(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 527446 A1 2025-02-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50573/2023
(22) Anmeldetag: 18.07.2023
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2025

(51) Int. Cl.: ***B21D 5/02*** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2007105743 A
JP 4383931 B2

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

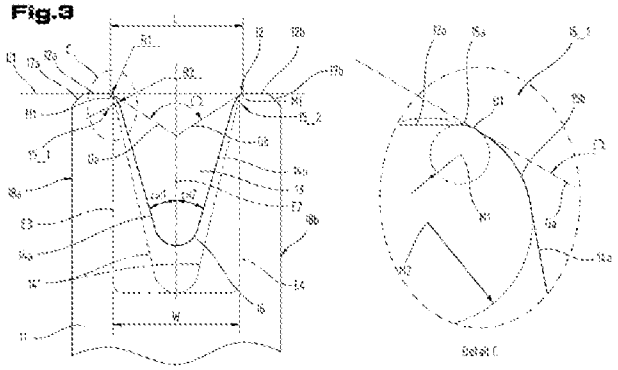
(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

AT 527446 A1 2025-02-15

(54) Biegegesenk für eine Biegemaschine und Verfahren zur Herstellung eines Biegegesenks

(57) Die Erfindung betrifft ein Biegegesenk (5) für eine Biegemaschine (1), zur Durchführung eines Biegevorgangs an einem Blechwerkstück (2), wobei ein Mittelpunkt (M1) eines ersten Radius (R1) eines ersten Einlaufkonturabschnitts (15a) einer ersten Einlaufkontur (15_1) einer V-förmigen Ausnehmung (13) und ein Mittelpunkt (M1) eines ersten Radius (R1) eines ersten Einlaufkonturabschnitts (15a) einer zweiten Einlaufkontur (15_2) der V-förmigen Ausnehmung (13) in einer ersten Ebene (E1) unabhängig von einem ersten Gesenkwinkel (α1) zwischen einer ersten Seitenfläche (14a) und einer normal auf die erste Ebene (E1) stehenden Teilungsebene (E2) der Ausnehmung (13) und einem zweiten Gesenkwinkel (α2) zwischen einer zweiten Seitenfläche (14b) und der Teilungsebene (E2) in einem Mittelpunktabstand (L) voneinander beabstandet sind, der $L = W + 2 * R1$ beträgt und dass die erste Einlaufkontur (15_1) einen, zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) und der ersten Seitenfläche (14a) liegenden, zweiten Einlaufkonturabschnitt (15b) mit einem zweiten Radius (R2) umfasst und/oder dass die zweite Einlaufkontur (15_2) einen, zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) und der zweiten Seitenfläche (14b) liegenden, zweiten Einlaufkonturabschnitt (15b) mit einem zweiten Radius (R2) umfasst, wobei ein Radienverhältnis (X) zwischen einem Wert des zweiten Radius (R2) und dem Wert des ersten Radius (R1) $2,5 \leq X \leq 5$ beträgt.

Fig.3



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Biegegesenk (5) für eine Biegemaschine (1), zur Durchführung eines Biegevorgangs an einem Blechwerkstück (2), wobei ein Mittelpunkt (M1) eines ersten Radius (R1) eines ersten Einlaufkonturabschnitts (15a) einer ersten Einlaufkontur (15_1) einer V-förmigen Ausnehmung (13) und ein Mittelpunkt (M1) eines ersten Radius (R1) eines ersten Einlaufkonturabschnitts (15a) einer zweiten Einlaufkontur (15_2) der V-förmigen Ausnehmung (13) in einer ersten Ebene (E1) unabhängig von einem ersten Gesenkwinkel (α1) zwischen einer ersten Seitenfläche (14a) und einer normal auf die erste Ebene (E1) stehenden Teilungsebene (E2) der Ausnehmung (13) und einem zweiten Gesenkwinkel (α2) zwischen einer zweiten Seitenfläche (14b) und der Teilungsebene (E2) in einem Mittelpunktabstand (L) voneinander beabstandet sind, der $L = W + 2 * R1$ beträgt und dass die erste Einlaufkontur (15_1) einen, zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) und der ersten Seitenfläche (14a) liegenden, zweiten Einlaufkonturabschnitt (15b) mit einem zweiten Radius (R2) umfasst und/oder dass die zweite Einlaufkontur (15_2) einen, zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) und der zweiten Seitenfläche (14b) liegenden, zweiten Einlaufkonturabschnitt (15b) mit einem zweiten Radius (R2) umfasst, wobei ein Radienverhältnis (X) zwischen einem Wert des zweiten Radius (R2) und dem Wert des ersten Radius (R1) $2{,}5 \leq X \leq 5$ beträgt.

Fig. 3

Die Erfindung betrifft ein Biegegesenk für eine Biegemaschine, zur Durchführung eines Biegevorgangs an einem Blechwerkstück, wobei das Biegegesenk eine Auflagefläche für das Blechwerkstück umfasst, die in einer ersten Ebene liegt, wobei an der Auflagefläche eine im Wesentlichen V-förmige Ausnehmung vorgesehen ist, die die Auflagefläche in zwei Teilflächen unterteilt, wobei die Ausnehmung eine ebene erste Seitenfläche umfasst, die in einem festgelegten ersten Gesenkwinkel bezüglich einer normal auf die erste Ebene stehenden Teilungsebene der der Ausnehmung geneigt ist und eine gegenüberliegende ebene zweite Seitenfläche umfasst, die in einem festgelegten zweiten Gesenkwinkel bezüglich der Teilungsebene geneigt ist, wobei die erste Seitenfläche über eine erste Einlaufkontur mit der ersten Teilfläche verbunden ist und die zweite Seitenfläche über eine zweite Einlaufkontur mit der zweiten Teilfläche verbunden ist, wobei die erste Einlaufkontur und zweite Einlaufkontur jeweils einen ersten Einlaufkonturabschnitt mit einem ersten Radius umfassen, dessen Wert von einer festgelegten theoretischen Gesenkweite des Biegegesenks abhängig ist.

Die Erfindung betrifft weiters ein Werkzeug-System, eine Biegemaschine sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Biegegesenks für eine Biegemaschine, zur Durchführung eines Biegevorgangs an einem Blechwerkstück.

Biegesenke, auch Biegematrizen genannt, sind im Stand der Technik bekannt und werden als Unterwerkzeug beim Gesenkbiegen verwendet. Ein Biegesenk weist eine Auflagefläche für ein zu biegendes Blechwerkstück auf, in welcher eine V-förmige Ausnehmung vorgesehen ist. Das un- oder vorgebogene Blechwerkstück

kann auf die Auflagefläche gelegt werden. Durch eine kontrollierte Abwärtsbewegung eines Oberwerkzeugs, welches auch als Stempel bezeichnet wird, kann die Blechumformung stattfinden.

Man unterscheidet zwischen Freibiegen, Prägebiegen und Dreipunktbiegen. Charakteristisch für das Freibiegen ist, dass das Werkstück das Biegegesenk nur an den beiden Kanten berührt. Zum Fertigen von Biegungen mit ausreichender Genauigkeit ist eine präzise Steuerung des Stempels erforderlich, wofür in der Regel eine CNC-Steuerung eingesetzt wird. Vorteilhaft am Freibiegen ist insbesondere die Möglichkeit, unterschiedliche Blechwinkel ohne Werkzeugwechsel zu fertigen. Aus diesem Grund wird es häufiger angewandt als das Prägebiegen oder Dreipunktbiegen.

Durch die Geometrie der V-förmigen Ausnehmung, insbesondere einer Geometrie einer Einlaufkontur zwischen der Auflagefläche und den Seitenflächen der V-förmigen Ausnehmung, kann der Biegeprozess gezielt beeinflusst werden. Insbesondere können durch die Geometrie der Einlaufkontur einerseits die Flächenpressung am Werkstück und folglich die Tiefe eines Abdrucks am Werkstück beeinflusst werden. Zum anderen kann das Abroll- bzw. Gleitverhalten des Werkstücks am Biegegesenk und folglich eine Länge des Abdrucks beeinflusst werden.

In der EP 0 605 022 B1 ist ein V-förmiges Biegegesenk mit einer Einlaufkontur offenbart, deren Krümmungsradius ausgehend von der Auflagefläche in Richtung der Seitenfläche der V-förmigen Ausnehmung zunimmt, wobei ein Radienverhältnis zwischen dem Krümmungsradius am Ende der Einführungskrümmung und dem Krümmungsradius am Anfang der Einführungskrümmung gemäß einer relativ komplexen Formel festgelegt ist.

JP4383931 B2 offenbart ein Biegegesenk, das eine Einlaufkontur mit zwei unterschiedlichen aufeinanderfolgenden Radien aufweist, wobei der erste Radius größer ist als der zweite Radius.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, ein standardisiertes Biegegesenk mit einer möglichst einfachen und kostengünstig herstellbaren Geometrie bereitzustellen, mit dem eine Länge und Tiefe des Abdrucks am Werkstück reduziert werden kann.

Diese Aufgabe wird durch das eingangs genannte Biegegesenk dadurch gelöst, dass ein Mittelpunkt des ersten Radius des ersten Einlaufkonturabschnitts der ersten Einlaufkontur und ein Mittelpunkt des ersten Radius des ersten Einlaufkonturabschnitts der zweiten Einlaufkontur in der ersten Ebene unabhängig vom ersten Gesenkwinkel und zweiten Gesenkwinkel in einem Mittelpunktabstand voneinander beabstandet sind, der $L = W + 2 * R1$ beträgt und dass die erste Einlaufkontur einen, zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt und der ersten Seitenfläche liegenden, zweiten Einlaufkonturabschnitt mit einem zweiten Radius umfasst und/oder dass die zweite Einlaufkontur einen, zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt und der zweiten Seitenfläche liegenden, zweiten Einlaufkonturabschnitt mit einem zweiten Radius umfasst, wobei ein Radienverhältnis zwischen einem Wert des zweiten Radius und dem Wert des ersten Radius $2{,}5 \leq X \leq 5$ beträgt.

Dadurch, dass der Mittelpunktabstand unabhängig vom ausgeführten Gesenkwinkel ist, ergeben sich auch bei unterschiedlichen Gesenkwinkeln gleiche Abstände der Kontaktpunkte vom Werkstück am Biegegesenk. Biegegesenke mit unterschiedlichen Gesenkwinkeln, z.B. 30°, 80 und 84° haben folglich beim selben Biegewinkel des Werkstücks den gleichen Abstand der Kontaktpunkte. Dadurch erreicht man immer das gleiche Biegeverhalten bzw. Biegeergebnis unabhängig vom Gesenkwinkel des Biegegesenks. Biegegesenke mit unterschiedlichen Gesenkwinkeln sind daher einfach kombinierbar. Durch das erfindungsgemäße Radienverhältnis kann einerseits das Abroll- bzw. Abgleitverhalten des Werkstücks positiv beeinflusst werden und andererseits kann eine Flächenpressung reduziert werden. Dies führt zu einer Reduktion der Länge und Tiefe des Abdrucks am Werkstück, wodurch weniger oder keine Arbeitsschritte für die Nacharbeitung erforderlich sind.

Weitere Vorteile sind: Gleiche Mindestschenkellänge des Blechwerkstücks bei (erfindungsgemäß ausgebildeten) Biegegesenken mit unterschiedlichen Gesenkwinkeln, gleich große Biegeausgleichswerte, geringer Aufwand für die Werkzeugauswahl in der Konstruktion, keine Zuschnittanpassung erforderlich, weniger Abstimmungsaufwand zwischen Konstruktion und Produktion, bei kleinen Gesenkwinkeln sind geringere Schenkellängen als bisher möglich, keine Kraftüberhöhung gegenüber bisher verwendeten Biegegesenken, (erfindungsgemäß ausgebildeten) Biegegesenken mit unterschiedlichen Gesenkwinkeln sind untereinander kombinierbar, bei (erfindungsgemäß ausgebildeten) Biegegesenken mit unterschiedlichen Gesenkwinkeln kann der Biegeroboter die gleiche Biegetrajektorie verwenden.

Vorzugsweise ist die V-förmige Ausnehmung bezüglich der Teilungsebene symmetrisch. Das bedeutet, dass die erste Einlaufkontur und die zweite Einlaufkontur identisch ausgebildet sind und dass auch der erste Gesenkwinkel gleich groß ist wie der zweite Gesenkwinkel.

Der erste Gesenkwinkel und der zweite Gesenkwinkel können gleich groß sein oder sich unterscheiden. Dadurch kann beispielsweise ein Biegegesenk bereitgestellt werden, das nur an einer der beiden Einlaufkonturen (oder an beiden Einlaufkonturen) den zweiten Einlaufkonturabschnitt mit dem zweiten Radius umfasst und das verschiedene Gesenkwinkel aufweist. Das Biegegesenk ist dabei bei der Durchführung des Biegevorgangs vorzugsweise so in der Biegemaschine angeordnet, dass der größere Gesenkwinkel dem Bediener zugewandt ist. Dadurch kann die Verletzungsgefahr verringert werden, da die Winkelgeschwindigkeit des Schenkels des Werkstücks, das dem Bediener zugewandt ist, geringer ist als jene des gegenüberliegenden Schenkels.

