer Richtung senkrecht zur Rotationsachse des Einspannwerkzeuges relativ zu diesem bewegbar ist, insbesondere um mit dem Rand eines eingespannten Blechkörpers in Kontakt zu gelangen und auf diesen eine umformende Kraft auszuüben und hierdurch Material axial und/oder radial zu verlagern.

**[0003]** Unter einer intermittierenden Rotation wird verstanden, dass das Einspannwerkzeug den eingespannten Blechkörper um einen vorbestimmten Winkelbetrag dreht und hiernach für eine Zeit stillsteht, insbesondere um in dieser Stillstandzeit sodann eine Umformung mit dem Umformungswerkzeug vorzunehmen. Hierfür wird mit dem Umformungswerkzeug während der Stillstandzeit auf den Rand die Umformungskraft ausgeübt, durch Anstellen des Umformwerkzeuges an den Rand. Insbesondere wird für die nächste inkrementelle Drehung das Umformwerkzeug zunächst wieder radial vom Blechrand weggezogen.

**[0004]** Unter kontinuierlicher Rotation wird verstanden, dass das Einspannwerkzeug das Werkstück ohne Stillstand über einen vorbestimmten Winkelbereich dreht, insbesondere wobei während dieser Drehung mit dem Umformungswerkzeug die umformende Kraft auf den Rand des Blechkörpers ausgeübt wird. Vorzugsweise entspricht der vorbestimmte Winkelbereich demjenigen Winkelbereich, über den sich am Blechkörper die Umformungszone erstreckt, insbesondere kann dieser Winkelbereich sowohl kleiner als auch größer gleich 360 Grad sein. Bevorzugt dreht sich ein rotationssymmetrischer Blechkörper, dessen Umformungszone sich über 360 Grad erstreckt, mehrfach über 360 Grad bis dass eine Umformung abgeschlossen ist.

**[0005]** Durch die axiale Verlagerung von Material des Blechkörpers, insbesondere die mit einer radialen Ver-

lagerung kombiniert ist, besteht die Möglichkeit den Rand des Blechkörpers über die ursprüngliche Dicke des Blechkörpers hinaus zu verdicken unter gleichzeitiger Abnahme der radialen Gesamtausdehnung des Blechkörpers.

**[0006]** Ein solches Verfahren ist aus der vorangemeldeten, jedoch nachveröffentlichten Anmeldung DE 10 2015 015 388.9 derselben Anmelderin bekannt und wird dort angewendet, um Einzelbleche eines gestapelten Blechkörpers unter Verdickung des Randes wenigstens eines Einzelbleches miteinander zu verbinden.

**[0007]** Die vorliegende Erfindung kann auf Blechkörper angewendet werden, welche aus mehreren Einzelblechen gestapelt sind, ebenso wie auf Blechkörper, die nur aus einem einzigen Blech bestehen.

**[0008]** Unter dem Begriff "Blech" werden im Sinne der Erfindung flächige Elemente aus Metall oder auch aus Nicht-Metall verstanden, üblicherweise bei denen die Erstreckung der großen sich gegenüberliegenden Oberflächen in einer oder zwei zueinander senkrechten Richtungen größer, insbesondere viel größer ist, bevorzugt mindestens 10-mal **größer** ist als die Beabstandung dieser beiden Oberflächen. Ein Blech hat somit in zumindest einer Richtung eine Ausdehnung die mindestens 10-mal größer ist als das Maß, dass üblicherweise als Dicke verstanden wird. Ein Blech kann demnach z.B. durch Walzen hergestellt sein.

**[0009]** Ein Blechkörper ist ein Körper der mindestens ein solches Blech umfasst.

**[0010]** Als Blechebene des Blechkörpers wird die Mittelebene verstanden, die mittig bezogen auf die Dicke des Körpers in dem einen oder den mehreren gestapelten Blechen parallel zu den großen sich gegenüberliegenden Oberflächen gedanklich angeordnet ist.

**[0011]** Alle Richtungen, auf welche die vorliegende Beschreibung Bezug nimmt verstehen sich in Relation zur Rotationsachse des Einspannwerkzeuges, soweit es nicht ausdrücklich anders beschrieben ist.

**[0012]** Ein solches Verfahren oder eine solche Vorrichtung wird vorzugsweise vorgesehen, um nach einer Aufdickung oder zeitgleich damit einhergehend eine Verzahnung am Rand des Blechkörpers zu erstellen. Ein zeitlich nachfolgendes Verzahnen erfolgt häufig durch spanende Bearbeitung des aufgedickten Randes. Ein zeitgleiches Erstellen wird häufig durch ein Umformwerkzeug vorgenommen, dass die Negativform wenigstens eines Zahnes, ggfs. von mehreren Zähnen aufweist, so dass die Zähne beim Aufdicken des Randes in das Randmaterial eingedrückt werden.

**[0013]** Vorteile ergeben sich durch diese Verfahren dadurch, dass Verzahnungen auf leichte Weise auch nur über einen Teilumfangsbereich von kleiner 360 Grad erstellt werden können, bzw. umzuformende Blechkörper nicht zwingend 360°-rotationssymmetrisch sein müssen.

**[0014]** Typische Anwendungsgebiete sind somit neben klassischen Zahnrädern auch gekurvte Zahnstangen bzw. Hebel mit Verzahnungen, wie z.B. bei Sitzverstellern von Autositzen.

**[0015]** Problematisch bei dieser Art der Randaufdickung ist es, dass die axiale und/oder radiale geometrische Ausdehnung einer erstellten Aufdickung wenig kontrollierbar ist. Die jeweilige Ausdehnung wird im Wesentlichen durch die Fließeigenschaften des Materials bestimmt. Es ist jedoch häufig wünschenswert, gerade bei der Herstellung von Verzahnungen am Rand, die axiale Ausdehnung einer Aufdickung und bevorzugt auch deren radiale Ausdehnung kontrolliert einstellen zu können, z.B. um benötigte Lastabtragungseigenschaften von Verzahnungen gezielt und reproduzierbar einstellen zu können.

**[0016]** Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Möglichkeit der axialen Kontrolle und bevorzugt auch der radialen Kontrolle einer Aufdickung bei einem solchen gattungsgemäßen Verfahren bzw. der gattungsgemäßen Vorrichtung durch eine erfindungsgemäße Weiterbildung zu erschließen.