Vorzugsweise ist erste Einlaufkonturabschnitt der ersten Einlaufkontur tangential mit der ersten Teilfläche verbunden und/oder der erste Einlaufkonturabschnitt der zweiten Einlaufkontur ist tangential mit der ersten Teilfläche verbunden. Alternativ oder zusätzlich können der erste Einlaufkonturabschnitt und der zweite Einlaufkonturabschnitt der ersten Einlaufkontur tangential verbunden sind und/oder der erste Einlaufkonturabschnitt und der zweite Einlaufkonturabschnitt der zweiten Einlaufkontur tangential verbunden sein. Alternativ oder zusätzlich kann der zweite

Einlaufkonturabschnitt der ersten Einlaufkontur tangential mit der ersten Seitenfläche der Ausnehmung verbunden sein und/oder der zweite Einlaufkonturabschnitt der zweiten Einlaufkontur kann tangential mit der zweiten Seitenfläche der Ausnehmung verbunden sein.

Die theoretische Gesenkweite beträgt vorzugsweise 4 bis 150 mm. Dadurch können die gängigsten Biegevorgänge durchgeführt werden.

Vorzugsweise beträgt der Wert des ersten Radius 5 bis 15% der theoretischen Gesenkweite, vorzugsweise 10%. Die Werte haben sich in Versuchen als besonders vorteilhaft erwiesen.

Das Radienverhältnis X zwischen dem Wert des zweiten Radius und dem Wert des ersten Radius beträgt vorzugsweise 3,5 bis 4,5, vorzugsweise 4. In Versuchen hat sich herausgestellt, dass damit eine Länge des Abdrucks minimiert werden kann.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform sind ein erster Übergangspunkt eines Übergangs vom ersten Einlaufkonturabschnitt zum zweiten Einlaufkonturabschnitt der ersten Einlaufkontur und ein zweiter Übergangspunkt eines Übergangs vom ersten Einlaufkonturabschnitt zum zweiten Einlaufkonturabschnitt der zweiten Einlaufkontur bei einem Übergangswinkel von 100° bis 120° festgelegt, vorzugsweise bei 105° bis 115°, insbesondere bei 110°. Dadurch ist das Biegegesenk für die gängigsten Biegefälle geeignet, die meist im Bereich von 90° liegen.

Der erste Gesenkwinkel und/oder der zweite Gesenkwinkel können 10° bis 55°, vorzugsweise 15°, 42° oder 45° betragen. Dadurch können die gängigsten Gesenkwinkel abgedeckt werden. Besonders bevorzugt können der erste Gesenkwinkel und/oder der zweite Gesenkwinkel 13° bis 15°, insbesondere 14°, oder 33° bis 35°, insbesondere 34° betragen.

Um das Vorbiegen verbessern zu können, ist es vorteilhaft, wenn der erste oder zweite Gesenkwinkel 13° bis 15°, insbesondere 14° beträgt.

Damit hochfeste Stähle, deren Rückfederung bis zu 20° betragen kann, auf 90° gebogen werden können, ist es vorteilhaft, wenn der erste und/oder zweite Gesenkwinkel flacher sind, vorzugsweise 33° bis 35°, insbesondere 34°.

Vorzugsweise ist ein Schnittpunkt der ersten Seitenfläche und der zweiten Seitenfläche mittels einer Rundung abgerundet. Dadurch kann die Dauerfestigkeit erhöht werden.

Es kann vorteilhaft sein, wenn zwischen der ersten Teilfläche der Auflagefläche und einer parallel zur Teilungsebene liegenden, ersten Außenfläche des Biegegesenks eine erste Fase vorgesehen ist und/oder dass zwischen der zweiten Teilfläche der Auflagefläche und einer parallel zur Teilungsebene liegenden, zweiten Außenfläche des Biegegesenks eine zweite Fase vorgesehen ist. Dadurch sind auch kürzere Schenkel des Werkstücks für eine Lasermessung zugänglich.

Vorzugsweise kann ein Werkzeug-System mit mehreren der erfindungsgemäßen Biegegesenke bereitgestellt werden, wobei zumindest zwei Biegegesenke mit gleicher theoretischer Gesenkweite, gleichem Mittelpunktabstand und unterschiedlichen ersten Gesenkwinkeln und/oder zweiten Gesenkwinkeln vorgesehen sind.

Das Biegegesenk wird vorzugsweise als Unterwerkzeug in einer Biegemaschine verwendet, die zur Durchführung eines Biegevorgangs an einem Blechwerkstück ausgebildet ist. Die Biegemaschine umfasst einen unteren Biegebalken mit einer unteren Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Unterwerkzeugs, einen oberen Biegebalken mit einer oberen Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Oberwerkzeugs, zumindest ein Unterwerkzeug und zumindest ein Oberwerkzeug.

Die Aufgabe wird weiters mit dem eingangs genannten Verfahren dadurch gelöst, dass folgende Schritte durchgeführt werden: Bereitstellen eines metallischen, vorzugsweise quaderförmigen, Grundkörpers mit einer in einer ersten Ebene liegende Auflagefläche für das Blechwerkstück oder Erzeugen der Auflagefläche am Grundkörper, Erzeugen einer im Wesentlichen V-förmigen, die Auflagefläche in zwei Teilflächen unterteilenden, Ausnehmung mit einer festgelegten theoretischen Gesenkweite in der Auflagefläche, Erzeugen einer ebenen ersten Seitenfläche, die in

einem festgelegten ersten Gesenkwinkel bezüglich einer normal auf die erste Ebene stehenden Teilungsebene geneigt ist in der Ausnehmung und einer gegenüberliegenden ebenen zweiten Seitenfläche, die in einem festgelegten zweiten Gesenkwinkel bezüglich der Teilungsebene geneigt ist, Erzeugen einer ersten Einlaufkontur zwischen der ersten Seitenfläche und der ersten Teilfläche und einer zweiten Einlaufkontur zwischen der zweiten Seitenfläche und der zweiten Teilfläche, die jeweils einen ersten Einlaufkonturabschnitt mit einem ersten Radius aufweisen, dessen Wert von der theoretischen Gesenkweite abhängig ist, wobei ein Mittelpunkt des ersten Radius des ersten Einlaufkonturabschnitts der ersten Einlaufkontur und ein Mittelpunkt des ersten Radius des ersten Einlaufkonturabschnitts der zweiten Einlaufkontur in der ersten Ebene in einem vom ersten Gesenkwinkel und zweiten Gesenkwinkel unabhängigen Mittelpunktabstand voneinander beabstandet angeordnet werden, der einer Summe aus der Gesenkweite und dem doppelten Wert des ersten Radius entspricht, und Erzeugen eines zweiten Einlaufkonturabschnitts mit einem zweiten Radius an der ersten Einlaufkontur zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt und der ersten Seitenfläche und/oder eines zweiten Einlaufkonturabschnitts mit einem zweiten Radius an der zweiten Einlaufkontur zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt und der zweiten Seitenfläche, wobei ein Radienverhältnis zwischen einem Wert des zweiten Radius und dem Wert des ersten Radius mit 2,5 bis 5, vorzugsweise 4, festgelegt wird.

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

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

Fig. 1 den Grundlegenden Aufbau einer Biegemaschine;

Fig. 2 ein Biegegesenk mit einer Grundgeometrie;

Fig. 3 ein erfindungsgemäßes Biegegesenk einer beispielhaften Ausführungsform;

Fig. 4 ein Blockdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig.5a ein gebogenes Blechwerkstück mit jeweils einem Abdruck an den Schenkeln;

Fig.5b ein beispielhaftes Diagramm mit der Abdrucklänge aufgetragen über dem zweiten Radius des zweiten Einlaufkonturabschnitts;

Fig.6a ein Diagramm mit dem Kontaktdruck am Werkstück aufgetragen über dem Biegewinkel und

Fig.6b ein Diagramm mit einer Kraft am Werkstück aufgetragen über dem Biegewinkel;

Fig.7 ein erfindungsgemäßes Biegegesenk einer weiteren beispielhaften Ausführungsform.

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.

Fig.1 zeigt stark vereinfachten den grundlegenden Aufbau einer Biegemaschine 1 zur Durchführung eines Biegevorgangs an einem Blechwerkstück 2. Die Biegemaschine 1 umfasst einen unteren Biegebalken 3 mit einer unteren Werkzeugaufnahme 4 zur Aufnahme eines Unterwerkzeugs 5. Der untere Biegebalken 3 kann beispielsweise auf einem (nicht dargestellten) Untergestell angeordnet sein, das wiederum auf einem vorzugsweise ebenen Boden angeordnet sein kann, vorzugsweise fest im Boden verankert.

Weiters umfasst die Biegemaschine 1 einen beweglichen oberen Biegebalken 6 mit einer oberen Werkzeugaufnahme 7 zur Aufnahme eines Oberwerkzeugs 8. In

der oberen Werkzeugaufnahme 7 ist ein beispielhaftes Oberwerkzeug 8 angeordnet und in der unteren Werkzeugaufnahme 4 ist ein beispielhaftes Unterwerkzeug 5 angeordnet. Je nach Biegevorgang können ein gewünschtes Oberwerkzeug 8 und ein gewünschtes Unterwerkzeug 5 verwendet werden. Das nachfolgend noch näher beschriebene erfindungsgemäße Biegegesenk 5 kann als Unterwerkzeug verwendet werden.

Zur Durchführung des Biegevorgangs kann das Oberwerkzeug 8 mit dem oberen Biegebalken 6 in einer, in der Regel vertikalen, Bewegungsrichtung Z in Richtung des Blechwerkstücks 2 bewegt werden, wie in Fig.1 durch den entsprechenden Pfeil angedeutet ist, bis das Blechwerkstück 2 zwischen dem Oberwerkzeug 8 und dem Unterwerkzeug 5 bzw. dem Biegegesenk geklemmt ist. Danach kann mittels eines geeigneten (in Fig.1 schematisch angedeuteten) Biegeroboters 10 ein freier Abschnitt des Blechwerkstücks 2 gegriffen werden und das Blechwerkstück 2 kann gemäß einer vorgegebenen Biegetrajektorie T gebogen werden, wie durch die gestrichelte Linie angedeutet ist. Zum Greifen des Blechwerkstücks 2 kann der Biegeroboter 10 einen oder mehrere austauschbare (nicht dargestellte) Greifer umfassen, beispielsweise einen bekannten Vakuum-Greifer.

Weiters kann die Biegemaschine 1 einen oder mehrere sogenannte Hinteranschläge 9 umfassen. Die Hinteranschläge 9 ermöglichen es, das Blechwerkstück 2 wiederholbar genau auf dem Unterwerkzeug 5 zu positionieren. Die Biegemaschine 1 kann auch eine (nicht dargestellte) Lasermesseinrichtung umfassen, um während der Durchführung des Biegevorgangs einen Istwert eines Biegewinkels des Blechwerkstücks 2 zu messen. Über eine (nicht dargestellte) Steuerungseinheit kann ein Sollwert für den Biegewinkel vorgegeben werden. Der Biegeroboter 10 kann den Biegevorgang gemäß einer entsprechenden Biegetrajektorie T durchführen, bis der gewünschte Soll-Biegewinkel erreicht ist.

In Fig.2 ist eine Biegegesenk 5‘ mit einer Grundgeometrie dargestellt. Die Grundgeometrie bildet die Grundlage für die Geometrie des erfindungsgemäßen Biegegesenks 5, welches nachfolgend anhand von Fig.3 und Fig.7 näher erläutert wird. Links in Fig.2 ist das Biegegesenk 5‘ in einer Seitenansicht dargestellt. Rechts in Fig.2 ist ein Detail des Bereichs A dargestellt.

Das Biegegesenk 5‘ umfasst einen im Wesentlichen quaderförmigen Grundkörper 11 mit einer Höhe H, einer Breite B und einer (nicht dargestellten) Länge (normal zur Zeichenebene). Der Grundkörper 11 umfasst eine im Wesentlichen ebene Auflagefläche 12, die in einer ersten Ebene E1 liegt. In der Auflagefläche 12 ist in bekannter Weise eine im Wesentlichen V-förmige Ausnehmung 13 vorgesehen. Die Ausnehmung 13 ist bezüglich einer normal auf die erste Ebene E1 stehenden Teilungsebene E2 symmetrisch. In Längsrichtung (normal auf die Zeichenebene) ist die Ausnehmung mit den gegenüberliegenden Stirnseiten des Grundkörpers 11 verbunden. Die Ausnehmung 13 teilt die Auflagefläche 12 in eine erste Teilfläche 12a und eine zweite Teilfläche 12b.

Die Ausnehmung 13 umfasst eine ebene erste Seitenfläche 14a, die in einem festgelegten ersten Gesenkwinkel α1 zur Teilungsebene E2 geneigt ist und umfasst eine der ersten Seitenfläche 14a gegenüberliegende ebene zweite Seitenfläche 14b, die in einem festgelegten zweiten Gesenkwinkel α2 zur Teilungsebene E2 geneigt ist. Die erste Seitenfläche 14a ist über eine erste Einlaufkontur 15_1 mit der ersten Teilfläche 12a der Auflagefläche 12 verbunden und die zweite Seitenfläche 14b ist über eine zweite Einlaufkontur 15_2 mit der zweiten Teilfläche 12b der Auflagefläche 12 verbunden. Die Teilflächen 12a, 12b, können jeweils tangential mit der entsprechenden Einlaufkontur 15_1, 15_2 verbunden sein. Die erste Einlaufkontur 15_1 und die zweite Einlaufkontur 15_2 umfassen im Querschnitt jeweils einen kreisbogenförmig ausgebildeten ersten Abschnitt mit einem Radius R. Die Einlaufkonturen 15_1, 15_2 umfassen somit jeweils eine zylindrische Mantelfläche, die sich in Längsrichtung des Biegegesenks 5‘ erstreckt.

Der Radius R ist von einer festgelegten theoretischen Gesenkweite W abhängig und beträgt beispielsweise 10% der theoretischen Gesenkweite W. Unter der theoretischen Gesenkweite W ist im Rahmen der gegenständlichen Erfindung der Normalabstand zwischen zwei Ebenen E3, E4 zu verstehen, die jeweils normal auf die erste Ebene E1 stehen und tangential zu den Einlaufkonturen 15_1, 15_2 angeordnet sind. Dies ist in Fig.1 rechts in Detail A veranschaulicht, die eine Detailansicht der ersten Einlaufkontur 15 _1 zeigt.

Die Mittelpunkte M (bzw. Mittelachsen) der beiden Einlaufkonturen 15_1, 15_2 sind in der ersten Ebene E1 in einem Mittelpunktabstand L voneinander beabstandet. Der Mittelpunktabstand L beträgt L=W+2*R.

In Fig.3 ist ein Biegegesenk 5 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Links in Fig.3 ist das Biegegesenk 5 wiederum in einer Seitenansicht dargestellt. In Fig.3 rechts ist ein Detail C dargestellt, das die erste Einlaufkontur 15_1 vergrößert zeigt.

Das Biegegesenk 5 weist wiederum einen Grundkörper 11 mit einer Auflagefläche 12 auf, in der eine im Wesentlichen V-förmige Ausnehmung 13 vorgesehen ist. „Im Wesentlichen V-förmig“ bedeutet im Rahmen der gegenständlichen Erfindung, dass die Ausnehmung 13 in Richtung der Auflagefläche 12 divergiert, jedoch nicht zwingend symmetrisch sein muss. Die Ausnehmung 13 umfasst eine erste Seitenfläche 14a, die in einem festgelegten ersten Gesenkwinkel α1 zur Teilungsebene E2 geneigt ist und eine der ersten Seitenfläche 14a gegenüberliegende zweite Seitenfläche 14b, die (in entgegengesetzter Richtung) in einem festgelegten zweiten Gesenkwinkel α2 zur Teilungsebene E2 geneigt ist. Die erste Seitenfläche 14a ist über eine erste Einlaufkontur 15_1 mit der ersten Teilfläche 12a der Auflagefläche 12 und die zweite Seitenfläche 14b ist über eine zweite Einlaufkontur 15_2 mit der zweiten Teilfläche 12b der Auflagefläche 12 verbunden. Der grundlegende Aufbau entspricht dem Biegegesenk 5‘ der Grundform gemäß Fig.2, weshalb auf Wiederholungen verzichtet und lediglich auf die Unterschiede eingegangen wird.

In der dargestellten Ausführungsform ist die Ausnehmung 13 bezüglich der Teilungsebene E2 symmetrisch, d.h. die Einlaufkonturen 15_1, 15_2 sind identisch ausgebildet und die Gesenkwinkel α1, α2 sind gleich groß. Wie in Detail C ersichtlich ist, umfassen die Einlaufkonturen 15_1, 15_2 hier jeweils einen ersten Einlaufkonturabschnitt 15a mit einem ersten Radius R1, dessen Wert von der theoretischen Gesenkweite W des Biegegesenks 5 abhängig ist. Die theoretische Gesenkweite W ist so definiert, wie anhand Fig.2 erläutert wurde und dient im Biegegesenk 5 gemäß Fig.3 als Bezugsgröße. Die theoretische Gesenkweite W kann beispielsweise 4 bis 150 mm betragen.

Im Rahmen der gegenständlichen Erfindung muss die Ausnehmung 13 jedoch nicht zwingend symmetrisch sein, sondern könnte beispielsweise verschieden große Gesenkwinkel α1 ≠ α2 aufweisen und/oder verschieden ausgebildete Einlaufkonturen 15_1 ≠ 15_2. Ein Beispiel einer asymmetrischen Ausnehmung wird nachfolgend anhand Fig.7 noch näher beschrieben.

Der Wert des ersten Radius R1 kann beispielsweise 5-15% der theoretischen Gesenkweite W betragen, vorzugsweise 10%. Die ersten Einlaufkonturabschnitte 15a sind vorzugsweise jeweils tangential mit der entsprechenden Teilfläche 12a, 12b der Auflagefläche 12 verbunden. Die Mittelpunkte M1 der ersten Radien R1 der ersten Einlaufkonturabschnitte 15a der Einlaufkonturen 15_1, 15_2 sind in der ersten Ebene E1 in einem Mittelpunktabstand L voneinander beabstandet, der L = W+2*R1 beträgt.

Bei einer beispielhaften theoretischen Gesenkweite W=20mm beträgt der Wert des ersten Radius R1 damit beispielsweise 2mm und der Mittelpunktabstand L beträgt 24mm. Der Mittelpunktabstand L hängt somit nur von der festgelegten theoretischen Gesenkweite W und dem Wert des Radius R1 ab, ist jedoch unabhängig vom ersten Gesenkwinkel α1 und vom zweiten Gesenkwinkel α2. Das bedeutet, dass zwei Biegegesenke 5 mit gleicher theoretischer Gesenkweite W, gleichem Wert des ersten Radius R1 und unterschiedlichen ersten Gesenkwinkeln α1 und/oder unterschiedlichen zweiten Gesenkwinkeln α2, denselben Mittelpunktabstand L haben. Die Kontaktpunkte für das Blechwerkstück 2 bleiben somit für eine festgelegte theoretische Gesenkweite W unabhängig von den Gesenkwinkeln α1, α2 gleich.

Gegenüber der Grundform gemäß Fig.2 umfasst die erste Einlaufkontur 15_1 einen, zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt 15a und der ersten Seitenfläche 14a liegenden, zweiten Einlaufkonturabschnitt 15b mit einem zweiten Radius R2. In analoger Weise umfasst die zweite Einlaufkontur 15_2 einen, zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt 15a und der zweiten Seitenfläche 14b liegenden, zweiten Einlaufkonturabschnitt 15b mit einem zweiten Radius R2 auf. Im Rahmen der gegenständlichen Erfindung beträgt wäre es aber grundsätzlich ausreichend,

wenn lediglich einer der beiden Einlaufkonturen 15_1, 15_2 einen zweiten Einlaufkonturabschnitt 15b umfasst. Die jeweils andere Einlaufkontur 15_1, 15_2 könnte beispielsweise so ausgebildet sein, wie in der Grundform gemäß Fig.2.

Erfindungsgemäß beträgt ein Radienverhältnis X zwischen dem Wert des zweiten Radius R2 des zweiten Einlaufkonturabschnitts 15b und dem Wert des ersten Radius R1 des ersten Einlaufkonturabschnitts 15a dabei 2,5 bis 5. Bei der oben genannten beispielhaften theoretischen Gesenkweite W=20mm mit R1=2mm ergibt sich für zweiten Radius R2 somit ein Wert von 5mm bis 10mm. Der Mittelpunktabstand L zwischen den Mittelpunkten M1 der ersten Radien R1 beträgt wiederum 24mm.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform beträgt das Radienverhältnis X = 3,5 bis 4,5. Besonders bevorzugt beträgt das Radienverhältnis X = 4. Dis entspricht im genannten Beispiel (W=20, R1=2mm) einem Wert des zweiten Radius R2 von R2=8mm.

Vorzugsweise sind die ersten Einlaufkonturabschnitte 15a jeweils tangential mit den zweiten Einlaufkonturabschnitten 15b verbunden. Alternativ oder zusätzlich kann der zweite Einlaufkonturabschnitt 15b der ersten Einlaufkontur 15_1 tangential mit der ersten Seitenflächen 14a der V-förmigen Ausnehmung 13 verbunden sein und/oder der zweite Einlaufkonturabschnitt 15b der zweiten Einlaufkontur 15_2 kann tangential mit der zweiten Seitenflächen 14b der V-förmigen Ausnehmung 13 verbunden sein.

Ein erster Übergangspunkt U1 (bzw. eine Übergangslinie normal auf die Zeichenebene gesehen) des (vorzugsweisen tangentialen) Übergangs vom ersten Einlaufkonturabschnitt 15a zum zweiten Einlaufkonturabschnitt 15b der ersten Einlaufkontur 15_1 und ein zweiter Übergangspunkt U2 eines Übergangs vom ersten Einlaufkonturabschnitt 15a zum zweiten Einlaufkonturabschnitt 15b der zweiten Einlaufkontur 15_2 können beispielsweise bei einem Übergangswinkel Ω von $100° \leq \beta \leq 120°$ festgelegt sein, vorzugsweise bei $105° \leq \beta \leq 115°$, insbesondere bei $\beta = 110°$.

Der Übergangswinkel Ω ist in Fig.3 eingezeichnet und entspricht dem Winkel zwischen einer ersten Geraden Ga und einer zweiten Geraden Gb (oder Ebenen normal zur Zeichenebene), deren Schnittpunkt in der zweiten Ebene E2 liegt und die in den Übergangspunkten U1, U2 jeweils tangential zu entsprechenden Einlaufkontur 15_1, 15_2 angeordnet sind. Der jeweilige Berührpunkt entspricht im Wesentlichen dem Übergangspunkt U1, U2 (bzw. der Übergangslinie) vom ersten Einlaufkonturabschnitt 15a zum zweiten Einlaufkonturabschnitt 15b. Es liegt damit im Übergangspunkt U1, U2 eine geometrische G1-Stetigkeit zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt 15a (mit erstem Radius R1), dem zweiten Einlaufkonturabschnitten 15b (mit zweitem Radius R2) und der jeweiligen Geraden Ga, Gb vor.

Je nachdem wie groß der Übergangswinkel Ω gewählt ist, verschieben sich die Übergangspunkt U1, U2 zwischen den Einlaufkonturabschnitten 15a, 15b. Je größer der Übergangswinkel Ω, desto näher liegen die Übergangspunkte U1, U2 an der Auflagefläche 12 bzw. der ersten Ebene E1. Je kleiner der Übergangswinkel Ω, desto weiter liegen die Übergangspunkte U1, U2 von der Auflagefläche 12 bzw. der ersten Ebene E1 entfernt (jeweils normal auf die erste Ebene E1).

Da die ersten Einlaufkonturabschnitte 15a vorzugsweise tangential mit der jeweiligen Teilfläche 12a, 12b der Auflagefläche 12 verbunden sind, ist die Lage der Mittelpunkte M1 der ersten Einlaufkonturabschnitte 15a sowohl in Richtung parallel zur ersten Ebene E1 (durch den festgelegten Mittelpunktabstand L), als auch in Richtung normal auf die erste Ebene E1 (aufgrund der Tangentialität) definiert. Folglich verschiebt sich die Lage der Mittelpunkte M2 der zweiten Radien R2 der zweiten Einlaufkonturabschnitte 15b in Abhängigkeit des Übergangswinkels Ω.

In Fig.3 links ist zum Vergleich die Grundgeometrie des Biegegesenks 5‘ gemäß Fig.2 mit gleichen Gesenkwinkeln α1, α2 gestrichelt eingezeichnet. Es ist ersichtlich, dass die V-förmige Ausnehmung 13 des erfindungsgemäßen Biegegesenks 5 aufgrund des größeren zweiten Radius R2 der zweiten Einlaufkonturabschnitte 15b enger ist als die Ausnehmung 13 des Biegegesenks 5‘ mit der Grundgeometrie.

Allgemein kann der erste Gesenkwinkel α1 beispielsweise α1 = 10° bis α1 = 55° betragen. Standardmaße sind beispielsweise α1 = 15°, α1 = 42° oder α1 = 45°. Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform beträgt der erste Gesenkwinkel α1 = 13° bis α1 = 15°, insbesondere α1 = 14° oder α1 = 33° bis α1 = 35°, insbesondere α1 = 34°. Dasselbe gilt in analoger Weise für den zweiten Gesenkwinkel α2.

Der Schnittpunkt der ersten Seitenfläche 14a und der zweiten Seitenfläche 14b im Bereich der Teilungsebene E2 kann mittels einer Rundung 16 abgerundet sein. Dadurch wird die Kerbwirkung verringert und die Dauerfestigkeit des Biegegesenks 5 erhöht.

Zwischen der ersten Teilfläche 12a der Auflagefläche 12 und einer parallel zur Teilungsebene E2 liegenden, ersten Außenfläche 18a des Grundkörpers 11 kann eine erste Fase 17a vorgesehen sein. In gleicher Weise kann zwischen der zweiten Teilfläche 12b der Auflagefläche 12 und einer parallel zur Teilungsebene E2 liegenden, zweiten Außenfläche 18b des Grundkörpers 11 eine zweite Fase 17b vorgesehen sein. Dadurch wird die Zugänglichkeit für die Lasermessung verbessert.

In vorteilhafter Weise kann ein Werkzeug-System bereitgestellt werden, das eine Mehrzahl von erfindungsgemäßen Biegegesenken 5 umfasst. Dabei können zwei oder mehrere Biegegesenke 5 vorgesehen sein, welche die gleiche theoretische Gesenkweite W, den gleichen Mittelpunktabstand L, aber unterschiedliche erste Gesenkwinkel α2 und/oder unterschiedliche zweite Gesenkwinkel α2 aufweisen. Aufgrund identischer Kontaktpunkte für das Blechwerkstück 2 (siehe Fig.1) können Biegegesenke 5 mit unterschiedlichen Gesenkwinkeln α1, α2 einfach kombiniert werden. „Kombinieren“ bedeutet, dass die Biegegesenke 5 gleichzeitig nebeneinander an der unteren Werkzeugaufnahme 4 angeordnet werden können und im gleichen Biegevorgang verwendet werden können.