**[0017]** Erfindungsgemäß erfolgt dies in einem Verfahren dadurch, dass an den Blechkörper zur Ausübung der Umformungskraft ein Umformungswerkzeug in einer Richtung senkrecht zur Rotationsachse kontaktierend angestellt wird, dem in Anstellrichtung ein Begrenzungswerkzeug vorgelagert ist, dass einen variablen Axialspalt ausbildet, in welchem der Rand des Blechkörpers einliegt. Als Axialspalt wird dabei ein Spalt verstanden, der sich in axialer Richtung erstreckt.

**[0018]** Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das axiale Spaltmaß des Axialspaltes durch eine axiale Relativbewegung zwischen zwei sich axial gegenüberliegenden Spaltbacken des Begrenzungswerkzeuges während der Umformung verändert, insbesondere vergrößert wird. Diese sich axial gegenüberliegenden Spaltbacken können dabei bevorzugt eine Erstreckung in radialer Richtung aufweisen, so dass die Spaltbacken jeweils einen Randbereich des Blechkörpers überdecken, wenn dieser mit seinem Rand im Axialspalt einliegt. Bevorzugt wird dafür der Blechkörper durch das Einspannwerkzeug eingespannt ohne durch die Backen des Einspannwerkzeuges einen sich in Umfangsrichtung erstreckenden, radial außenliegenden Randbereich des Blechkörpers zu überdecken, welcher die Umformungszone des Blechkörperrandes umfasst. Trotz sicherer Einspannung bleibt so die Umformungszone frei von jeglicher Überdeckung und somit zugänglich für das Umformungswerkzeug und das Begrenzungswerkzeug.

**[0019]** Hinsichtlich der Vorrichtung wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass in radialer Richtung vor der Stirnfläche des Umformwerkzeugs (betrachtet in Richtung zum Einspannwerkzeug) ein Begrenzungswerkzeug angeordnet ist, bevorzugt welches mit dem Umformwerkzeug zusammen senkrecht zur Rotationsachse des Einspannwerkzeuges bewegbar ist, welches einen Axialspalt ausbildet, mit dem der Rand eines eingespannten Blechkörpers übergreifbar ist und das Begrenzungswerkzeug zwei sich axial gegenüberliegende Spaltbacken aufweist, die den Axialspalt in axialer Richtung begrenzen und die relativ zueinander in axialer Richtung

verstellbar sind zur Änderung des zwischen ihnen ausgebildeten Axialspaltes, insbesondere zu Änderung während eines Umformungsprozesses.

**[0020]** Der wesentliche Kerngedanke der Erfindung liegt darin, bei der Umformung dem axial ausweichenden Randmaterial eine axiale Begrenzung zu geben, welche durch den Abstand der aufeinander zuweisenden Spaltbacken des Begrenzungswerkzeuges gegeben ist. Hierdurch können auch Gratbildungen an dem verschobenen Material verhindert werden.

**[0021]** Vorzugsweise können die Spaltbacken anfänglich auf einen Abstand eingestellt werden, der zumindest etwas größer ist als die Blechdicke, so dass der Rand des umzuformenden Blechkörpers in den Spalt des Begrenzungswerkzeuges eindringen kann. Es kann alternativ oder auch in Kombination mit vorgenannter Ausführung auch vorgesehen sein, dass sich der gebildete Spalt in radialer Richtung und in Richtung zum Einspannwerkzeug erweitert. Das radial in Bezug auf den Blechkörper weiter außenliegende Spaltmaß kann hierbei anfänglich mit der Dicke des Blechkörpers übereinstimmen.

**[0022]** Unabhängig von der konkreten aktuellen axialen Spaltweite und insbesondere unabhängig davon, ob diese konkrete Spaltweite anfänglich vorliegt oder während der Umformung passiv oder aktiv eingenommen wird, kann bei einer Kraftausübung durch die Stirnfläche des Umformungswerkzeuges auf den Rand des Blechkörpers in einer Richtung senkrecht zur Rotationsachse und bevorzugt in radialer Richtung somit Material des Randes in axialer Richtung nur so weit ausweichen, bis dass es an die sich axial gegenüberliegenden Flächen der Spaltbacken gelangt.

**[0023]** Ein weiterer Materialfluß ist hiernach zumindest beschränkt bzw. sogar unterbunden, so dass ein Materialfluß bei weiterer radialer Kraftbeaufschlagung auch, wenn nicht gar bei axial festgehaltenen Spaltbacken ausschließlich nur in radialer Richtung erfolgt. So kann durch eine z.B. aktive Ansteuerung der Spaltbacken, also z.B. deren gezieltes Festhalten gegen axiale Verstellung oder durch eine gezielte axiale Verstellung konkret Einfluss genommen werden auf den axialen und/oder radialen Materialfluß bei einer radialen Kraftausübung durch die Stirnfläche des Umformwerkzeuges.

**[0024]** Die Erfindung kann in einer möglichen Ausführung vorsehen, dass die Spaltbacken des Begrenzungswerkzeuges durch die vom verdrängten Randmaterial des Blechkörpers axial auf diese ausgeübte Kraft in axialer Richtung verlagert werden, insbesondere passiv verlagert werden, bevorzugt gegen eine statische oder änderbare Kraftbeaufschlagung. Eine solche Kraftbeaufschlagung kann z.B. durch ein passives Kraftbeaufschlagungsmittel, insbesondere wenigstens eine Feder erfolgen in eine Richtung zur Verringerung des Axialspaltes. Statt einer Feder kann auch ein kompressibles Medium eingesetzt werden.

**[0025]** Es wird so durch die Spaltbacken ein axialer Fluss des Randmaterials zwar beschränkt, aber nicht unterbunden. Der verdickte Rand kann so auf einfache Wei-

se hinsichtlich seiner Form an die Form des Spaltes des Begrenzungswerkzeuges angepasst werden. Durch die Gegenkraft, die der axialen Ausdehnung entgegenwirkt wird somit weiterhin erzielt, dass zumindest ein Teil des Materials auch in radialer Richtung fließt. Durch diese passive Verlagerung kann allgemein ein Verhältnis von axialer zu radialer Aufdickung eingestellt werden. Bevorzugt kann die Erfindung hier vorsehen, die Gegenkraft, die durch die Spaltbacken erzeugt wird, also deren ge-

**[0026]** Die Erfindung kann alternativ auch vorsehen, dass der axiale Abstand der Spaltbacken des Begrenzungswerkzeuges zueinander durch wenigstens einen Aktor in axialer Richtung aktiv verstellt werden. Hierfür kann die Vorrichtung wenigstens einen Aktor umfassen, insbesondere je Spaltbacke wenigstens einen Aktor umfassen, insbesondere einen hydraulisch betriebenen Aktor, mit dem wenigstens eine Spaltbacke axial bewegbar ist.