In Fig.4 ist ein Blockdiagramm zur Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Biegegesenks 5, beispielsweise gemäß Fig.3, gezeigt. Jeder Block entspricht einem Verfahrensschritt des Verfahrens. Blöcke mit gestrichelten Linien stellen optionale Schritte dar.

Im Schritt S1 wird zunächst ein metallischer, vorzugsweise quaderförmiger, Grundkörper 11 bereitgestellt, welcher die im Wesentlichen ebene Auflagefläche 12 für das Blechwerkstück 2 aufweist.

Alternativ kann die Auflagefläche 12 auch in einem optionalen zweiten Schritt S2 erzeugt werden, z.B. mittels eines geeigneten, vorzugsweise spanabhebenden, Fertigungsverfahrens.

In einem dritten Schritt S3 wird die im Wesentlichen V-förmige Ausnehmung 13 im Grundkörper 11 erzeugt. Die Ausnehmung 13 kann optional so erzeugt werden, dass sie bezüglich einer normal auf die erste Ebene E1 stehenden Teilungsebene E2 symmetrisch ist (analog wie in Fig.3 dargestellt ist). In der Ausnehmung 13 werden die ebene erste Seitenfläche 14a mit dem festgelegten ersten Gesenkwinkel α1 und die ebene zweite Seitenfläche 14b mit dem festgelegten zweiten Gesenkwinkel α2 erzeugt. Der erste Gesenkwinkel α1 und der zweite Gesenkwinkel α2 können beispielsweise gleich groß sein (wie in Fig.3 dargestellt) oder unterschiedlich sein (wie in Fig.7 dargestellt ist und nachfolgend noch näher beschrieben wird).

Natürlich muss in Schritt S1 nicht zwingend von einem quaderförmigen Grundkörper 11 ausgegangen werden, sondern es könnte beispielsweise auch ein Halbzeug verwendet werden, in dem bereits eine grobe Kontur der Ausnehmung 13 vorgesehen ist. Die erfindungsgemäße Geometrie kann dann in Schritt S3 durch eine Feinbearbeitung der groben Kontur erzeugt werden. Die Erzeugung der Ausnehmung 13 kann wiederum mittels eines geeigneten spanabhebenden Fertigungsverfahrens durchgeführt werden.

In einem weiteren Schritt S4 wird die erste Einlaufkontur 15_1 zwischen der ersten Seitenfläche 14a und der ersten Teilfläche 12a der Auflagefläche 12 erzeugt und es wird die zweite Einlaufkontur 15_2 zwischen der zweiten Seitenfläche 14b und der zweiten Teilfläche 12b der Auflagefläche 12 erzeugt. Dabei wird in Schritt S4a der jeweils erste Einlaufkonturabschnitt 15a mit dem ersten Radius R1 erzeugt, dessen Wert von der gewünschten theoretischen Gesenkweite W abhängig ist. Der Wert des ersten Radius R1 kann z.B. 10% der theoretischen Gesenkweite W

betragen. Der Mittelpunkt M1 des ersten Radius R1 des ersten Einlaufkonturabschnitts 15a der ersten Einlaufkontur 15_1 und der Mittelpunkt M1 des ersten Radius R1 des ersten Einlaufkonturabschnitts 15a der zweiten Einlaufkontur 15_2 werden, gemessen in der ersten Ebene E1, in einem Mittelpunktabstand L voneinander beabstandet angeordnet, der L = W+2*R1 beträgt.

In Schritt S4b wird zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt 15a der ersten Einlaufkontur 15_1 und der ersten Seitenfläche 14a und/oder zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt 15a der zweiten Einlaufkontur 15_2 und der zweiten Seitenfläche 14ab ein zweiter Einlaufkonturabschnitt 15b mit einem zweiten Radius R2 erzeugt. Ein Wert des zweiten Radius R2 wird entsprechend des Radienverhältnisses X in Abhängigkeit des Wertes des ersten Radius R1 festgelegt. Das Radienverhältnis X beträgt 2,5 bis 5, vorzugsweise X=4. Das bedeutet, dass im Rahmen der Erfindung nicht zwingend an beiden Seiten der Ausnehmung 13 ein zweiter Einlaufkonturabschnitt 15b erzeugt werden muss, sondern ggf. auch nur an einer Seite.

In einer beispielhaften Ausführungsform kann die theoretische Gesenkweite W=20 betragen, der Wert des ersten Radius R1 kann 10% der Gesenkweite W betragen, d.h. R1=2mm, und der Wert des zweiten Radius R2 kann 4*R1 betragen, d.h. R2=8mm. Der Mittelpunktabstand L ergibt sich dabei zu L=20+2*2 = 24mm und ist damit unverändert zur Grundgeometrie gemäß Fig.2. Die Schritte S4a und S4b können natürlich auch in umgekehrter Reihenfolge durchgeführt werden.

Im optionalen Schritt S5 kann zwischen der ersten Teilfläche 12a der Auflagefläche 12 und einer, parallel zur Teilungsebene E2 liegenden, ersten Außenflächen 18a des Grundkörpers 11 eine erste Fase 17a erzeugt werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch zwischen der zweiten Teilfläche 12b der Auflagefläche 12 und einer, parallel zur Teilungsebene E2 liegenden, zweiten Außenflächen 18b des Grundkörpers 11 eine zweite Fase 17b erzeugt werden.

Im optionalen Schritt S6 kann ein Schnittpunkt der ersten Seitenfläche 14a und der zweiten Seitenfläche 14b im Bereich der Teilungsebene E2 mittels einer Rundung 16 abgerundet werden.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die beschriebenen Schritte S1-S6 nicht zwingend in der in Fig.4 dargestellten Reihenfolge durchgeführt werden müssen. Das Verfahren kann entsprechend angepasst werden, sodass ein Biegegesenk 5 mit den oben anhand von Fig.3 beschriebenen Merkmalen hergestellt werden kann.

In Fig.5a ist ein beispielhaftes Blechwerkstück 2 dargestellt, welches mittels des Biegegesenks 5 der Erfindung in einem festgelegten Biegewinkel γ gebogen wurde. Das Blechwerkstück 2 weist zwei Schenkel 2a, 2b auf, die in einem Öffnungswinkel β zueinanderstehen. Gemäß gängiger Definition beginnt der Biegewinkel γ bei 0° und geht bis 180° und der Öffnungswinkel β verhält sich genau umgekehrt.

Auf den beiden Schenkeln 2a, 2b ist jeweils ein Abdruck A angedeutet, der sich während des Biegevorgangs durch die Krafteinwirkung auf das Blechwerkstück 2 im Bereich der Einlaufkonturen 15_1, 15_2 ergibt. Die Abdrücke A weisen jeweils eine Abdrucklänge Y in Längsrichtung der Schenkel 2a, 2b auf, wie in Fig.5a eingezeichnet ist. Die Abdrücke A weisen zudem jeweils eine bestimmte (nicht eingezeichnete) Abdrucktiefe auf.

In Fig.5b ist ein Diagramm dargestellt, in dem die Abdrucklänge Y des Abdrucks A am gebogenen Blechwerkstück 2 über dem Wert des zweiten Radius R2 des zweiten Einlaufkonturabschnitts 15b der Einlaufkonturen 15_1, 15_2 aufgetragen ist. Das Biegegesenk 5 weist dabei eine symmetrischen V-förmigen Ausnehmung 13 auf, eine theoretische Gesenkweite W=20mm und einen Wert des ersten Radius von R1 = 2mm, d.h. 0,1*W.

Im Diagramm ist ersichtlich, dass das Minimum der Abdrucklänge Y im Bereich zwischen R2 = 6mm und R2 = 10mm liegt, insbesondere im Bereich R2 = 8mm. Dies entspricht einem Radienverhältnis X von X = 3 bis X = 5, insbesondere X = 4. Daraus ist ersichtlich, dass durch das erfindungsgemäß festgelegte Radienverhältnis X in vorteilhafter Weise die Abdrucklänge Y am gebogenen Blechwerkstück 2 reduziert, insbesondere minimiert werden kann. Die Reduktion der Abdrucklänge

Y resultiert daraus, dass die Schenkel 2a, 2b über die erfindungsgemäße Einlaufkontur 15 in einem höheren Maße abrollen und weniger gleiten. Im dargestellten Beispiel beträgt die Abdrucklänge Y bei X = 4 bzw. R2 = 8mm ca. 1,4mm.

Fig.6a zeigt ein Diagramm, in welchem ein Kontaktdruck p am Blechwerkstück 2 über dem Biegewinkel γ aufgetragen ist. Die durchgezogene Linie mit Marker entspricht dem erfindungsgemäßen Biegegesenk 5 gemäß Fig.3. Die durchgezogene Linie ohne Marker entspricht dem Biegegesenk 5‘ der Grundgeometrie gemäß Fig.2, die zum Vergleich dargestellt ist.

Es ist ersichtlich, dass die Kurve des erfindungsgemäßen Biegegesenks 5 einen deutlichen Abfall des Kontaktdrucks p aufweist. Der Abfall liegt in dem Bereich des Biegewinkels γ, in dem die Übergangspunkte U1, U2 (bzw. Übergangslinien) der (vorzugsweise tangentialen) Übergänge zwischen den ersten Einlaufkonturabschnitten 15a (z.B. mit R1=2mm) und den zweiten Einlaufkonturabschnitten 15b (z.B. mit R2=8mm) liegen. Aufgrund des gegenüber dem ersten Radius R1 größeren zweiten Radius R2 ergibt sich am zweiten Einlaufkonturabschnitt 15b ein deutlich geringerer Kontaktdruck p und folglich eine geringere Flächenpressung am Blechwerkstück 2. Die Abdrucktiefe der Abdrücke A kann somit aufgrund der verringerten Flächenpressung und der aufgrund einer geringeren Relativbewegung zwischen dem Blechwerkstück 2 und dem Biegegesenk 5 reduziert werden.

Fig.6b zeigt ein Diagramm, in welchem eine Betätigungskraft F (z.B. gemessen am oberen Biegebalken 6 oder Oberwerkzeug 8 – siehe Fig.1) wiederum über dem Biegewinkel γ aufgetragen ist. Die Biegekraft F wurde während eines Biegevorgangs unter Verwendung des erfindungsgemäßen Biegegesenks 5 gemessen. Die durchgezogene Linie mit Marker entspricht wiederum dem erfindungsgemäßen Biegegesenk 5 gemäß Fig.3. Die durchgezogene Linie ohne Marker entspricht dem Biegegesenk 5‘ der Grundgeometrie gemäß Fig.2, die zum Vergleich dargestellt ist.

Es ist ersichtlich, dass beim erfindungsgemäßen Biegegesenk 5 die Betätigungskraft F über einen längeren Biegewinkel γ auf einem höheren Niveau liegt als beim Biegegesenk 5‘ der Grundgeometrie. Während beim Biegegesenk 5’ im gestrichelt

eingezeichneten Bereich die Betätigungskraft F im weiteren Verlauf deutlich sinkt, bleibt die Betätigungskraft F beim Biegegesenk 5 im weiteren Verlauf über eine längeren Biegewinkel γ im Wesentlichen konstant. Der gestrichelt eingezeichnete Bereich, in dem die Kurven divergieren, befindet sich an der Stelle der Übergangspunkte U1, U2 (bzw. der Übergangslinien) zwischen den ersten Einlaufkonturabschnitten 15a (z.B. mit R1=2mm) und den zweiten Einlaufkonturabschnitten 15b (z.B. mit R2=8mm).

Wie anhand der Kurven ersichtlich ist, ist beim Biegegesenk 5 der Maximalwert der Betätigungskraft F im Wesentlichen gleich groß, wie beim Biegegesenk 5‘, jedoch nicht höher. Daraus folgt, dass bei der Verwendung des Biegegesenks 5 keine höheren Anforderungen an das Oberwerkzeug bzw. die Biegemaschine gestellt werden müssen als beim Biegegesenk 5‘ mit der Grundgeometrie.

In Fig.7 ist eine weitere beispielhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Biegegesenks 5 dargestellt. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird nachfolgend lediglich auf die Unterschiede zur Ausführungsform gemäß Fig.3 näher eingegangen. Bzgl. der übrigen Merkmale wird auf die obigen Ausführungen verweisen, die in analoger Weise gültig sind.

Das Biegegesenk 5 weist wiederum eine im Wesentlichen V-förmige Ausnehmung 13 auf. Die erste Seitenfläche 14a ist im ersten Gesenkwinkel α1 zur Teilungsebene E2 geneigt und die zweite Seitenfläche ist in die gegenüberliegende Richtung im zweiten Gesenkwinkel α2 zur Teilungsebene E2 geneigt. Im Unterschied zur Ausführungsform gemäß Fig.3 ist die Ausnehmung 13 hier jedoch asymmetrisch ausgebildet, indem der erste Gesenkwinkel α1 größer ist als der zweite Gesenkwinkel α2. Die erste Einlaufkontur 15_1 und/oder die zweite Einlaufkontur 15_2 können so ausgebildet sein, wie anhand von Fig.3, insbesondere Detail C, erläutert wurde. es kann also entweder die erste Einlaufkontur 15_1 einen zweiten Einlaufkonturabschnitt 15b umfassen und/oder die zweite Einlaufkontur 15_2 kann einen zweiten Einlaufkonturabschnitt 15b umfassen. Der Mittelpunktabstand L ist hierbei wiederum nur von der theoretischen Gesenkweite W und dem Wert des Radius R1 abhängig, nicht jedoch von den Gesenkwinkeln α1, α2 und ergibt sich zu L=W+2*R1.

Es ist ersichtlich, dass aufgrund des (im Vergleich zum zweiten Gesenkwinkel α2) größeren ersten Gesenkwinkels α1 ein erster Kontaktpunkt Ka eines ersten Schenkels 2a eines Blechwerkstücks 2, das am Biegegesenk 5 gebogen wird, weiter von der Teilungsebene E2 beabstandet ist als ein zweiter Kontaktpunkt Kb des zweiten Schenkels 2b (Der Einfachheit halber ist das Blechwerkstück 2 in Fig.7 nur durch eine strichpunktierte Linie angedeutet). Aus dem größeren Abstand ergibt sich, dass während des Biegevorgangs eine erste Winkelgeschwindigkeit ωa des ersten Schenkels 2a geringer ist als eine zweite Winkelgeschwindigkeit ωb des zweiten Schenkels 2b.

Wenn die Biegemaschine 1 manuell bedient wird, dann ist es vorteilhaft, wenn das Biegegesenk 5 so in der unteren Werkzeugaufnahme 4 des unteren Biegebalkens 3 angeordnet wird, dass der größere Gesenkwinkel α1 dem Bediener zugewandt ist. Durch die im Verhältnis geringere erste Winkelgeschwindigkeit ωa des ersten Schenkels 2a kann die Sicherheit für den Bediener erhöht werden.

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.

Bezugszeichenliste

1	Biegemaschine
2	Blechwerkstück
2a	Erster Schenkel
2b	Zweiter Schenkel
3	Unterer Biegebalken
4	Untere Werkzeugaufnahme
5, 5‘	Biegegesenk, Unterwerkzeug
6	Oberer Biegebalken
7	Obere Werkzeugaufnahme
8	Oberwerkzeug
9	Hinteranschlag
10	Biegeroboter
11	Grundkörper
12	Auflagefläche
12a	Erste Teilfläche
12b	Zweite Teilfläche
13	V-förmige Ausnehmung
14a	Erste Seitenfläche
14b	Zweite Seitenfläche
15_1	Erste Einlaufkontur
15_2	Zweite Einlaufkontur
15a	Erster Einlaufkonturabschnitt
15b	Zweiter Einlaufkonturabschnitt
16	Rundung
17a	Erste Fase
17b	Zweite Fase
18a	Erste Außenfläche
18b	Zweite Außenfläche
Z	Bewegungsrichtung
T	Biegetrajektorie
R	Radius
R1	Erster Radius
R2	Zweiter Radius
M	Mittelpunkt Radius R
M1	Mittelpunkt erster Radius R1
M2	Mittelpunkt zweiter Radis R2
W	Theoretische Gesenkweite
L	Mittelpunktabstand
α1	Erster Gesenkwinkel
α2	Zweiter Gesenkwinkel
β	Biegewinkel,
γ	Öffnungswinkel
Ω	Übergangswinkel
Ga	Erste Gerade
Gb	Zweite Gerade
U1	Erster Übergangspunkt
U2	Zweiter Übergangspunkt
E1	Erste Ebene
E2	Teilungsebene
B	Breite
H	Höhe
Y	Abdrucklänge
Ka	Erster Kontaktpunkt
Kb	Zweiter Kontaktpunkt

Patentansprüche

1. Biegegesenk (5) für eine Biegemaschine (1), zur Durchführung eines Biegevorgangs an einem Blechwerkstück (2), wobei das Biegegesenk (5) eine Auflagefläche (12) für das Blechwerkstück (2) umfasst, die in einer ersten Ebene (E1) liegt, wobei an der Auflagefläche (12) eine im Wesentlichen V-förmige Ausnehmung (13) vorgesehen ist, die die Auflagefläche (12) in zwei Teilflächen (12a, 12b) unterteilt, wobei die Ausnehmung (13) eine ebene erste Seitenfläche (14a) umfasst, die in einem festgelegten ersten Gesenkwinkel (α1) bezüglich einer normal auf die erste Ebene (E1) stehenden Teilungsebene (E2) der Ausnehmung (13) geneigt ist und eine gegenüberliegende ebene zweite Seitenfläche (14b) umfasst, die in einem festgelegten zweiten Gesenkwinkel (α2) bezüglich der Teilungsebene (E2) geneigt ist, wobei die erste Seitenfläche (14a) über eine erste Einlaufkontur (15_1) mit der ersten Teilfläche (12a) verbunden ist und die zweite Seitenfläche (14b) über eine zweite Einlaufkontur (15_2) mit der zweiten Teilfläche (12b) verbunden ist, wobei die erste Einlaufkontur (15_1) und die zweite Einlaufkontur (15_2) jeweils einen ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) mit einem ersten Radius (R1) umfassen, dessen Wert von einer festgelegten theoretischen Gesenkweite (W) des Biegegesenks (5) abhängig ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Mittelpunkt (M1) des ersten Radius (R1) des ersten Einlaufkonturabschnitts (15a) der ersten Einlaufkontur (15_1) und ein Mittelpunkt (M1) des ersten Radius (R1) des ersten Einlaufkonturabschnitts (15a) der zweiten Einlaufkontur (15_2) in der ersten Ebene (E1) unabhängig vom ersten Gesenkwinkel (α1) und zweiten Gesenkwinkel (α2) in einem Mittelpunktabstand (L) voneinander beabstandet sind, der $L = W + 2 * R1$ beträgt und dass die erste Einlaufkontur (15_1) einen, zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) und der ersten Seitenfläche (14a) liegenden, zweiten Einlaufkonturabschnitt (15b) mit einem zweiten Radius (R2) umfasst und/oder dass die zweite Einlaufkontur (15_2) einen, zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) und der zweiten Seitenfläche (14b) liegenden, zweiten Einlaufkonturabschnitt (15b) mit einem zweiten Radius (R2) umfasst, wobei ein Radienverhältnis (X) zwischen einem Wert des zweiten Radius (R2) und dem Wert des ersten Radius (R1) $2{,}5 \leq X \leq 5$ beträgt.

2. Biegegesenk (5) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung (13) bezüglich der Teilungsebene (E2) symmetrisch ist.

3. Biegegesenk (5) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Einlaufkonturabschnitt (15a) der ersten Einlaufkontur (15_1) tangential mit der ersten Teilfläche (12a) verbunden ist und/oder dass der erste Einlaufkonturabschnitt (15a) der zweiten Einlaufkontur (15_2) tangential mit der zweiten Teilfläche (12b) verbunden ist.

4. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Gesenkwinkel (α1) und der zweite Gesenkwinkel (α2) gleich groß sind oder dass sich der erste Gesenkwinkel (α1) und der zweite Gesenkwinkel (α2) unterscheiden.

5. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Einlaufkonturabschnitt (15a) und der zweite Einlaufkonturabschnitt (15b) der ersten Einlaufkontur (15_1) tangential verbunden sind und/oder dass der erste Einlaufkonturabschnitt (15a) und der zweite Einlaufkonturabschnitt (15b) der zweiten Einlaufkontur (15_2) tangential verbunden sind.

6. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Einlaufkonturabschnitt (15b) der ersten Einlaufkontur (15_1) tangential mit der ersten Seitenfläche (14a) der Ausnehmung (13) verbunden ist und/oder dass der zweite Einlaufkonturabschnitt (15b) der zweiten Einlaufkontur (15_2) tangential mit der zweiten Seitenfläche (14b) der Ausnehmung (13) verbunden ist.

7. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die theoretische Gesenkweite (W) $4 \leq W \leq 150$ mm beträgt.

8. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert des ersten Radius (R1) 5-15% der theoretischen Gesenkweite (W) beträgt, vorzugsweise 10%.

9. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Radienverhältnis (X) zwischen dem Wert des zweiten Radius (R2) und dem Wert des ersten Radius (R1) $3,5 \leq X \leq 4,5$ beträgt, vorzugsweise $X = 4$.

10. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Übergangspunkt (U1) eines Übergangs vom ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) zum zweiten Einlaufkonturabschnitt (15b) der ersten Einlaufkontur (15_1) und ein zweiter Übergangspunkt (U2) eines Übergangs vom ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) zum zweiten Einlaufkonturabschnitt (15b) der zweiten Einlaufkontur (15_2) bei einem Übergangswinkel (Ω) von $100° \leq \Omega \leq 120°$ festgelegt sind, vorzugsweise bei $105° \leq \Omega \leq 115°$, insbesondere bei $\Omega = 110°$.

11. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Gesenkwinkel ($\alpha1$) $10° \leq \alpha1 \leq 55°$ beträgt, vorzugsweise $\alpha1 = 15°$, $\alpha1 = 42°$ oder $\alpha1 = 45°$ und/oder dass der zweite Gesenkwinkel ($\alpha2$) $10° \leq \alpha2 \leq 55°$ beträgt, vorzugsweise $\alpha2 = 15°$, $\alpha2 = 42°$ oder $\alpha2 = 45°$.

12. Biegegesenk (5) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Gesenkwinkel ($\alpha1$) $13° \leq \alpha1 \leq 15°$, vorzugsweise $\alpha1 = 14°$, oder ($\alpha1$) $33° \leq \alpha1 \leq 35°$ vorzugsweise $\alpha1 = 34°$ beträgt und/oder dass der zweite Gesenkwinkel ($\alpha2$) $13° \leq \alpha2 \leq 15°$, vorzugsweise $\alpha2 = 14°$, oder $33° \leq \alpha2 \leq 35°$, vorzugsweise $\alpha2 = 34°$ beträgt.

13. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schnittpunkt der ersten Seitenfläche (14a) und der zweiten Seitenfläche (14b) mittels einer Rundung (16) abgerundet ist.

14. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der ersten Teilfläche (12a) der Auflagefläche (12) und einer parallel zur Teilungsebene (E2) liegenden, ersten Außenfläche (18a) des Grundkörpers (11) eine erste Fase (17a) vorgesehen ist und/oder dass zwischen der zweiten Teilfläche (12b) der Auflagefläche (12) und einer parallel zur Teilungsebene (E2) liegenden, zweiten Außenfläche (18b) des Grundkörpers (11) eine zweite Fase (17b) vorgesehen ist.

15. Werkzeug-System umfassend eine Mehrzahl von Biegegesenken (5), die jeweils nach einem der Ansprüche 1 bis 14 ausgebildet sind, wobei zumindest zwei Biegegesenke (5) mit gleicher theoretischer Gesenkweite (W), gleichem Mittelpunktabstand (L) und unterschiedlichen ersten Gesenkwinkeln (α1) und/oder zweiten Gesenkwinkeln (α2) vorgesehen sind.

16. Biegemaschine (1) zur Durchführung eines Biegevorgangs an einem Blechwerkstück (2) umfassend einen unteren Biegebalken (3) mit einer unteren Werkzeugaufnahme (4) zur Aufnahme eines Unterwerkzeugs, einen oberen Biegebalken (6) mit einer oberen Werkzeugaufnahme (7) zur Aufnahme eines Oberwerkzeugs (8), zumindest ein Unterwerkzeug und zumindest ein Oberwerkzeug (8), dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Unterwerkzeug ein Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 ist.

17. Biegemaschine (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Biegemaschine (1) ein Werkzeug-System nach Anspruch 15 umfasst.

18. Verfahren zur Herstellung eines Biegegesenks (5) für eine Biegemaschine (1), zur Durchführung eines Biegevorgangs an einem Blechwerkstück (2), wobei folgende Schritte durchgeführt werden:
- Bereitstellen eines metallischen, vorzugsweise quaderförmigen, Grundkörpers (11) mit einer in einer ersten Ebene (E1) liegende Auflagefläche (12) für das Blechwerkstück (2) oder Erzeugen der Auflagefläche (12) am Grundkörper (11),
- Erzeugen einer im Wesentlichen V-förmigen, die Auflagefläche (12) in zwei Teilflächen (12a, 12b) unterteilenden, Ausnehmung (13) mit einer festgelegten theoretischen Gesenkweite (W) in der Auflagefläche (12),
- Erzeugen einer ebenen ersten Seitenfläche (14a), die in einem festgelegten ersten Gesenkwinkel (α1) bezüglich einer normal auf die erste Ebene (E1) stehenden Teilungsebene (E2) geneigt ist in der Ausnehmung (13) und einer gegenüberliegenden ebenen zweiten Seitenfläche (14b), die in einem festgelegten zweiten Gesenkwinkel (α2) bezüglich der Teilungsebene (E2) geneigt ist,
- Erzeugen einer ersten Einlaufkontur (15_1) zwischen der ersten Seitenfläche (14a) und der ersten Teilfläche (12a) und einer zweiten Einlaufkontur (15_2) zwischen der zweiten Seitenfläche (14b) und der zweiten Teilfläche (12b), wobei die Einlaufkonturen (15_1, 15_2) jeweils einen ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) mit einem ersten Radius (R1) aufweisen, dessen Wert von der theoretischen Gesenkweite (W) abhängig ist, wobei ein Mittelpunkt (M1) des ersten Radius (R1) des ersten Einlaufkonturabschnitts (15a) der ersten Einlaufkontur (15_1) und ein Mittelpunkt (M1) des ersten Radius (R1) des ersten Einlaufkonturabschnitts (15a) der zweiten Einlaufkontur (15_2) in der ersten Ebene (E1) in einem vom ersten Gesenkwinkel (α1) und zweiten Gesenkwinkel (α2) unabhängigen Mittelpunktabstand (L) voneinander beabstandet angeordnet werden, der $L = W + 2 * R1$ beträgt, und
- Erzeugen eines zweiten Einlaufkonturabschnitts (15b) mit einem zweiten Radius (R2) an der ersten Einlaufkontur (15_1) zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) und der ersten Seitenfläche (14a) und/oder eines zweiten Einlaufkonturabschnitts (15b) mit einem zweiten Radius (R2) an der zweiten Einlaufkontur

(15_2) zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) und der zweiten Seitenfläche (14b), wobei ein Radienverhältnis (X) zwischen einem Wert des zweiten Radius (R2) und dem Wert des ersten Radius (R1) mit $2,5 \leq X \leq 5$, vorzugsweise $X=4$, festgelegt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass ein Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 2 bis 14 hergestellt wird.