**[0027]** Unter der relativen Bewegung der Spaltbacken zueinander soll verstanden werden, dass zumindest eine Spaltbacke gegenüber der anderen bewegbar ist, bevorzugt sind beide bewegbar und besonders bevorzugt werden beide Spaltbacken gleichzeitig, bevorzugt mit gleicher axialer Bewegungsweite bewegt, insbesondere zur Erzielung einer um die Blechebene symmetrischen Randverdickung.

**[0028]** Die Erfindung kann auch vorsehen, die Spaltbacken in axialer Richtung relativ zueinander zur Änderung des Axialspaltmaßes zu verstellen in Abhängigkeit der radialen Anstellposition des Umformwerkzeuges. Je nach radialer Position kann so z.B. vorgegeben werden, ob bei weitere Kraftausübung in radialer Richtung das Material vornehmlich axial oder radial verlagert wird, bzw. wie das Verhältnis dieser beiden Verlagerungsmöglichkeiten ist.

**[0029]** Eine Änderung der axialen Spaltweite des Spaltes des Begrenzungswerkzeuges kann schrittweise erfolgen, z.B. kann vor einer radialen Kraftausübung zunächst eine Einstellung der Spaltbacken auf eine gewünschte Spaltweite erfolgen, hiernach die Kraft ausgeübt und der Spalt somit durch das verlagerte Material gefüllt werden, wonach zunächst die radiale Kraftausübung unterbrochen und die Spaltweite verändert wird.

**[0030]** Es kann alternativ auch vorgesehen werden kontinuierlich bei der Ausübung der radialen Umformungskraft die Spaltweite zu vergrößern, z.B. durch die genannte aktive Ansteuerung. Das Verhältnis von radialem Vorschub des Umformwerkzeuges und gleichzeitiger axialer Öffnung des Spaltes des Begrenzungswerkzeuges kann bevorzugt geändert werden.

**[0031]** Die Erfindung kann grundsätzlich vorsehen, dass zur Umformung nur das Einspannwerkzeug und damit der eingespannte Blechkörper intermittierend oder bevorzugt kontinuierlich rotiert. Das Umformwerkzeug und das Begrenzungswerkzeug, können abgesehen von der radialen Zustellung in Richtung zum Einspannwerk-

zeug ortsfest sein, insbesondere also selbst nicht rotieren.

**[0032]** Allgemein können bei allen, auch den nachfolgenden Ausführungen, das Umformwerkzeug und das Begrenzungswerkzeug in einer gemeinsamen Halterung verbunden sein, somit also gleichzeitig bewegbar sein.

**[0033]** Bevorzugt sieht die Erfindung vor, dass bei einer Rotation des Blechkörpers / Einspannwerkzeuges um die Rotationsachse gleichzeitig auch das Umformwerkzeug und das mit seinen Spaltbacken darum herum angeordnete Begrenzungswerkzeug um eine parallele Rotationsachse drehen, insbesondere passiv oder bevorzugt synchron angetrieben, weiter bevorzugt mit einem veränderbaren Übersetzungsverhältnis, wobei der Rand des Blechkörpers und die dem Rand zugewiesene Stirnfläche des Umformungswerkzeuges aufeinander abrollen.

**[0034]** Hierdurch wird vermieden, dass sich zwischen dem Rand des Blechkörpers und der Stirnfläche des Umformungswerkzeuges eine signifikante Reibung ergibt. Eine Aufwärmung wird so vermieden. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn bei der Umformung durch das Umformwerkzeug zeitgleich zur Erstellung der Randverdickung eine Verzahnung in den Rand des Blechkörpers eingedrückt wird. Insbesondere soll mit dieser Ausführung die entstehende Kaltverfestigung erhalten bleiben.

**[0035]** Um eine hohe Stabilität zu erzielen kann es die Erfindung allgemein vorsehen, dass eine jeweilige Spaltbacke einen Bereich umfasst, der in radialer Richtung vor der Stirnfläche des Umformungswerkzeuges angeordnet ist, welche zum Einspannwerkzeug weist und einen Bereich aufweist, welcher axial neben dem Umformungswerkzeug angeordnet ist, insbesondere eine Spaltbacke im Querschnitt parallel zur Rotationsachse L-förmig ausgebildet ist. Bevorzugt kontaktiert der vor der Stirnfläche liegende Bereich der jeweiligen Spaltbacke die Stirnfläche.

**[0036]** Besonders, wenn zusätzlich zum Einspannwerkzeug auch das Umformwerkzeug und das Begrenzungswerkzeug rotieren, sieht die Erfindung vor, dass das Umformwerkzeug und die Spaltbacken des Begrenzungswerkzeuges kreisscheibenförmig ausgebildet sind und um eine gemeinsame Rotationsachse drehen, bevorzugt die parallel zur Rotationsachse des Einspannwerkzeuges liegt. Die Rotationsachsen von Umformungswerkzeug / Begrenzungswerkzeug und Einspannwerkzeug können auch zueinander verkippt sein, insbesondere einen spitzen Winkel einschließen. Hierdurch kann eine Spannungsüberlagerung erzielt und die radiale Umformungskraft reduziert werden. Der eingeschlossene spitze Winkel ist vorzugsweise größer 0 und kleiner 10 Grad, weiter bevorzugt größer 0 und kleiner 5 Grad, noch weiter bevorzugt größer 0 und kleiner 3 Grad. Eine Spaltbacke entspricht dabei im Wesentlichen einer Kreisscheibe mit einem äußeren axial vorstehenden Rand, der den Bereich bildet, welcher radial vor der Stirnfläche des Umformungswerkzeuges angeordnet. Bei dieser Ausführung umgreifen beiden Spaltbacken das

Umformwerkzeug, welches ein einfache Scheibe sein kann, sowohl axial als auch radial.

**[0037]** In konkretisierter Ausgestaltung kann eine jeweilige Spaltbacke drehbar an einer in der Position axial verstellbaren Platte einer Halterung des Umformwerkzeuges angeordnet sein, wobei die jeweilige Platte mit wenigstens einem, bevorzugt zwei Aktoren axial angetrieben ist.