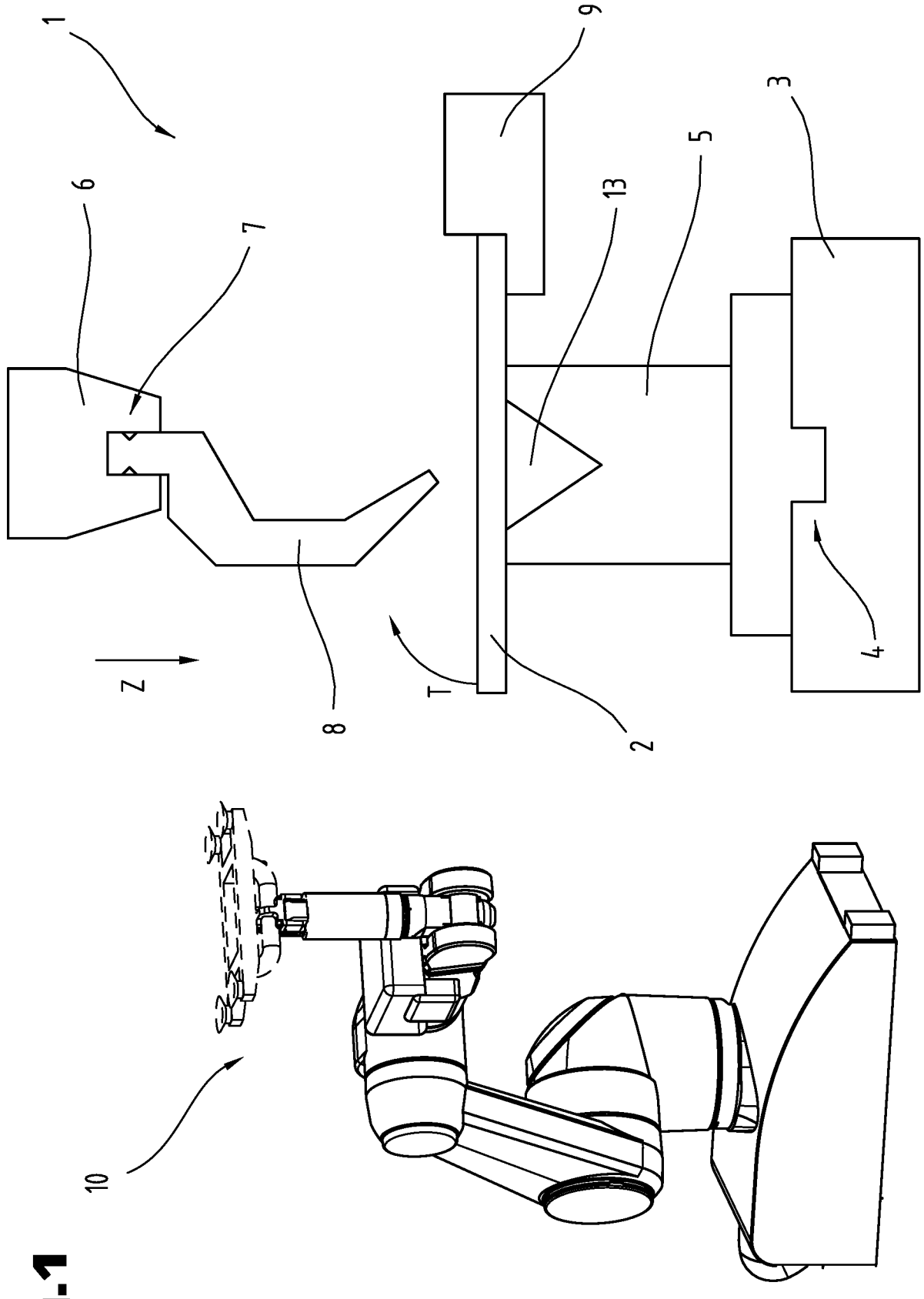


Fig.1

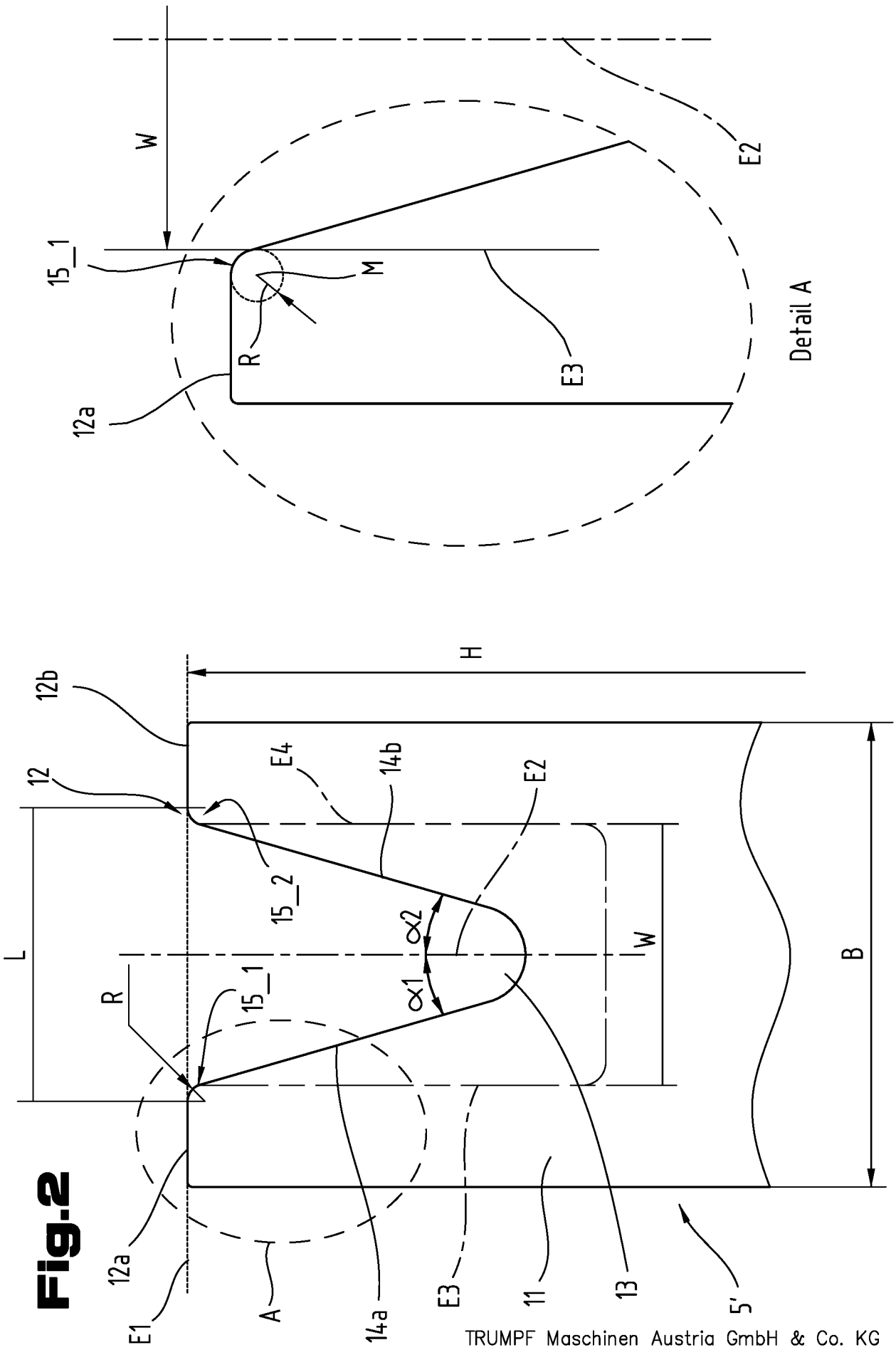

W
E2
15_1
M
R
E3
12a
Detail A
H
12b
12
E4
14b
E2
15_2
α2
L
W
B
R
15_1
α1
12a
E1
A
14a
E3
11
13
5'
TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG

Fig.2

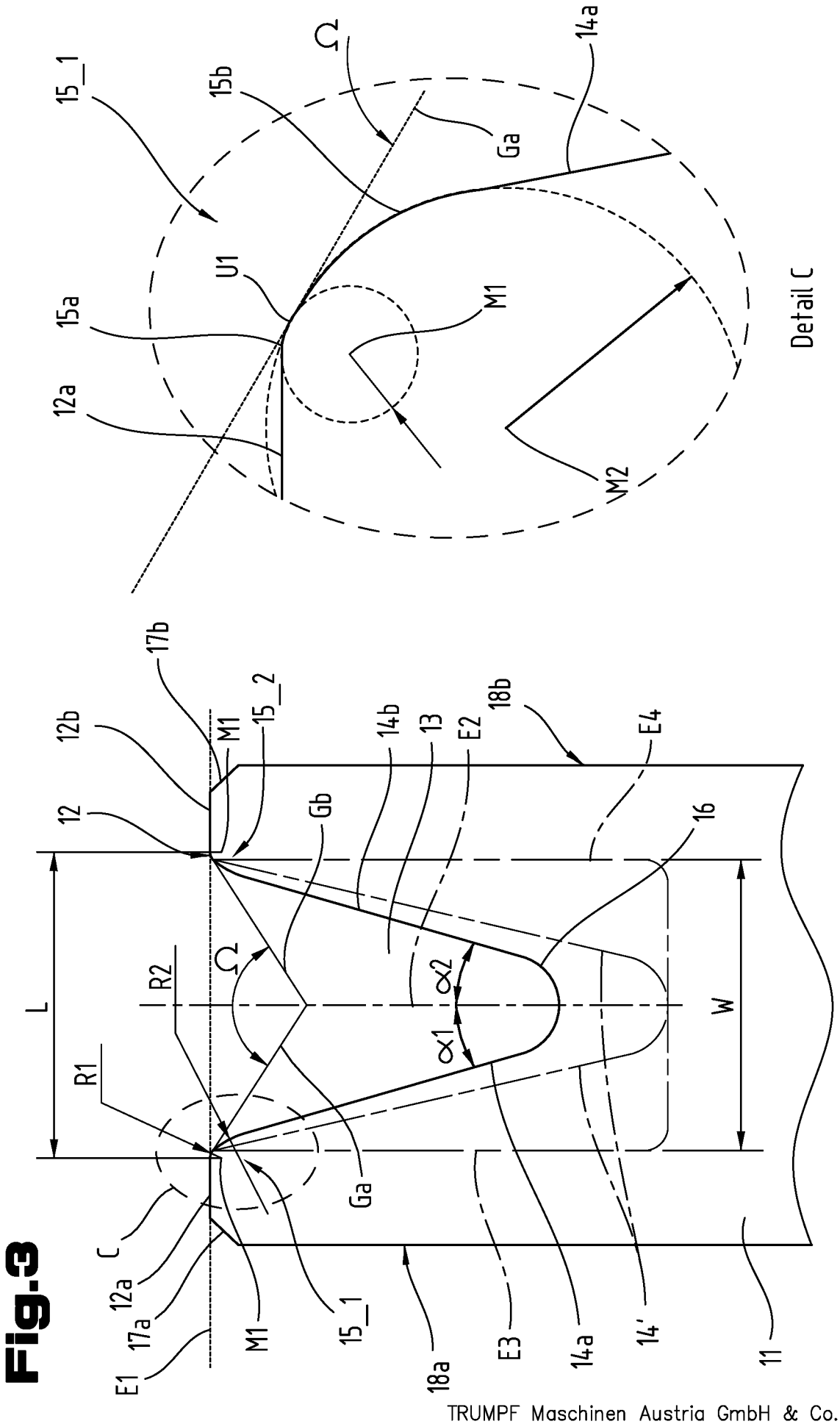


Fig.3

TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG

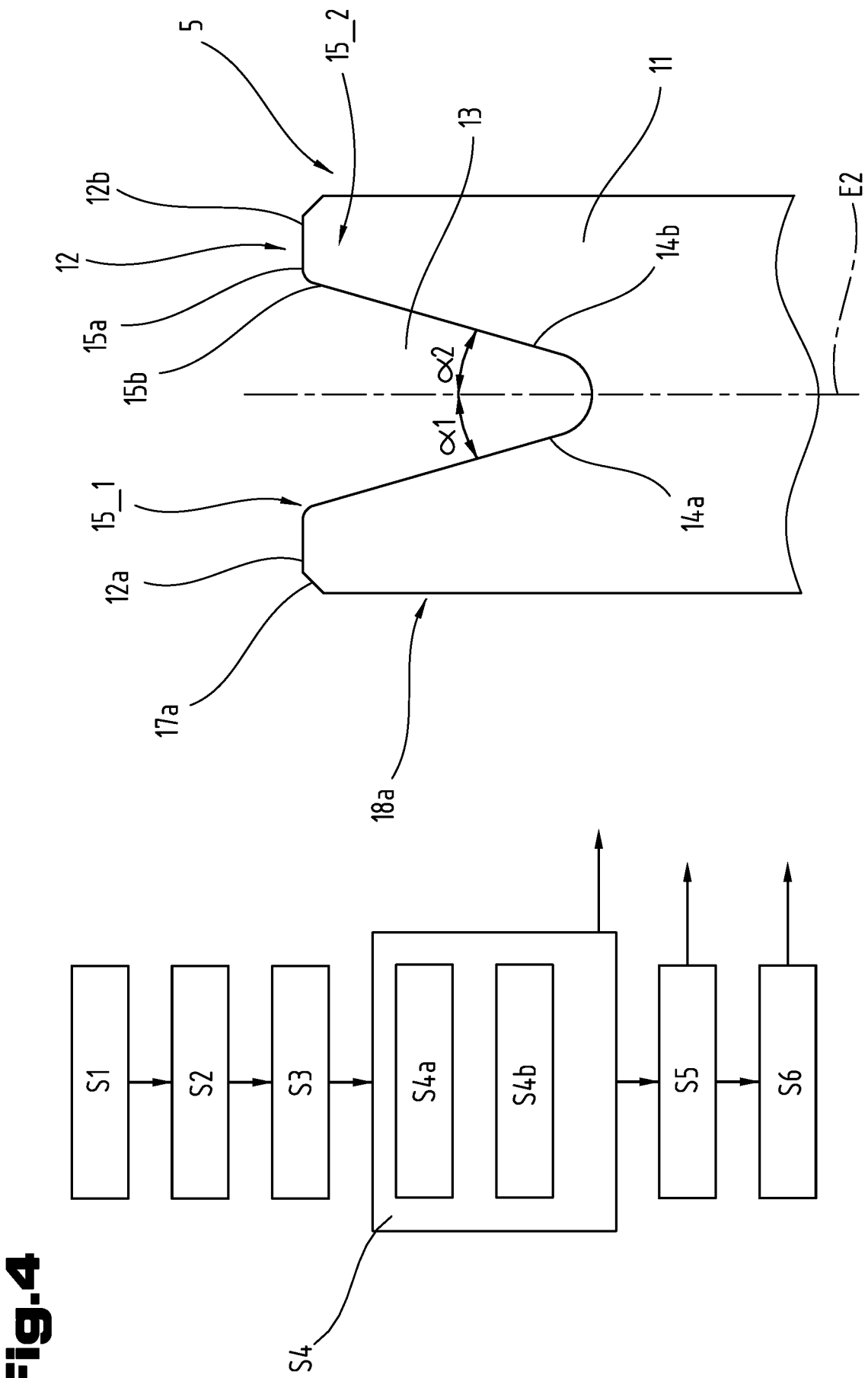

5
15_2
11
13
12b
12
15a
15b
14b
E2
α2
α1
15_1
12a
14a
17a
18a
S1
S2
S3
S4a
S4b
S5
S6
S4

Fig.4

Fig.5a

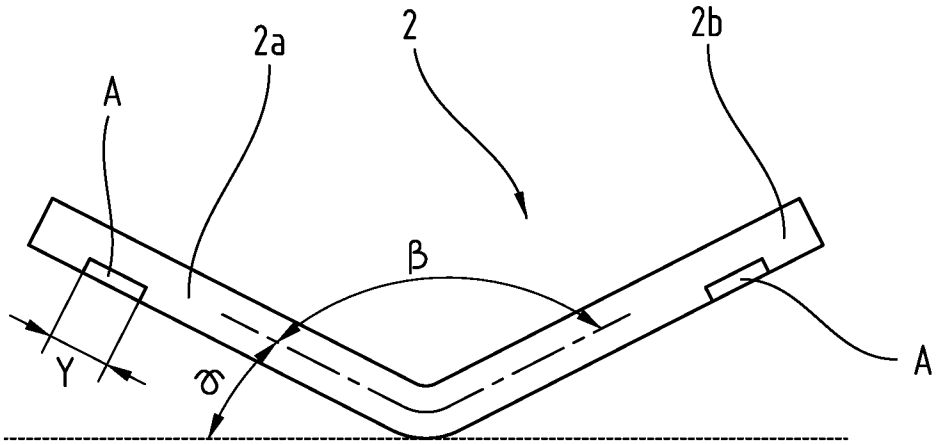


Fig.5b

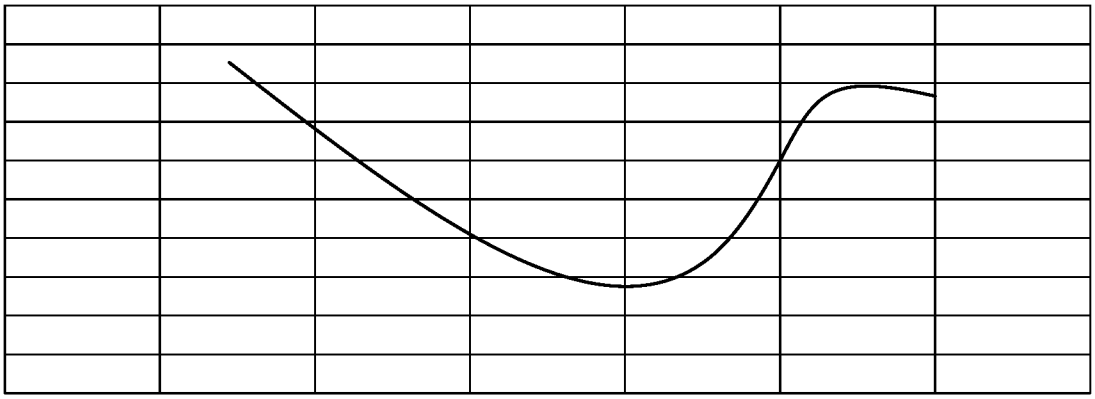


Fig.6a

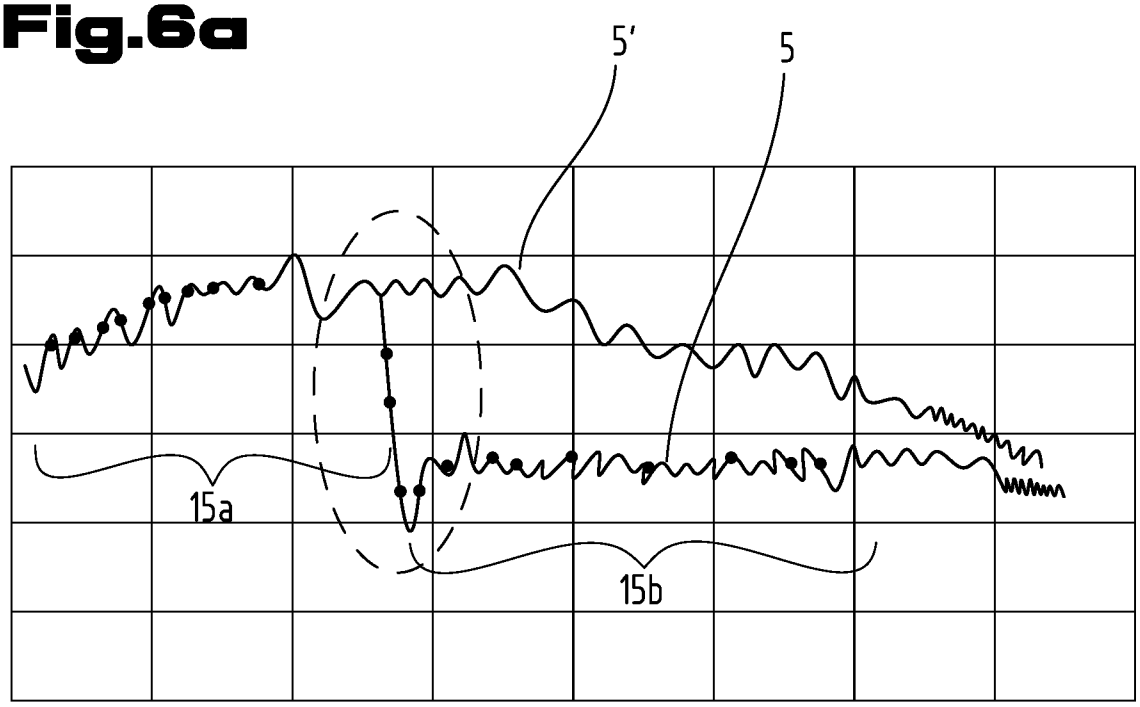


Fig.6b

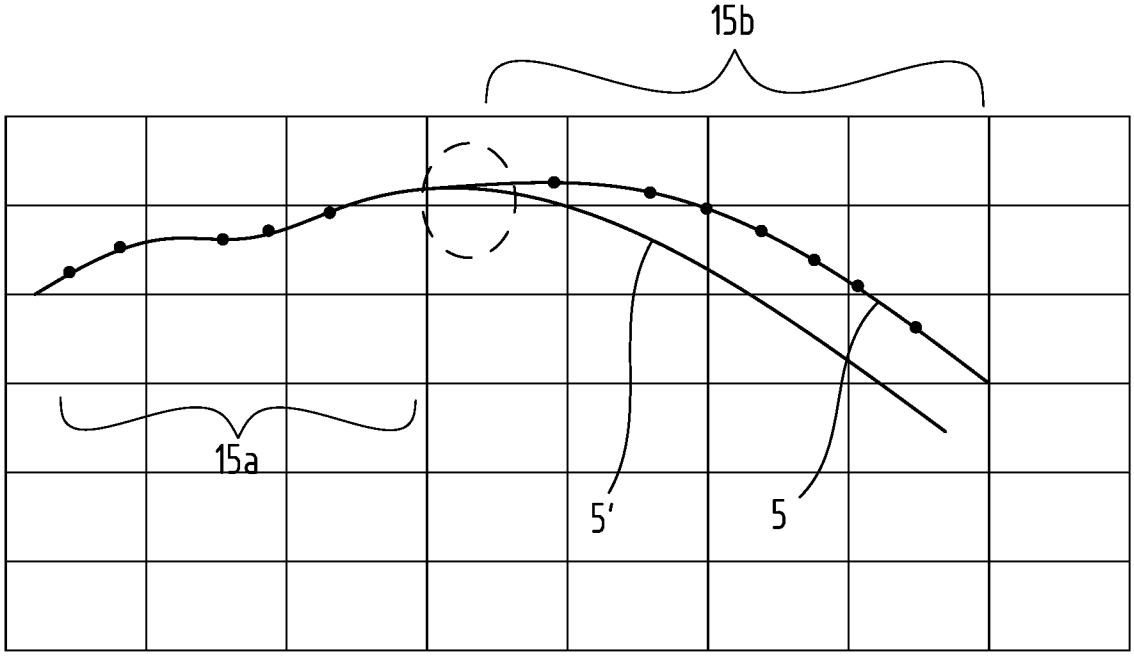
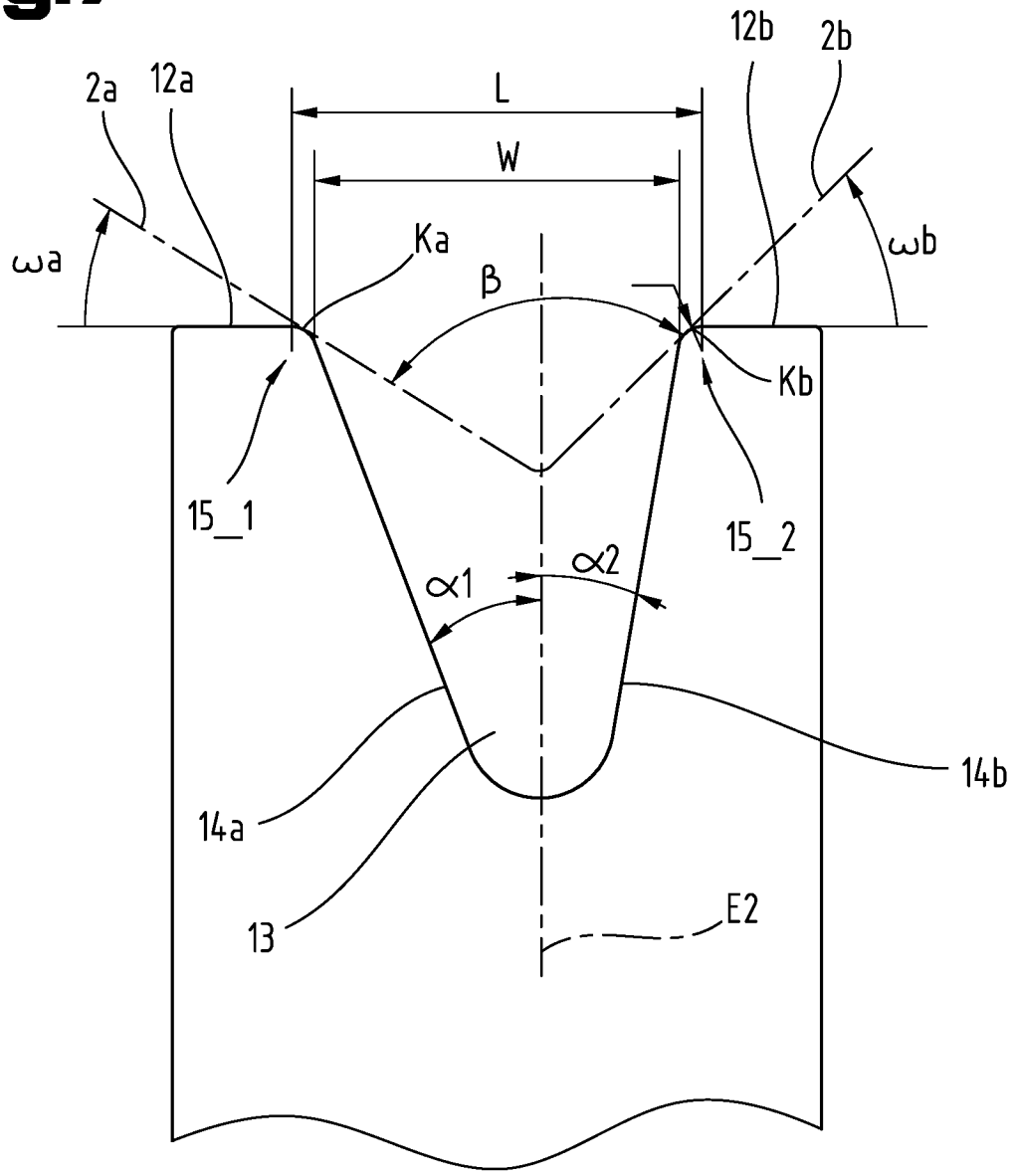


Fig.7



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
B21D 5/02 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
B21D 5/0209 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B21D

Konsultierte Online-Datenbank:
Volltextdatenbanken

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **18.07.2023** eingereichten Ansprüchen **1-19** erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP 2007105743 A (AMADA CO LTD) 26. April 2007 (26.04.2007) Fig. 1, Absatz 11, Anspruch 1-2	1-19
A	JP 4383931 B2 (AMADA CO LTD) 16. Dezember 2009 (16.12.2009) gesamtes Dokument, insbesondere Fig. 1	1-19

Datum der Beendigung der Recherche:	Seite 1 von 1	Prüfer(in):
13.02.2024		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.