**[0038]** Eine jeweilige Spaltbacke ist bevorzugt exakt linear parallel zur Rotationsachse verstellbar, was bevorzugt durch die genannten wenigstens zwei Aktoren realisiert werden kann oder auch durch Verschiebbarkeit in einer Linearführung.

**[0039]** Die Rotationsachse von Umformungswerkzeug / Begrenzungswerkzeug und die Rotationsachse des Einspannwerkzeuges können weiterhin über ein Getriebe synchron aneinander gekoppelt sein, insbesondere kann hierdurch das Umformungswerkzeug / Begrenzungswerkzeug durch einen Antrieb des Einspannwerkzeuges angetrieben sein. Das Übersetzungsverhältnis des Getriebes kann bevorzugt änderbar sein.

**[0040]** Z.B. kann eine solche Änderung vorgesehen sein, wenn bei gleichzeitig erfolgender Randverdickung und Einpressung von Zähnen in den Rand des Blechkörpers das (Negativ-) Zähne aufweisende Umformwerkzeug bei gleichbleibendem Umfang radial immer weiter an den sich im Umfang kleiner werdenden Blechkörper angestellt wird.

**[0041]** Ausführungsformen werden nachfolgend anhand der Figuren beschrieben.

**[0042]** Figur 1 zeigt eine Ausführung einer Vorrichtung mit einem kontinuierlich rotierten Einspannwerkzeug 1, in dessen Backen 1a und 1b ein Blechkörper 2 eingespannt ist und mitrotiert wird um die Rotationsachse 3.

**[0043]** In einer Richtung radial zur Rotationsachse 3 wird ein Umformungswerkzeug 4 an den Rand des Blechkörpers angestellt, so dass die Stirnfläche 4a des Umformungswerkzeuges 4 den Rand des Blechkörpers 2 radial kontaktiert und eine radiale umformende Kraft auf diesen ausübt.

**[0044]** Um das Umformwerkzeug 4 ist ein Begrenzungswerkzeug angeordnet, dass zwei Spaltbacken 5a und 5b aufweist. Die Spaltbacken umgreifen das Umformwerkzeug axial und radial. Zwischen den Spaltbacken 5a, 5b wird ein Axialspalt 5c ausgebildet, in den der Rand 2a des Blechkörpers 2 hineinreicht. Um dies zu erleichtern erweitert sich der Spalt 5c radial in Richtung zum Einspannwerkzeug 1. Diese Anfangsposition ist in der Figur 1 oben dargestellt.

**[0045]** Mittig in der Figur 1 ist die Endposition der Umformung visualisiert. Das Umformwerkzeug ist gegenüber der Ausgangsposition radial auf das Einspannwerkzeug und somit auf den Blechkörper 2 zugestellt worden. Material vom Rand 2a wurde axial verdrängt und hat hier z.B. die passiv kraftvorgespannten Spaltbacken 5a und 5b in axialer Richtung gegen die Vorspannungskraft verschoben. Alternativ wurden die Spaltbacken 5a, 5b durch Aktoren gesteuert verschoben und /oder festgehalten.

**[0046]** Durch die Verschiebung vergrößerte sich der Spalt 5c in axialer Richtung, was die Randverdickung zulässt, aber diese beschränkt bzw. das Material konturiert. Insbesondere wurde durch die Beschränkung erzielt, dass das Material nicht nur axial, sondern auch radial fließt.

**[0047]** Der untere Bereich der Figur 1 zeigt die Draufsicht und verdeutlicht ein nicht rotierendes Umformungswerkzeug 4 bzw. Begrenzungswerkzeug 5, welches jeweils nur radial bewegt wird, insbesondere gemeinsam.

**[0048]** In dieser Ausführung der Figur 1 kann das Einspannwerkzeug den Blechkörper kontinuierlich drehen und die Stirnfläche des Umformwerkzeuges ist plan oder in einer Ebene parallel zur Blechebene gerundet.

**[0049]** Figur 2 zeigt demgegenüber eine Ausführung bei der das Einspannwerkzeug intermittierend gedreht, d.h. abwechselnd gedreht und angehalten wird, um einen Umformungsschritt auszuführen.

**[0050]** Mit jedem Umformungsschritt wird mit dem Umformungswerkzeug, das stirnseitig eine Negativ-Verzahnung 6 aufweist, eine Verzahnung in den Rand 2a des Blechkörpers eingedrückt. Anfangsposition (oben) und Endposition (mitte) entsprechen den Positionen des Begrenzungswerkzeuges, wie es zur Figur 1 beschrieben wurde. Dabei kann die radial der Stirnseite des Umformungswerkzeuges zugewiesene Fläche jeder Spaltbacke ebenso eine Verzahnung aufweisen, welche in die Stirnverzahnung des Umformwerkzeuges eingreift. Dies gilt bei allen Ausführungen in welchen Verzahnungen hergestellt werden, also auch der späteren Figur 4.

**[0051]** Figur 3 zeigt eine Ausführung, bei der das Umformungswerkzeug 4 und die Spaltbacken 5a, 5b des Begrenzungswerkzeuges ebenso rotieren und jeweils scheibenförmig ausgebildet sind. In der Rotation um die parallelen Achsen 3 und 7 sind die Werkzeuge synchronisiert.

**[0052]** In gleicher Weise wird mit fortschreitender Randverformung der Spalt 5c in seiner axialen Weite vergrößert und lässt damit einen axialen Fluss des Materials zu, beschränkt diesen jedoch, insbesondere, wenn die Spaltbacken aktorisch festgehalten werden.

**[0053]** Gemäß der Draufsicht rollen die Stirnfläche 4a des Umformwerkzeuges und der Rand 2a des Blechkörpers 2 aufeinander ab, was eine Erwärmung verhindert. Bevorzugt kann hier das Werkzeuge 4 frei rollen, also ohne Antrieb oder Synchronisation zum Einspannwerkzeug.

**[0054]** In der Figur 4 besteht der Unterschied zur Figur 3 darin, dass die Stirnfläche 4a des Umformungswerkzeuges eine sich in Umfangsrichtung vollständig erstreckende (Negativ-) Verzahnung aufweist. Hierüber wird beim Abrollen auf dem Rand 2a des Blechkörpers und der radialen Zustellung auf diesen zu eine Verzahnung rollend in den Rand eingepresst. Dafür sind die Rotationen der Werkzeuge 4/5 und 1 aneinander synchronisiert, z.B. über ein gemeinsames Getriebe.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Verdickung des Randes eines Blechkörpers (2), bei welchem der Blechkörper (2) zwischen den Backen (1a, 1b) eines Einspannwerkzeuges eingespannt und um eine Rotationsachse (3) senkrecht zu seiner Blechebene kontinuierlich oder inkrementell rotiert wird und mit einem Umformwerkzeug (4) eine Umformungskraft in einer Richtung senkrecht zur Rotationsachse (3) auf den Rand (2a), insbesondere die Randstirnfläche ausgeübt wird, wodurch Randmaterial des Blechkörpers (2) in einer axialen und/oder radialen Richtung verlagert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - a. an den Blechkörper (2) zur Ausübung der Umformungskraft ein Umformwerkzeug (4) in einer Richtung senkrecht zur Rotationsachse (3) kontaktierend angestellt wird, dem in Anstellrichtung ein Begrenzungswerkzeug (5) vorgelagert ist, dass einen variablen Axialspalt (5) ausbildet, in welchem der Rand (2a) des Blechkörpers (2) einliegt und
  - b. sich das axiale Spaltmaß des Axialspaltes (5c) durch eine axiale Relativbewegung zwischen zwei sich axial gegenüberliegenden Spaltbacken (5a, 5b) des Begrenzungswerkzeuges während der Umformung verändert, insbesondere vergrößert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spaltbacken (5a, 5b) des Begrenzungswerkzeuges durch die vom verdrängten Randmaterial des Blechkörpers (2) axial auf diese ausgeübte Kraft in axialer Richtung verlagert werden, insbesondere passiv verlagert werden, bevorzugt gegen eine statische oder änderbare Kraftbeaufschlagung.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der axiale Abstand der Spaltbacken (5a, 5b) des Begrenzungswerkzeuges zueinander durch wenigstens einen Aktor in axialer Richtung aktiv verstellt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Spaltbacken (5a, 5b) gleichzeitig, bevorzugt mit gleicher axialer Bewegungsweite bewegt werden, insbesondere zur Erzielung einer um die Blechebene symmetrischen Randverdickung.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spaltbacken (5a, 5b) in axialer Richtung relativ zueinander zur Änderung des Axialspaltmaßes verstellt werden in Abhängigkeit der radialen Anstellposition des Umformwerkzeuges (4).
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Rotation des Blechkörpers (2)/ Einspannwerkzeuges (1) um die Rotationsachse (3) gleichzeitig auch das Umformwerkzeug (4) und das mit seinen Spaltbacken (5a, 5b) darum herum angeordnete Begrenzungswerkzeug um eine insbesondere parallele Rotationsachse (7) drehen, insbesondere passiv oder bevorzugt synchron angetrieben, weiter bevorzugt mit einem veränderbaren Übersetzungsverhältnis, wobei der Rand (2a) des Blechkörpers (2) und die dem Rand (2a) zugewiesene Stirnfläche (4a) des Umformwerkzeuges (4) aufeinander abrollen.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Umformung durch das Umformwerkzeug (4) zeitgleich zur Erstellung der Randverdickung eine Verzahnung in den Rand (2a) des Blechkörpers (2) eingedrückt wird.
8. Vorrichtung zur Herstellung einer Randverdickung an einem Blechkörper (2), umfassend
  - a. ein Einspannwerkzeug mit zwei sich axial gegenüberliegenden Backen (1a, 1b), zwischen denen ein Blechkörper (2) eingespannt und um eine Rotationsachse (3) senkrecht zur Blechebene kontinuierlich oder intermittierend rotierbar ist und
  - b. ein Umformwerkzeug (4), dass in einer Richtung senkrecht zur Rotationsachse (3) des Einspannwerkzeuges (1) relativ zu diesem bewegbar ist, insbesondere um mit dem Rand (2a) eines eingespannten Blechkörpers (2) in Kontakt zu gelangen **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - c. in radialer Richtung vor der Stirnfläche (4a) des Umformwerkzeuges (4) ein Begrenzungswerkzeug (5) angeordnet ist, bevorzugt welches mit dem Umformwerkzeug (4) zusammen senkrecht zur Rotationsachse (3) des Einspannwerkzeuges bewegbar ist, welches einen Axialspalt (5c) ausbildet, mit dem der Rand (2a) eines eingespannten Blechkörpers (2) übergreifbar ist und
  - d. das Begrenzungswerkzeug (5) zwei sich axial gegenüberliegende Spaltbacken (5a, 5b) aufweist, die den Axialspalt (5c) in axialer Richtung begrenzen und die relativ zueinander in axialer Richtung verstellbar sind zur Änderung des zwischen ihnen ausgebildeten Axialspaltes.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spaltbacken (5a, 5b) in axialer Richtung durch ein passives Kraftbeaufschlagungsmittel, insbesondere wenigstens eine Feder kraftbeaufschlagung sind in eine Richtung zur Verringerung des

Axialspaltes.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie wenigstens einen Aktor umfasst, insbesondere je Spaltbacke (5a, 5b) einen Aktor umfasst, insbesondere einen hydraulisch betriebenen Aktor, mit dem wenigstens eine Spaltbacke (5a, 5b) axial bewegbar ist. 5
11. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine jeweilige Spaltbacke (5a, 5b) einen Bereich (5a2) umfasst, der in radialer Richtung vor der Stirnfläche (4a) des Umformungswerkzeuges (4) angeordnet ist, welche zum Einspannwerkzeug (1) weist und einen Bereich (5a1) aufweist, welcher axial neben dem Umformungswerkzeug (4) angeordnet ist, insbesondere eine Spaltbacke (5a, 5b) im Querschnitt parallel zur Rotationsachse L-förmig ausgebildet ist. 10  
15  
20
12. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Umformwerkzeug (4) und die Spaltbacken (5a, 5b) des Begrenzungswerkzeuges (5) kreisscheibenförmig ausgebildet sind und um eine gemeinsame Rotationsachse (7) drehbar sind, insbesondere die parallel oder in einem spitzen Winkel zur Rotationsachse (3) des Einspannwerkzeuges (4) liegt. 25
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine jeweilige Spaltbacke (5a, 5b) drehbar in einer in der Position axial verstellbaren Platte einer Halterung des Umformwerkzeuges (4) angeordnet ist, wobei die jeweilige Platte mit wenigstens einem, bevorzugt wenigstens zwei Aktoren axial angetrieben ist. 30  
35
14. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotationsachse (7) von Umformungswerkzeug (4) / Begrenzungswerkzeug (5) und die Rotationsachse (3) des Einspannwerkzeuges (1) über ein Getriebe synchron an einander gekoppelt sind, insbesondere hierdurch das Umformungswerkzeug (4) / Begrenzungswerkzeug (5) durch einen Antrieb des Einspannwerkzeuges (4) angetrieben ist. 40  
45

50

55

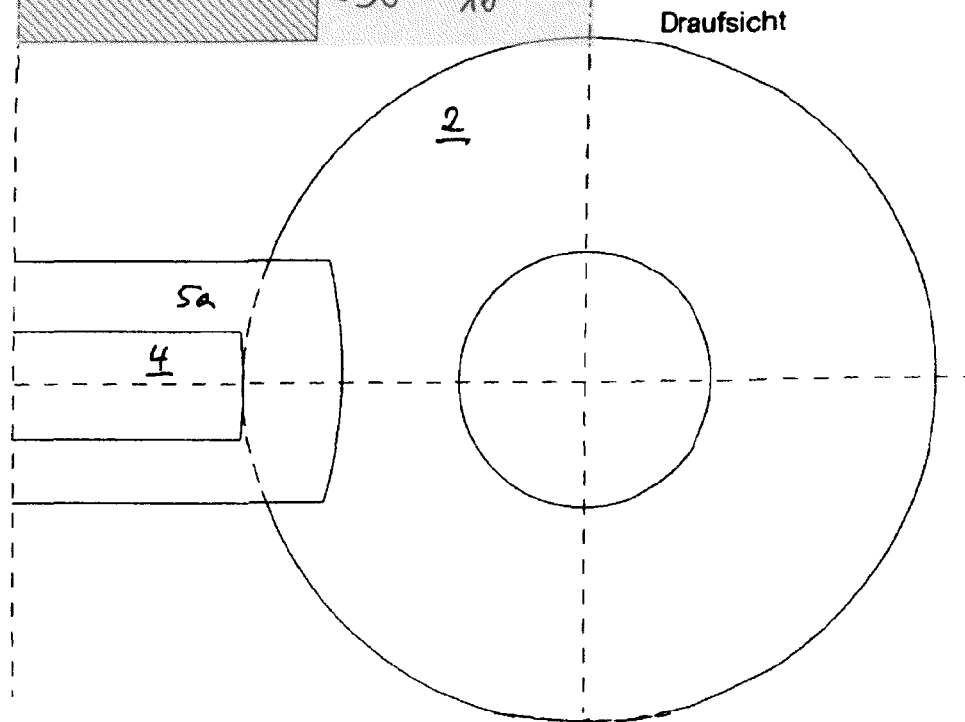
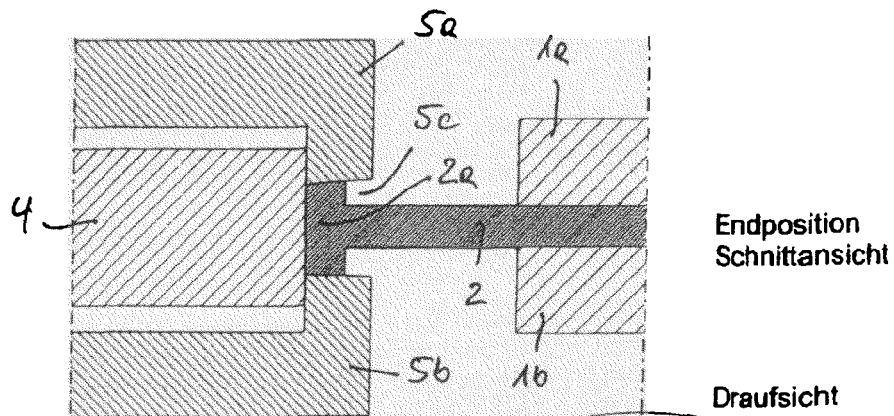
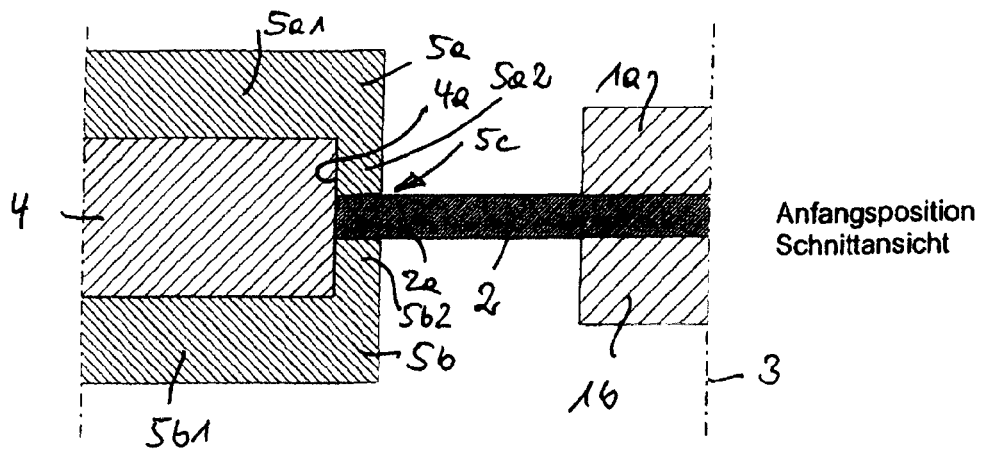


Fig. 1



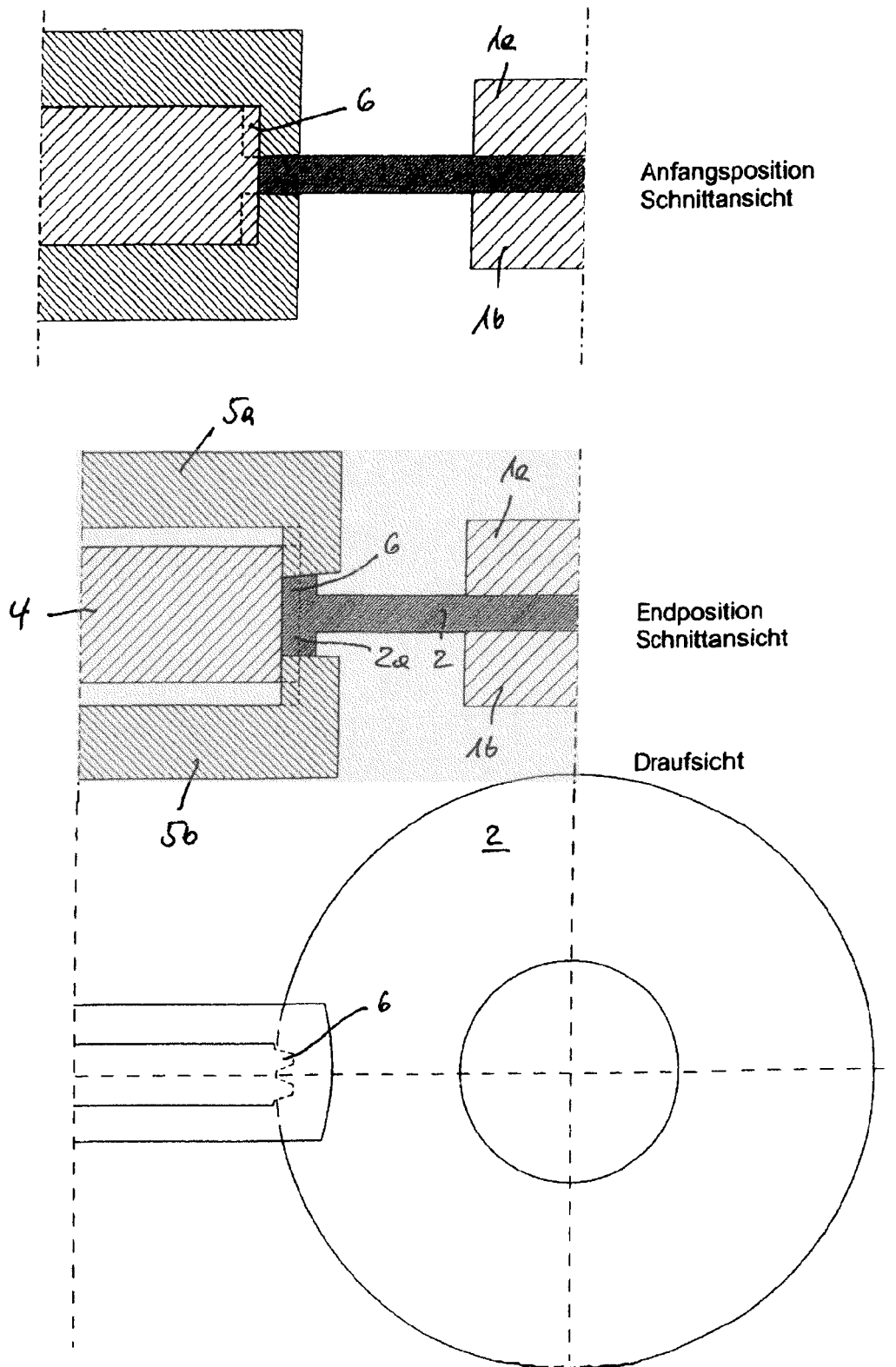


Fig. 2

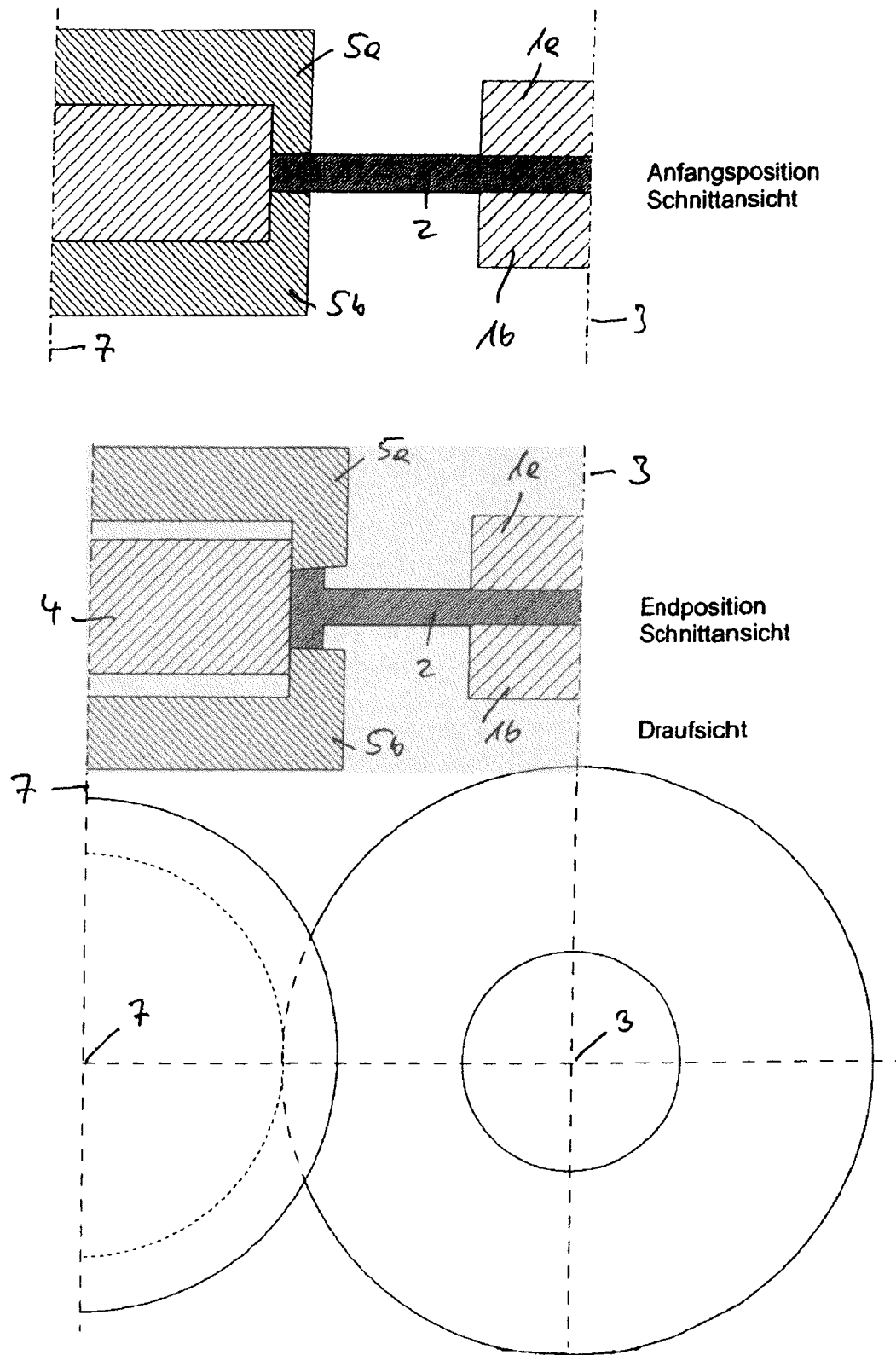


Fig. 3

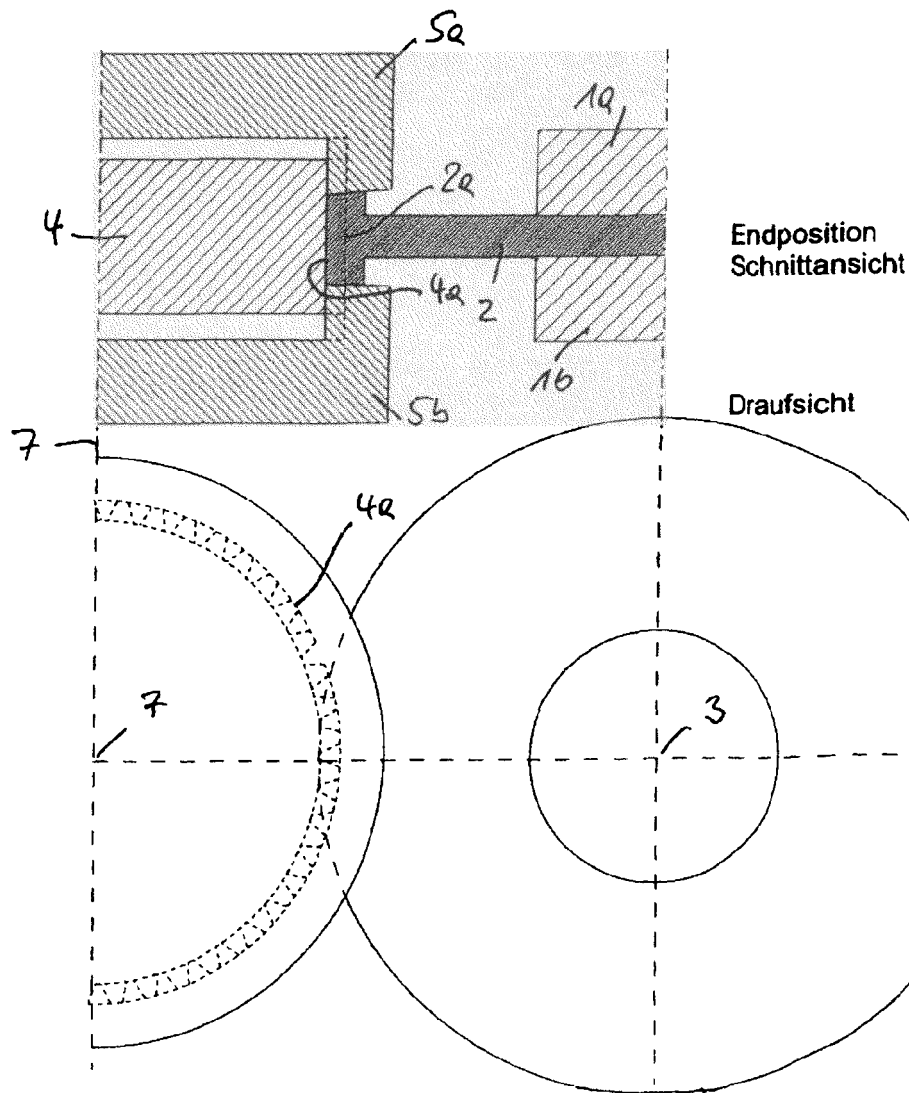
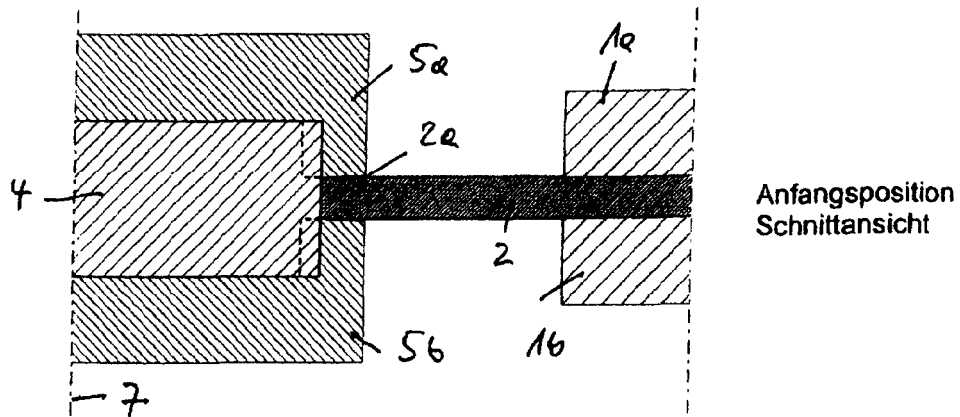


Fig. 4



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 17 00 1657

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 60 225 C (EWALD SIEBEL) 15. Mai 1891 (1891-05-15) * Seite 1, Spalte 2, Zeile 6 - Seite 2, Spalte 2, Zeile 3; Abbildungen 1-6 *	1,8	INV. B21K23/00 B21D53/26 B21H1/04 B21H5/02 B21J5/08 B21K1/30
A	DE 16 02 594 A1 (RATIONALISIERUNG EISEN BLECH M) 4. März 1971 (1971-03-04) * Seite 2, Zeile 4 - Seite 3, Zeile 11; Abbildungen 1-5 *	1,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21K B21D B21H B21J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>21. Februar 2018</b>	Prüfer <b>Augé, Marc</b>
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 : mündliche 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	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 00 1657

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

21-02-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 60225 C	15-05-1891	KEINE	
15	DE 1602594 A1	04-03-1971	KEINE	
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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 102015015388 [0006]