Patentansprüche

1. Biegegesenk (5) für eine Biegemaschine (1), zur Durchführung eines Biegevorgangs an einem Blechwerkstück (2), wobei das Biegegesenk (5) eine Auflagefläche (12) für das Blechwerkstück (2) umfasst, die in einer ersten Ebene (E1) liegt, wobei an der Auflagefläche (12) eine im Wesentlichen V-förmige Ausnehmung (13) vorgesehen ist, die die Auflagefläche (12) in zwei Teilflächen (12a, 12b) unterteilt, wobei die Ausnehmung (13) eine ebene erste Seitenfläche (14a) umfasst, die in einem festgelegten ersten Gesenkwinkel (α1) bezüglich einer normal auf die erste Ebene (E1) stehenden Teilungsebene (E2) der Ausnehmung (13) geneigt ist und eine gegenüberliegende ebene zweite Seitenfläche (14b) umfasst, die in einem festgelegten zweiten Gesenkwinkel (α2) bezüglich der Teilungsebene (E2) geneigt ist, wobei die erste Seitenfläche (14a) über eine erste Einlaufkontur (15_1) mit der ersten Teilfläche (12a) verbunden ist und die zweite Seitenfläche (14b) über eine zweite Einlaufkontur (15_2) mit der zweiten Teilfläche (12b) verbunden ist, wobei die erste Einlaufkontur (15_1) und die zweite Einlaufkontur (15_2) jeweils einen ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) mit einem ersten Radius (R1) umfassen und wobei die erste Einlaufkontur (15_1) einen, zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) und der ersten Seitenfläche (14a) liegenden, zweiten Einlaufkonturabschnitt (15b) mit einem zweiten Radius (R2) umfasst und/oder dass die zweite Einlaufkontur (15_2) einen, zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) und der zweiten Seitenfläche (14b) liegenden, zweiten Einlaufkonturabschnitt (15b) mit einem zweiten Radius (R2) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert des ersten Radius (R1) von einer festgelegten theoretischen Gesenkweite (W) des Biegegesenks (5) abhängig ist, dass ein Mittelpunkt (M1) des ersten Radius (R1) des ersten Einlaufkonturabschnitts (15a) der ersten Einlaufkontur (15_1) und ein Mittelpunkt (M1) des ersten Radius (R1) des ersten Einlaufkonturabschnitts (15a) der zweiten Einlaufkontur (15_2) in der ersten Ebene (E1) unabhängig vom ersten Gesenkwinkel (α1) und zweiten Gesenkwinkel (α2) in einem Mittelpunktabstand (L) voneinander beabstandet sind, der $L = W + 2 * R1$ beträgt und dass ein Radienverhältnis (X) zwischen einem Wert des zweiten Radius (R2) und dem Wert des ersten Radius (R1) $2{,}5 \leq X \leq 5$ beträgt.

A50573/2023 (uZ: A2023/87828-AT)

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

2. Biegegesenk (5) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung (13) bezüglich der Teilungsebene (E2) symmetrisch ist.

3. Biegegesenk (5) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Einlaufkonturabschnitt (15a) der ersten Einlaufkontur (15_1) tangential mit der ersten Teilfläche (12a) verbunden ist und/oder dass der erste Einlaufkonturabschnitt (15a) der zweiten Einlaufkontur (15_2) tangential mit der zweiten Teilfläche (12b) verbunden ist.

4. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Gesenkwinkel (α1) und der zweite Gesenkwinkel (α2) gleich groß sind oder dass sich der erste Gesenkwinkel (α1) und der zweite Gesenkwinkel (α2) unterscheiden.

5. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Einlaufkonturabschnitt (15a) und der zweite Einlaufkonturabschnitt (15b) der ersten Einlaufkontur (15_1) tangential verbunden sind und/oder dass der erste Einlaufkonturabschnitt (15a) und der zweite Einlaufkonturabschnitt (15b) der zweiten Einlaufkontur (15_2) tangential verbunden sind.

6. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Einlaufkonturabschnitt (15b) der ersten Einlaufkontur (15_1) tangential mit der ersten Seitenfläche (14a) der Ausnehmung (13) verbunden ist und/oder dass der zweite Einlaufkonturabschnitt (15b) der zweiten Einlaufkontur (15_2) tangential mit der zweiten Seitenfläche (14b) der Ausnehmung (13) verbunden ist.

7. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die theoretische Gesenkweite (W) $4 \leq W \leq 150$ mm beträgt.

A50573/2023 (uZ: A2023/87828-AT)
ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

8. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert des ersten Radius (R1) 5-15% der theoretischen Gesenkweite (W) beträgt, vorzugsweise 10%.

9. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Radienverhältnis (X) zwischen dem Wert des zweiten Radius (R2) und dem Wert des ersten Radius (R1) $3,5 \leq X \leq 4,5$ beträgt, vorzugsweise $X = 4$.

10. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Übergangspunkt (U1) eines Übergangs vom ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) zum zweiten Einlaufkonturabschnitt (15b) der ersten Einlaufkontur (15_1) und ein zweiter Übergangspunkt (U2) eines Übergangs vom ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) zum zweiten Einlaufkonturabschnitt (15b) der zweiten Einlaufkontur (15_2) bei einem Übergangswinkel (Ω) von $100° \leq \Omega \leq 120°$ festgelegt sind, vorzugsweise bei $105° \leq \Omega \leq 115°$, insbesondere bei $\Omega = 110°$.

11. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Gesenkwinkel ($\alpha 1$) $10° \leq \alpha 1 \leq 55°$ beträgt, vorzugsweise $\alpha 1 = 15°$, $\alpha 1 = 42°$ oder $\alpha 1 = 45°$ und/oder dass der zweite Gesenkwinkel ($\alpha 2$) $10° \leq \alpha 2 \leq 55°$ beträgt, vorzugsweise $\alpha 2 = 15°$, $\alpha 2 = 42°$ oder $\alpha 2 = 45°$.

12. Biegegesenk (5) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Gesenkwinkel ($\alpha 1$) $13° \leq \alpha 1 \leq 15°$, vorzugsweise $\alpha 1 = 14°$, oder ($\alpha 1$) $33° \leq \alpha 1 \leq 35°$ vorzugsweise $\alpha 1 = 34°$ beträgt und/oder dass der zweite Gesenkwinkel ($\alpha 2$) $13° \leq \alpha 2 \leq 15°$, vorzugsweise $\alpha 2 = 14°$, oder $33° \leq \alpha 2 \leq 35°$, vorzugsweise $\alpha 2 = 34°$ beträgt.

A50573/2023 (uZ: A2023/87828-AT)

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

13. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schnittpunkt der ersten Seitenfläche (14a) und der zweiten Seitenfläche (14b) mittels einer Rundung (16) abgerundet ist.

14. Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der ersten Teilfläche (12a) der Auflagefläche (12) und einer parallel zur Teilungsebene (E2) liegenden, ersten Außenfläche (18a) des Grundkörpers (11) eine erste Fase (17a) vorgesehen ist und/oder dass zwischen der zweiten Teilfläche (12b) der Auflagefläche (12) und einer parallel zur Teilungsebene (E2) liegenden, zweiten Außenfläche (18b) des Grundkörpers (11) eine zweite Fase (17b) vorgesehen ist.

15. Werkzeug-System umfassend eine Mehrzahl von Biegegesenken (5), die jeweils nach einem der Ansprüche 1 bis 14 ausgebildet sind, wobei zumindest zwei Biegegesenke (5) mit gleicher theoretischer Gesenkweite (W), gleichem Mittelpunktabstand (L) und unterschiedlichen ersten Gesenkwinkeln (α1) und/oder zweiten Gesenkwinkeln (α2) vorgesehen sind.

16. Biegemaschine (1) zur Durchführung eines Biegevorgangs an einem Blechwerkstück (2) umfassend einen unteren Biegebalken (3) mit einer unteren Werkzeugaufnahme (4) zur Aufnahme eines Unterwerkzeugs, einen oberen Biegebalken (6) mit einer oberen Werkzeugaufnahme (7) zur Aufnahme eines Oberwerkzeugs (8), zumindest ein Unterwerkzeug und zumindest ein Oberwerkzeug (8), dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Unterwerkzeug ein Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 ist.

17. Biegemaschine (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Biegemaschine (1) ein Werkzeug-System nach Anspruch 15 umfasst.

A50573/2023 (HZ: A2023/87828-AT)
ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

18. Verfahren zur Herstellung eines Biegegesenks (5) für eine Biegemaschine (1), zur Durchführung eines Biegevorgangs an einem Blechwerkstück (2), wobei folgende Schritte durchgeführt werden:
- Bereitstellen eines metallischen, vorzugsweise quaderförmigen, Grundkörpers (11) mit einer in einer ersten Ebene (E1) liegende Auflagefläche (12) für das Blechwerkstück (2) oder Erzeugen der Auflagefläche (12) am Grundkörper (11),
- Erzeugen einer im Wesentlichen V-förmigen, die Auflagefläche (12) in zwei Teilflächen (12a, 12b) unterteilenden, Ausnehmung (13) mit einer festgelegten theoretischen Gesenkweite (W) in der Auflagefläche (12),
- Erzeugen einer ebenen ersten Seitenfläche (14a), die in einem festgelegten ersten Gesenkwinkel (α1) bezüglich einer normal auf die erste Ebene (E1) stehenden Teilungsebene (E2) geneigt ist in der Ausnehmung (13) und einer gegenüberliegenden ebenen zweiten Seitenfläche (14b), die in einem festgelegten zweiten Gesenkwinkel (α2) bezüglich der Teilungsebene (E2) geneigt ist,
- Erzeugen einer ersten Einlaufkontur (15_1) zwischen der ersten Seitenfläche (14a) und der ersten Teilfläche (12a) und einer zweiten Einlaufkontur (15_2) zwischen der zweiten Seitenfläche (14b) und der zweiten Teilfläche (12b), wobei die Einlaufkonturen (15_1, 15_2) jeweils einen ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) mit einem ersten Radius (R1) aufweisen, dessen Wert von der theoretischen Gesenkweite (W) abhängig ist, wobei ein Mittelpunkt (M1) des ersten Radius (R1) des ersten Einlaufkonturabschnitts (15a) der ersten Einlaufkontur (15_1) und ein Mittelpunkt (M1) des ersten Radius (R1) des ersten Einlaufkonturabschnitts (15a) der zweiten Einlaufkontur (15_2) in der ersten Ebene (E1) in einem vom ersten Gesenkwinkel (α1) und zweiten Gesenkwinkel (α2) unabhängigen Mittelpunktabstand (L) voneinander beabstandet angeordnet werden, der $L = W + 2 * R1$ beträgt, und
- Erzeugen eines zweiten Einlaufkonturabschnitts (15b) mit einem zweiten Radius (R2) an der ersten Einlaufkontur (15_1) zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) und der ersten Seitenfläche (14a) und/oder eines zweiten Einlaufkonturabschnitts (15b) mit einem zweiten Radius (R2) an der zweiten Einlaufkontur

A50573/2023 (uZ: A2023/87828-AT)
ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

(15_2) zwischen dem ersten Einlaufkonturabschnitt (15a) und der zweiten Seitenfläche (14b), wobei ein Radienverhältnis (X) zwischen einem Wert des zweiten Radius (R2) und dem Wert des ersten Radius (R1) mit $2,5 \leq X \leq 5$, vorzugsweise $X=4$, festgelegt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass ein Biegegesenk (5) nach einem der Ansprüche 2 bis 14 hergestellt wird.

A50573/2023 (uZ: A2023/87828-AT)

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE