

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 685 915 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.08.2006 Patentblatt 2006/31

(51) Int Cl.:
B21D 39/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06001600.3**

(22) Anmeldetag: **26.01.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **31.01.2005 DE 102005004474**

(71) Anmelder: **EDAG Engineering + Design
Aktiengesellschaft
36039 Fulda (DE)**

(72) Erfinder:
• **Burzlauff, Marc**
36145 Hofbieber-Elters (DE)
• **Reith, Stefan**
36145 Hofbieber (DE)
• **Hohmann, Manfred**
36088 Hünfeld (DE)

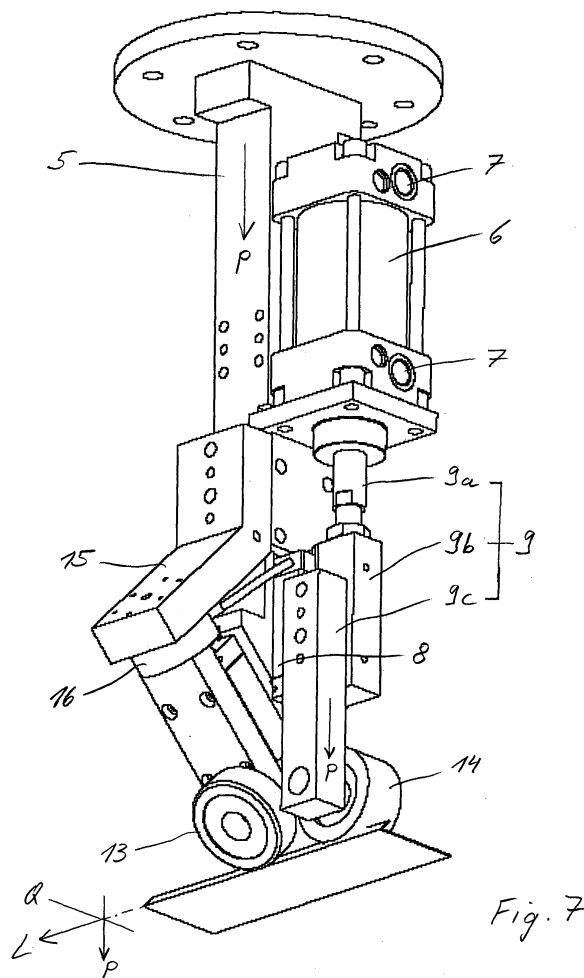
(74) Vertreter: **Schwabe - Sandmair - Marx
Stuntzstrasse 16
81677 München (DE)**

(54) Verfahren zum Bördeln mit vor- und nachlaufender Bördelform

(57) Die Erfindung betrifft eine Bördelvorrichtung zum Umlegen eines Bördelstegs (2) eines Bauteils (1) um eine Bördelkante (3), die Bördelvorrichtung umfassend:

- a) einen Werkzeugkopf (5),
- b) eine erste Bördelform (11;14) und eine zweite Bördelform (12;13), die der Werkzeugkopf (5) gleichzeitig in Arbeitsposition befindlich trägt und von denen eine der anderen in eine Arbeitsrichtung (L) nachlaufend angeordnet ist.

Ein Verfahren zum Umlegen eines Bördelstegs eines Bauteils um eine Bördelkante wird ebenfalls beschrieben.



EP 1 685 915 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bördeln, vorzugsweise Rollbördeln, eines Bauteils. Bevorzugt dienen die Vorrichtung und das Verfahren dem Falzen, besonders bevorzugt dem Rollfalzen. Die Erfindung kann insbesondere im Fahrzeugbau, vorzugsweise Kraftfahrzeugbau, zum Einsatz gelangen. Als umzuformende Bauteile kommen insbesondere Karosserieteile in Frage, beispielsweise eine Tür, ein Radhaus oder ein anderes Teil einer äußeren Seitenwand, der Front oder dem Heck eines Kraftfahrzeugs.

[0002] Aus der WO 03/02464 A1 ist eine Rollfalzvorrichtung bekannt mit drei Falzrollen, die in mehreren Arbeitsläufen nacheinander zum Einsatz gelangen und hierfür wahlweise in eine Arbeitsposition gebracht werden können, in der sie auf einem Falzsteg abrollend den Falzsteg umlegen. Um den Falzsteg vollständig um eine Falzkante umzulegen, sind mit der bekannten Vorrichtung drei Arbeitsläufe erforderlich, zwischen denen die jeweils nächste Falzrolle in ihre Arbeitsposition gebracht werden muss.

[0003] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, die für ein mehrstufiges Bördeln, vorzugsweise Rollbördeln, erforderliche Zeit und dadurch die Kosten des Bördelns zu reduzieren.

[0004] Die Erfindung hat eine Bördelvorrichtung zum Gegenstand, die einen Werkzeugkopf, eine erste Bördelform und wenigstens eine weitere, zweite Bördelform umfasst, die in eine Arbeitsrichtung längs einer Bördelkante des Bauteils bewegbar sind, um bei einem Rollbördeln auf einen Bördelsteg eines Bauteils wirkend den Bördelsteg sukzessive um eine Bördelkante umzulegen. Der Werkzeugkopf dient als Träger für die wenigstens zwei Bördelformen. Die erste und die zweite Bördelform sind an dem Werkzeugkopf so angeordnet, dass sie gleichzeitig ihre jeweilige Arbeitsposition einnehmen, d.h. die eine der Bördelformen dient in einem Arbeitslauf als Vorbördelform und die andere dient im gleichen Arbeitslauf als nachlaufende Nachbördelform. Vorzugsweise dient der Werkzeugkopf als Träger nur für zwei Bördelformen. Ferner wird es bevorzugt, wenn die Nachbördelform als Fertigbördelform zum Einsatz gelangt. Grundsätzlich ist es jedoch möglich, dass zwischen den beiden Bördelformen oder der Nachbördelform nachgeordnet oder der Vorbördelform vorgeordnet eine weitere Bördelform von dem Werkzeugkopf getragen wird, wobei im Falle der zwischengeordneten Bördelform diese zweckmäßigerweise gleichzeitig mit den beiden anderen Bördelformen ihre Arbeitsposition einnimmt, während im Falle einer vor- oder nachgeschalteten Bördelform diese ihre Arbeitsposition gemeinsam mit den anderen beiden Bördelformen einnehmen oder in einer alternativen Ausführung vor oder nach Durchführung eines Arbeitslaufs der wenigstens zwei Bördelformen in die Arbeitsposition und die wenigstens zwei Bördelformen aus der Arbeitsposition bewegbar sein können, oder umgekehrt.

[0005] Die Bördelformen sind Bestandteil des gemein-

samen Werkzeugkopfs und werden bei Bewegungen des Werkzeugkopfs einheitlich bewegt, wodurch nicht nur zwei Bördelschritte in einem einzigen Arbeitslauf in kurzer Zeit ausgeführt werden können, sondern auch ein einziger im Raum bewegbarer Aktor als Plattform genügt. Der für die Steuerung der Bewegung des Aktors zu betreibende Aufwand entspricht dem Aufwand, der bisher für nur eine Bördelrolle pro Arbeitslauf zu betreiben war. Die Bördelformen sind zumindest während des Arbeitslaufs in mehreren Freiheitsgraden relativ zueinander mechanisch festgelegt und daher mittels einer Steuerung bezüglich dieser Freiheitsgrade relativ zueinander nicht bewegbar, wobei unter einer mechanischen Festlegung auch eine Festlegung mittels einer hydraulischen oder pneumatischen Kraft verstanden wird. Insbesondere sollten die Bördelformen relativ zueinander hinsichtlich der Ausrichtung, d. h. ihrer Winkelstellung fixiert sein. Eine translatorische Bewegbarkeit von einer der Bördelrollen, vorzugsweise eine Linearbewegbarkeit längs einer einzigen Achse oder eine höchstens zweidimensionale Bewegbarkeit, ist hingegen vorteilhaft. Parallel zur Arbeitsrichtung sind die Bördelformen jedoch dem Ort nach vorzugsweise relativ zueinander festgelegt und daher unbeweglich, zumindest während des Arbeitslaufs.

[0006] Die Bördelformen können in einer einfachen Ausführung an dem Werkzeugkopf in je einer festen, d. h. stets oder zumindest während des gemeinsamen Arbeitslaufs nicht veränderbaren Position angeordnet sein. Als Position einer Bördelrolle versteht die Erfindung stets den Ort und/oder die Ausrichtung der Bördelrolle. Die Positionen können absolut unveränderlich sein. Alternativ kann wenigstens eine der Bördelformen zwischen zwei Arbeitsläufen in einem von dem Bauteil abgerückten Zustand verstellbar an dem Werkzeugkopf angeordnet sein, um den Werkzeugkopf an unterschiedliche Bauteile anpassen zu können.

[0007] In bevorzugten Ausführungen ist die erste Bördelform an dem Werkzeugkopf bewegbar angeordnet, so dass ihre Position, nämlich ihre Ausrichtung oder vorzugsweise ihr Ort relativ zu der zweiten Bördelform veränderbar ist. Vorzugsweise ändert sich ihre Position relativ zu der zweiten Bördelform während des Arbeitslaufs automatisch, so dass sich der Werkzeugkopf an die Form der Bördelkante anpasst oder eine von der ersten Bördelform auf den Bördelsteg ausgeübte Kraft konstant bleibt oder sich wunschgemäß verändert. Die Bewegbarkeit kann ebenso vorteilhaft auch nur darin bestehen, dass die erste Bördelform automatisch mittels einer Stelleneinrichtung des Werkzeugkopfs bewegt werden kann, beispielsweise um sie gegen den Bördelsteg oder von dem Bördelsteg weg zu bewegen, wobei die zweite Bördelform in oder außer Kontakt mit dem Bördelsteg sein kann. Die Bördelvorrichtung umfasst in solchen Ausführungen eine von dem Werkzeugkopf bewegbar gelagerte Lagereinheit für die erste Bördelform.

[0008] Die erste Bördelform wird von der Lagereinheit gelagert, vorzugsweise ortsfest relativ zu der Lagereinheit. Die Lagereinheit wird von dem Werkzeugkopf vor-

zugsweise in Querrichtung zu der Bördelkante, d.h. in und gegen eine Richtung quer zu der Arbeitsrichtung des Werkzeugkopfs, bewegbar gelagert. Dies ermöglicht Bewegungen der ersten Bördelform relativ zu der zweiten Bördelform in besagter Querrichtung. Der Werkzeugkopf lagert die Lagereinheit in Querrichtung zweckmäßigerweise linear bewegbar, bevorzugt verdrehgesichert.

[0009] Die erste Bördelform kann in Querrichtung auf den Bördelsteg zu vorzugsweise soweit vorbewegt werden, dass sie über die zweite Bördelform vorsteht, vorzugsweise soweit, dass sie im Falle einer geraden, zu der Querrichtung rechtwinkligen Bördelkante ohne die zweite Bördelform auf den Bördelsteg wirken kann. Solch eine Ausführung ermöglicht es dem Werkzeugkopf, den Bördelsteg nur mit der ersten Bördelform zu berühren, während die zweite Bördelform vom Bauteil abgestellt ist. Dies ist in beengten Bereichen und zum Überfahren von Bereichen mit kleinem Krümmungsradius, wie Eckbereichen, von Vorteil. Ist die erste Bördelform die nachlaufende Bördelform, die den Bördelsteg vollständig umlegt, kann sie für eine Nachbearbeitung beispielsweise eines Eckbereichs verwendet werden, um dort die Güte des gebördelten Bauteils zu verbessern. Mit einer derartigen Bördelform kann die Ecke sozusagen gebügelt werden. Die nachlaufende Bördelform kann den Eckbereich mehrmals durchlaufen und dabei jeweils auf den Bördelsteg einwirken. Für beengte Platzverhältnisse kann die erste Bördelform statt des weiten Ausfahrens oder vorzugsweise diese Fähigkeit ergänzend in die Querrichtung von dem Bördelsteg weg vorzugsweise soweit zurückbewegt werden, dass sie hinter der zweiten Bördelform zurücksteht, vorzugsweise soweit, dass die zweite Bördelform im Falle einer geraden, zu der Querrichtung rechtwinkligen Bördelkante ohne die erste Bördelform auf den Bördelsteg wirken kann. Auch dies verbessert die Manövrierfähigkeit des Werkzeugkopfs und erleichtert das Durchfahren von Eckbereichen. Das in Bezug auf die erste Bördelform Gesagte ist vorteilhaft auch für die zweite Bördelform, wobei die vorstehend beschriebenen Verhältnisse dann spiegelbildlich mit vertauschten Rollen der Bördelformen oder in einer Weiterentwicklung für beide Bördelformen zutreffen.

[0010] Die Erfindung ermöglicht in bevorzugten Varianten die Ausführung von zwei Bördelschritten in einem einzigen Arbeitslauf des Werkzeugkopfs auch längs einer gekrümmten Bördelkante.

[0011] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Werkzeugkopf so geführt, dass er und mit ihm gemeinsam die zweite Bördelform dem Kantenverlauf folgt, während mittels der Querbewegbarkeit der Lagereinheit Krümmungen, die eine in einer Ebene verlaufende Bördelkante in der Ebene oder eine dreidimensional verlaufende Bördelkante in einer Abwicklung aufweist, ausgeglichen werden.

[0012] Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren können mit Vorteil als Falzvorrichtung gebildet sein und dem Falzen, d.h. der Herstellung einer Falzverbindung, dienen. Sie sind jedoch

vorteilhaft auch zum Kantenbiegen eines Bauteilrands, wobei der Biegeprozess nicht dem Fügen von zwei oder gegebenenfalls mehr Komponenten des Bauteils dienen muss, sondern nur dem Kantenbiegen eines beispielsweise nur einstückigen Bauteils. Der Bördelsteg muss um die Bördelkante auch nicht bis in eine Parallellage zu einem gegenüberliegenden Steg des Bauteils gebogen, d.h. vollständig umgelegt werden, vielmehr ist die Erfindung auch vorteilhaft zum Bördeln um beliebige Biege-
winkel.

[0013] Die Bördelformen können als Gleitstücke gebildet sein, die zum Umlegen des Bördelstegs gegen den Bördelsteg drückend an der Bördelkante entlanggleiten. In solchen Ausführungen sind die den Bördelsteg kontaktierenden Wirkflächen der Bördelformen bevorzugt zylindrisch. Als Gleitstücke gebildete Bördelformen können platzsparend realisiert werden und daher in beengten Bördelbereichen von Vorteil sein.

[0014] Vorzugsweise ist wenigstens eine der Bördelformen als Bördelrolle gebildet. Vorzugsweise ist jede der wenigstens zwei Bördelformen als Bördelrolle gebildet. Falls nur eine der Bördelformen eine Bördelrolle ist, dann vorzugsweise die erste Bördelform. Falls der Werkzeugkopf noch eine weitere Bördelform trägt, wird es bevorzugt, wenn auch diese weitere Bördelform als Bördelrolle gebildet ist.

[0015] Die erste Bördelform und die zweite Bördelform weisen in Arbeitsrichtung des Werkzeugkopfs voneinander vorteilhafterweise einen nur geringen Abstand auf. Falls die Lagereinheit bei dem Bördeln Ausgleichsbewegungen aufgrund von Krümmungen im Kantenverlauf ausführt, ist deren Amplitude entsprechend klein. Der zwischen den Wirkflächen der Bördelformen in Arbeitsrichtung gemessen lichte Abstand sollte wenige Zentimeter nicht überschreiten, vorzugsweise beträgt der lichte Abstand höchstens 10 cm, noch bevorzugter höchstens 5 cm oder 4 cm.

[0016] Die Querrichtung, in welche die erste Bördelform relativ zu der zweiten Bördelform bewegbar ist, weist in einer ersten Variante winkelig, d.h. unter einem Winkel größer 0° und kleiner 180°, zu einer Druckkraft, mit der die erste Bördelform bei dem Umlegen gegen den Bördelsteg drückt. Falls eine Bördelrolle die erste Bördelform bildet, weist sie in solch einer Ausführung insbesondere nicht senkrecht zu der Drehachse dieser Bördelrolle, sondern hat zumindest eine mit der Drehachse zusammenfallende Richtungskomponente. Die Lagereinheit gleicht Krümmungen der Bördelkante aus und wirkt in diesem Sinne als Ausgleichseinheit.

[0017] In einer zweiten Variante ist die Querrichtung zumindest im Wesentlichen parallel zu der Druckkraft oder hat zumindest eine Richtungskomponente mit der Druckkraft gemeinsam. Vorzugsweise fluchtet sie mit der Druckkraft. Falls die erste Bördelform eine Bördelrolle ist, weist die Querrichtung in solch einer Ausführung insbesondere nicht parallel zu der Drehachse dieser Bördelrolle, sondern hat zumindest eine zu der Drehachse rechtwinklige Richtungskomponente. Insbesondere für

die zweite Variante wird es bevorzugt, wenn die erste Bördelform so ausgerichtet ist, dass sie den Bördelsteg vollständig umlegt, so dass das Bauteil an der Bördelkante um 180° umgebogen ist. Die erste Bördelform kann in diesem Fall auf dem umgelegten Bördelsteg in begrenztem Ausmaß gleiten, um einen gekrümmten Verlauf der Bördelkante auf diese Weise auszugleichen.

[0018] Wegen der beweglichen Anordnung kann die Lagereinheit in Wirkrichtung auf den Bördelsteg, die vorteilhafterweise mit der Querrichtung zusammenfällt, mit einer bestimmten, vorzugsweise einstellbaren Kraft beaufschlagt werden. In derartigen Ausführungen umfasst die Vorrichtung eine Regeleinrichtung zum Einstellen der Kraft. Die Kraft wird während des Arbeitslaufs vorzugsweise konstant gehalten. In einer Weiterentwicklung wird die Kraft programmgesteuert während des Arbeitslaufs variiert, beispielsweise um eine in Arbeitsrichtung variierende Festigkeit des Bauteils im Bördelbereich auszugleichen. Die Bewegbarkeit kann auch nur oder zusätzlich dazu dienen, die erste Bördelform unabhängig von der zweiten Bördelform gegen den Bördelsteg oder von dem Bördelsteg weg zu bewegen. Die Kraft kann die Lagereinheit gegen einen Anschlag drücken. Sie kann so groß sein, dass die Lagereinheit unter den im Einsatz auftretenden Kräften nicht von dem Anschlag abheben kann und daher unnachgiebig ist. Bevorzugt wird die Kraft aber so gewählt, dass die auf den Bördelsteg wirkende Druckkraft wie erwähnt während des Arbeitslaufs konstant ist. Die Lagereinheit wirkt in solchen Ausführungen als Ausgleichseinheit für einen Kraftausgleich. Ferner erleichtert sie es der ersten Bördelform, einem gekrümmten Verlauf der Bördelkante zu folgen und wirkt auch in diesem Sinne als Ausgleichseinheit.

[0019] Um die erste Bördelform dem Verlauf der Bördelkante folgend zu führen, verfügt die Vorrichtung in bevorzugter Ausführung über eine Abtasteinrichtung, die den Kantenverlauf aufnimmt. Die Abtasteinrichtung kann ein berührungslos arbeitender Sensor sein oder einen solchen umfassen, beispielsweise ein optischer Sensor oder ein Ultraschallsensor, dessen Positionssignal einer Steuer- oder Regelungseinrichtung aufgegeben wird, welche die Lagereinheit entsprechend verstellt. In einer alternativen Ausführung ist oder umfasst die Abtasteinrichtung ein als Kontaktaufnehmer gebildetes Führungsglied, das in einem Führungskontakt mit einer dem Kantenverlauf entsprechenden Führungskurve gehalten wird. Obgleich ein derartiges Führungsglied dem Grunde nach ebenfalls erst über eine zwischengeschaltete Steuer- oder Regelungseinrichtung mit Stelleinrichtung zur Steuerung oder Regelung der Querbewegungen der Lagereinheit verwendet werden könnte, wird es ferner bevorzugt, wenn das Führungsglied mit der Lagereinheit mechanisch so verbunden ist, dass es die Lagereinheit im Falle einer Bewegung entlang der Führungskurve in Querrichtung zu der Führungskurve mitnimmt. Zweckmäßigerweise ist das Führungsglied an der Lagereinheit ortsfest angeordnet. Das Führungsglied kann beispielsweise ein Gleitstück sein, ist vorteilhafterweise aber als

Rolle gebildet und rollt in dem Führungskontakt auf der Führungskurve ab. Das Führungsglied bildet eine Kontaktfläche für den Führungskontakt vorteilhafterweise so, dass die Kontaktfläche bei dem Umlegen mit einer von dem Bördelsteg aus gesehen auf der anderen Seite der Bördelkante oder unmittelbar mit einer von der Bördelkante oder dem Bördelsteg gebildeten Führungskurve in dem Führungskontakt ist. Das Führungsglied wird vorzugsweise mit einer Elastizitätskraft in den Führungskontakt gepresst, vorzugsweise pneumatisch. Vorteilhaft ist es, wenn das Führungsglied eine Kontaktfläche für den Führungskontakt bildet, die in Arbeitsrichtung auf gleicher Höhe wie die erste Bördelform angeordnet ist.

[0020] Anstatt den Kantenverlauf mittels einer Abtasteinrichtung aufzunehmen, kann eine Steuereinrichtung vorgesehen sein, welche die erste Bördelform relativ zur zweiten in Querrichtung in Abhängigkeit von gespeicherten Positionskoordinaten der Kante verstellt, d. h. ohne Abtastung.

[0021] Die zweite Bördelform stützt sich in bevorzugter Ausführung über eine Kraftmesseinrichtung, vorzugsweise eine Kraftmessdose, an dem Werkzeugkopf ab. Mit der Kraftmesseinrichtung kann während des Arbeitslaufs die von der zweiten Bördelform auf den Bördelsteg ausgeübte Kraft gemessen werden. Die aus der Messung ermittelte Kraft wird mit einer Sollkraft verglichen. In Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis, beispielsweise der Differenz aus der gemessenen Istkraft und der vorgegebenen Sollkraft, wird die Bewegungsbahn des Werkzeugkopfs optimiert. So kann einer Bewegungssteuerung des Werkzeugkopfs, d. h. einer Bewegungssteuerung des den Werkzeugkopf tragenden Aktors, die Bewegungsbahn in Form eines idealen Verlaufs der Bördelkante vorgegeben sein, vorzugsweise einer programmierten Bewegungssteuerung. Der Bewegungssteuerung ist des Weiteren auch längs der Bewegungsbahn der Sollkraftverlauf vorgegeben. Beim Abfahren der vorgegebenen Bewegungsbahn können jedoch Abweichungen zwischen der vorgegebenen Sollkraft und der durch Messung ermittelten Istkraft auftreten. In vorteilhaften Weiterbildungen optimiert die Bewegungssteuerung die Bewegungsbahn in Abhängigkeit von dem Vergleich der Sollkraft und der Istkraft in solch einer Weise, dass der Verlauf der Bördelkante dem idealen Verlauf möglichst nahe kommt und zugleich die Istkraft so weit als möglich der Sollkraft entspricht. Die Ermittlung der Istkraft und darauf basierend die Optimierung der Bewegungsbahn ist in der Serienfertigung insbesondere beim Anlaufen einer neuen Serie von Vorteil, um die Bewegungsbahn bei den ersten Bauteilen einer neuen Serie zu optimieren. Nach der Optimierung kann die Kraftmesseinrichtung im weiteren Verlauf der jeweiligen Serie abgeschaltet und der Werkzeugkopf auf der optimierten Bewegungsbahn gerührt werden. Gegebenenfalls kann im Verlauf einer Serie auch zu einem späteren Zeitpunkt nochmals eine Überprüfung der Istkraft mit erneuter Optimierung der Bewegungsbahn durchgeführt werden. Selbstverständlich kann die Kraftmesseinrichtung auch

während der gesamten Serie, d. h. beim Bördeln von stets den gleichen Bauteilen einer Serie, zugeschaltet sein, um bei Feststellung von Abweichungen der Istkraft von der Sollkraft ständig oder zumindest bei Erkennung einer eindeutigen Tendenz die Bewegungsbahn zu optimieren.

[0022] Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren können sowohl bei einem Bauteil, das in einer Bauteilaufnahme, einem Bördelbett, aufgenommen ist, als auch bei einem freien Bauteil, beispielsweise einer komplettierten Rohkarosse, zum Einsatz gelangen. Falls das Bauteil nicht in einer Bauteilaufnahme aufgenommen ist, trägt der Werkzeugkopf vorzugsweise Stützrollen, nämlich je eine Stützrolle pro Bördelform, die der zugeordneten Bördelform gegenüberliegend angeordnet ist, um die bei dem Umlegen jeweils auftretende Biegekraft aufzunehmen.

[0023] In einer Ausführungsform bildet eine Bauteilaufnahme, ein Bördelbett, die Führungskurve. In einer anderen Ausführungsform bildet das Bauteil selbst die Führungskurve, beispielsweise der Bördelsteg oder die Bördelkante oder vorzugsweise ein vom Bördelsteg aus gesehen auf der anderen Seite der Bördelkante verlaufender Bauteilstreifen.

[0024] In bevorzugten Ausführungen wird die Lagereinheit in Richtung ihrer Querbewegbarkeit mit einer Pneumatikkraft beaufschlagt, um die erste Bördelform während eines Arbeitslaufs in einer Position zu halten, in der sie den Bördelsteg um den vorgegebenen Biege-
winkel umlegt. Anstatt pneumatisch könnte die hierfür erforderliche Kraft mittels einer mechanischen Feder oder eines Systems aus mehreren mechanischen Federn erzeugt werden. Die pneumatische Erzeugung der Kraft hat jedoch den Vorteil, dass die Größe der Kraft durch entsprechende Bemessung der Druckfläche eines mit dem Pneumatikdruck beaufschlagbaren Kolbens genauer vorgegeben werden kann, eine Materialermüdung weniger befürchtet werden muss und die Bewegungsrichtung der Lagereinheit einfach umgesteuert werden kann, falls beispielsweise eine Kolben-Zylinder-Anordnung mit einem auf beiden Seiten mit Druck beaufschlagbaren Kolben verwendet wird. Falls ein Druckerzeuger verwendet wird, mittels dem der Pneumatikdruck variierbar ist, kann die Größe der Kraft auch bei sonst gegebenen Verhältnissen während des Betriebs, von einer Bördelaufgabe zu einer anderen oder von Bördelvorrichtung zu Bördelvorrichtung unterschiedlich flexibel den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend gewählt werden. Eine Umsteuerbarkeit kann von Vorteil sein, um die erste Bördelrolle vor oder nach der zweiten Bördelrolle an den Bördelsteg anzusetzen oder von dem Bördelsteg zu nehmen. Dies kann bei beengten Platzverhältnissen von Vorteil sein. Die erste Bördelform ist in derartigen Ausführungen ausreichend weit in Querrichtung über die zweite Bördelform hinaus oder hinter diese bewegbar. Eine mechanische Feder oder ein System aus mehreren, aufeinander abgestimmten mechanischen Federn kann auch eine Pneumatikkraft unterstützend vorgesehen

sein.

[0025] Obgleich die Lagereinheit in Richtung ihrer Querbewegbarkeit vorzugsweise mit einer Federkraft beaufschlagt wird, um die Bördelrolle federnd gegen den Bördelsteg zu drücken und dadurch Unebenheiten auszugleichen, ist es in alternativen Ausführungen vorteilhaft, wenn die Querkraft nicht als Elastizitätskraft, sondern als steife Kraft, beispielsweise hydraulisch oder mittels eines Elektromotors erzeugt wird.

[0026] Der Werkzeugkopf ist im Raum zweckmäßigerweise in allen drei Koordinatenrichtungen und vorzugsweise auch allen drei Freiheitsgraden der Rotation gesteuert und gegebenenfalls auch geregelt bewegbar, so dass er relativ zu dem Bauteil automatisch positionierbar und dem Verlauf der Bördelkante folgend führbar ist. Zu diesem Zweck ist er an einem entsprechend bewegbaren Aktor, vorzugsweise ein Roboterarm, befestigt oder befestigbar.

[0027] Die Erfindung kann, wie bereits erwähnt, zum Bördeln von Bauteilen verwendet werden, für die eine Bauteilaufnahme die beim Bördeln auftretende Reaktionskraft aufnimmt. Für ein Bördeln eines in einer Bauteilaufnahme aufgenommenen Bauteils wird der Werkzeugkopf in eine Richtung auf den Bördelsteg zu mit einer Kraft beaufschlagt, um den Umformdruck und dadurch die zum Umlegen des Bördelstegs erforderliche Biegekraft aufzubringen. Die Richtung der Querbewegbarkeit der ersten Bördelrolle weist in der ersten Variante unter einem Winkel größer 0° und kleiner 180°, vorzugsweise rechtwinklig, zu der Kraft, mit welcher der Werkzeugkopf über die Bördelformen gegen den Bördelsteg drückbar ist, um diesen umzulegen. In der zweiten Variante weist die Richtung der Querbewegbarkeit bevorzugt zumindest im Wesentlichen in Richtung der Kraft, zweckmäßigerweise sind die Richtungen identisch.

[0028] Während bei einem Bördeln eines von einer Bauteilaufnahme aufgenommenen Bauteils die Bauteilaufnahme die Reaktionskraft aufnimmt, dient der Werkzeugkopf bei einer Bördelvorrichtung und einem Bördelverfahren ohne Bauteilaufnahme, die ebenfalls einen bevorzugten Gegenstand der Erfindung darstellen, als Träger für je wenigstens, vorzugsweise genau je eine Stützrolle pro Bördelform. Auch bei derartigen Bauteilen, beispielsweise einem Bauteil einer Seitenwand für ein Kraftfahrzeug oder einer bereits komplettierten Rohkarosse, beispielsweise einem Radhaus, ist die Einsparung von Arbeitsläufen von großem wirtschaftlichem Vorteil. Der Werkzeugkopf dient für derartige Vorrichtungen und Verfahren auch als Träger für je eine Stützrolle pro Bördelform, um die bei einem Umlegen des Bördelstegs pro Bördelform aufzubringende Biegekraft aufzunehmen. Den wenigstens zwei Bördelformen sind entsprechend zwei Stützrollen zugeordnet. Falls eine Querbewegbarkeit vorgesehen ist, wird die eine der Stützrollen gemeinsam mit der ersten Bördelform vorteilhafterweise von der Lagereinheit drehbar gelagert, so dass das aus erster Bördelform und deren Stützrolle gebildete Umformpaar in Querrichtung zu der Arbeitsrichtung relativ zu der zwei-

ten Bördelform und deren zugeordneten Stützrolle bewegbar ist.

[0029] Die Lagereinheit kann in der ersten Variante für die Querbewegbarkeit schwimmend gelagert sein, vorzugsweise kraftlos, zwischen die Querbewegbarkeit in beide Richtungen begrenzenden Endanschlägen. Die Lagereinheit oder gegebenenfalls eine weitere Lagereinheit kann in beiden Varianten zusätzlich auch noch in eine andere Querrichtung bewegbar gelagert sein, um beispielsweise Krümmungen der Bördelkante um Achsen auszugleichen, die im Raum unterschiedlich ausgerichtet sind. Die Richtungen einer derart zweifachen Querbewegbarkeit weisen zueinander und auch zur Arbeitsrichtung des Werkzeugkopfs vorzugsweise rechtwinklig. Grundsätzlich können sie jedoch auch unter anderen Winkeln zueinander und zur Arbeitsrichtung weisen. Anstatt die erste Bördelform in zwei unterschiedliche Richtungen querbewegbar zu lagern, nämlich über deren Lagereinheit, kann die zweite Bördelform ebenfalls von einer Lagereinheit gelagert werden, die ihrerseits von dem Werkzeugkopf in eine andere Richtung querbewegbar gelagert wird als die Lagereinheit mit der ersten Bördelform.

[0030] Vorteilhafte Merkmale werden auch in den Unteransprüchen und in deren Kombinationen beschrieben.

[0031] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren erläutert. An dem Ausführungsbeispiel offenbar werdende Merkmale bilden einzeln und in jeder Merkmalskombination die Gegenstände der Ansprüche und die auch die vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

- Figur 1 eine erste Rollbördelvorrichtung,
- Figur 2 einen Bördelbereich eines zu bördelnden Bauteils in einem Querschnitt,
- Figur 3 den Bördelbereich in einer Draufsicht,
- Figur 4 die erste Rollbördelvorrichtung während des Rollbördelns in einer Ansicht in Längsrichtung einer Bördelkante des Bauteils,
- Figur 5 die erste Rollbördelvorrichtung während des Rollbördelns in einer Ansicht quer zu der Bördelkante,
- Figur 6 die erste Rollbördelvorrichtung während des Rollbördelns in einer perspektivischen Sicht,
- Figur 7 eine zweite Rollbördelvorrichtung in einer Sicht und
- Figur 8 die zweite Rollbördelvorrichtung in einer anderen Sicht.

[0032] Figur 1 zeigt eine Rollbördelvorrichtung in einem ersten Ausführungsbeispiel. Die Rollbördelvorrichtung bildet einen Endeffektor eines Roboters. Es handelt sich um einen Werkzeugkopf 5, der mit einem Verbindungsflansch für die Verbindung mit dem Ende eines Gelenkarms des Roboters versehen ist. Der Werkzeugkopf 5 dient als Träger für insgesamt zwei Bördelformen, näm-

lich eine erste Bördelrolle 11 und eine zweite Bördelrolle 12. Die Bördelrollen 11 und 12 kommen bei einem Arbeitslauf des Werkzeugkopfs 5 gleichzeitig zum Einsatz. Die erste Bördelrolle 11 arbeitet als Vorbördelrolle und die zweite Bördelrolle 12 als Nachbördelrolle. Die Bördelrollen 11 und 12 werden ihrer Funktion entsprechend nachfolgend als Vorbördelrolle 11 und Nachbördelrolle 12 bezeichnet.

[0033] Figur 2 zeigt einen Randbereich eines vorgeformten Blechs 1 eines Bauteils. Durch das Vorformen wurde ein Bördelsteg 2 erzeugt, der längs einer Bördelkante 3 in einem rechten Winkel zu einem angrenzenden Randstreifen des Blechs 1 weist.

[0034] Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf den Randbereich des Blechs 1 in einer Abwicklung. Die Bördelkante 3 hat in der Ebene der Abwicklung einen gekrümmten Verlauf. Die Arbeitsrichtung der Rollbördelvorrichtung, die mit der lokalen Längsrichtung der Bördelkante 3 übereinstimmt, ist mit L bezeichnet.

[0035] Die Vorbördelrolle 11 und die Nachbördelrolle 12 sind auf dem Werkzeugkopf 5 angeordnet, und ihre Drehachsen sind so ausgerichtet, dass sie den Bördelsteg 2 in einem einzigen Arbeitslauf des Werkzeugkopfs 5 in zwei Bördelschritten vollständig umlegen, so dass der Bördelsteg 3 nach dem Rollbördeln parallel zu dem an der anderen Seite der Bördelkante 3 angrenzenden Randstreifen des Blechs 1 weist. Auf diese Weise wird eine Falztasche für eine klemmende Verbindung des Blechs 1 mit einem anderen Blech, das mit einem Ende in die Falztasche hineinragt, gebildet. Anstatt eines Blechs kann in der Falztasche auch ein Randstreifen einer Struktur aus einem anderen Material, beispielsweise Kunststoff, gehalten werden. Falls durch das Rollbördeln eine Falzverbindung hergestellt wird, sind das Blech 1 und die damit zu fügende Struktur entsprechend zueinander positioniert.

[0036] Die Nachbördelrolle 12 ist mit dem Werkzeugkopf 5 ortsfest verbunden. Ort und Ausrichtung ihrer Drehachse sind zumindest während eines Arbeitslaufs fix. Im Ausführungsbeispiel sind der Ort und die Ausrichtung der Drehachse auch zwischen Arbeitsläufen nicht veränderbar. Die Drehachse der Nachbördelrolle 12 weist rechtwinklig zu einer körperfesten Achse P des Werkzeugkopfs 5.

[0037] Die Drehachse der Nachbördelrolle 12 weist rechtwinklig zu der Achse P. Die Drehachse der Vorbördelrolle 11 ist relativ zu der Drehachse der Nachbördelrolle 12 und der Achse P jeweils geneigt. Der Neigungswinkel der mit der Drehachse der Nachbördelrolle 12 durch Parallelverschiebung zum Schnitt gebrachten Drehachse der Vorbördelrolle 11 beträgt 45°. Andere Neigungswinkel sind im Rahmen der bekannten Grenzen jedoch ebenfalls möglich. Mit den Winkelstellungen Bördelrollen 11 und 12 des Ausführungsbeispiels wird ein rechtwinklig vorgekanteter Bördelsteg jedoch vorteilhafterweise mit nur zwei Bördelrollen vollständig umgelegt. Der Neigungswinkel der Vorbördelrolle 11 zu der Achse P ist ebenfalls 45°.

[0038] Um Krümmungen, die das Bauteil 1 zwischen dem momentanen Wirkort der Vorbördelrolle 11 und dem Wirkort der nachlaufend angeordneten Nachbördelrolle 12 aufweist, auszugleichen, ist die Position der Vorbördelrolle 11 relativ zu dem Werkzeugkopf 5 und insbesondere relativ zu der Nachbördelrolle 12 veränderbar. Der Neigungswinkel der Vorbördelrolle 11 bleibt bei den Positionsänderungen erhalten. Die Richtung Q der relativen Bewegbarkeit der Vorbördelrolle 11 weist quer, im Ausführungsbeispiel rechtwinklig, zu der Arbeitsrichtung L, d.h. zu der Bördelkante 3. Ferner weist sie parallel zu dem Randstreifen des Bauteils 1, auf den der Bördelsteg 2 umgelegt wird, was gleichzeitig bedeutet, dass die Richtung Q der Querbewegbarkeit parallel zu der Drehachse der Nachbördelrolle 12 verläuft. Bei anderen Bördelaufgaben, für welche die Drehachse der Nachbördelrolle 12 nicht für ein vollständiges Umlegen des Bördelstegs 2 ausgerichtet ist, würde letzteres nicht gelten.

[0039] Die körpereigene Achse P des Werkzeugkopfs 5, die Arbeitsrichtung L und die Richtung Q der Querbewegbarkeit der Vorbördelrolle 11 sind zueinander paarweise je nicht parallel, d.h. sie weisen je paarweise winklig zueinander. Im Ausführungsbeispiel bilden sie ein rechtwinkliges Koordinatensystem, grundsätzlich sind andere Winkelverhältnisse aber auch nicht ausgeschlossen. Bei einem Rollbördeln wird der Werkzeugkopf 5 längs der Achse P in die eingezeichnete Richtung mit einer Kraft beaufschlagt, um die Bördelrollen 11 und 12 gegen den Bördelsteg 2 zu pressen und diesen dadurch entsprechend der Neigung der Drehachsen der Bördelrollen 11 und 12 sukzessive umzulegen.

[0040] Für die Querbewegbarkeit der Vorbördelrolle 11 umfasst der Werkzeugkopf 5 eine als Ausgleichseinheit wirkende Lagereinheit 9, die von dem Werkzeugkopf 5 in Querrichtung Q bewegbar gelagert wird und ihrerseits die Vorbördelrolle 11 drehbar lagert. Die Lagereinheit 9 bildet einen verdrehgesichert in Richtung Q relativ zu dem Werkzeugkopf 5 linear verfahrbaren Schlitten. Da die Lagereinheit 9 von dem Werkzeugkopf 5 getragen wird und somit ein Bestandteil des Werkzeugkopfs 5 ist, wird die Lagereinheit 9 genauer gesagt nicht von dem Werkzeugkopf 5 als solchem, sondern von einem Lagerteil des Werkzeugkopfs 5 gelagert. Dieser Lagerteil umfasst eine Zylindereinheit 6 einer Anpresseeinrichtung und eine Führung 8 für die Führung der Lagereinheit 9 in Querrichtung Q. Die Lagereinheit 9 umfasst eine Kolbeneinheit 9a, die im Zusammenwirken mit der Zylindereinheit 6 die Anpresseeinrichtung bildet, eine die Vorbördelrolle 11 drehbar lagernde Lagerstruktur 9c und eine Verbindungsstruktur 9b, welche die Kolbeneinheit 9a mit der Lagerstruktur 9c steif verbindet und als Bügel geformt ist.

[0041] Die Anpresseeinrichtung ist ein pneumatischer Krafterzeuger und ist aus der Zylindereinheit 6 und der Kolbeneinheit 9a als Zylinder-Kolben-Einheit gebildet. Die Kolbeneinheit 9a besteht aus einem Kolben und einer Kolbenstange. Die Zylindereinheit 6 bildet einen Zylinder für den Kolben. Die Kolbenstange ist mit der Verbindungsstruktur 9b verbunden. Die Anpresseeinrichtung

umfasst des weiteren einen Anschluss 7 für ein Druckgas, vorzugsweise Druckluft.

[0042] In den Figuren 4 bis 6 ist eine aus der Rollbördelvorrichtung und einer Bauteilaufnahme 4 bestehende Anordnung zum Rollbördeln des Blechs 1 dargestellt. Figur 4 zeigt eine Ansicht gegen die Arbeitsrichtung L der Rollbördelvorrichtung, Figur 5 zeigt die Anordnung in einer Ansicht auf eine von dem Blech 1 abgewandte Rückseite der Rollbördelvorrichtung und Figur 6 eine perspektivische Sicht.

[0043] Das Blech 1 liegt auf der Bauteilaufnahme 4, einem Bördelbett, auf und ist entweder bereits durch das Aufliegen oder zusätzlich an der Bauteilaufnahme 4 fixiert. Die Bauteilaufnahme 4 bildet eine Führungskurve 4a für die Lagereinheit 9. Die Führungskurve 4a folgt der Bördelkante 3 längs deren dem Bördelsteg 2 gegenüberliegenden Seite und weist zumindest im wesentlichen in Richtung Q der Querbewegbarkeit der Lagereinheit 9; im Ausführungsbeispiel erstreckt sie sich genau senkrecht zu der Richtung Q.

[0044] An der Lagereinheit 9 ist ein Führungsglied 10 angeordnet, das bei dem Rollbördeln mit der Führungskurve 4a in einem Führungskontakt ist. Das Führungsglied 10 ist als Rolle gebildet und wird von der Lagereinheit 9 um eine zur Richtung Q senkrechte, zur Achse P parallele Drehachse drehbar gelagert. Bei dem Rollbördeln rollt das Führungsglied 10 somit im Führungskontakt an der Führungskurve 4a ab.

[0045] Die Lagereinheit 9 wird mittels der Anpresseeinrichtung 6, 9a in Richtung Q auf den Bördelsteg 2 zu gepresst. Gleichzeitig presst die Anpresseinrichtung 6, 9a dabei das Führungsglied 10 gegen die Führungskurve 4a. Die Position des Führungsglieds 10 ist in Richtung Q relativ zu der Vorbördelrolle 11 so gewählt, dass die Vorbördelrolle 11 den Bördelsteg 2 um den durch die Neigung der Vorbördelrolle 11 vorgegebenen Winkel umlegt, wenn das Führungsglied 10 im Führungskontakt mit der Führungskurve 4a ist. Das Führungsglied 10 ist lediglich um seine Drehachse drehbar, ansonsten jedoch relativ zu der Lagereinheit 9 ortsfest angeordnet. Indem das Führungsglied 10 in den Führungskontakt gepresst wird, folgt es bei der Bewegung der Bördelvorrichtung in die Arbeitsrichtung L dem Verlauf der Bördelkante 3. Während der Werkzeugkopf 5 längs der Achse P auf den Bördelsteg 2 drückt und gesteuert oder gegebenenfalls auch geregelt geführt wird, so dass die Nachbördelrolle 12 dem Verlauf der Bördelkante 3 folgt, kann sich die Vorbördelrolle 11 im Rahmen ihrer Querbewegbarkeit relativ zu der Nachbördelrolle 12 bewegen, um auf diese Weise zwischen den Bördelrollen 11 und 12 auftretende Krümmungen auszugleichen. Günstig wirkt sich dabei aus, dass die Vorbördelrolle 11 von einer elastischen Rückstellkraft, erzeugt durch die pneumatische Anpresseinrichtung 6, 9a, gegen den Bördelsteg 2 gepresst wird und so im Falle von Unebenheiten des Bördelstegs 2 in Querrichtung Q elastisch nachgibt, d.h. einfedert.

[0046] Für die Erzeugung der Anpresskraft kann die Anpresseinrichtung 6, 9a über den Anschluss 7 mit ei-

nem bestimmten Druck beaufschlagt und nach Aufbau des Drucks geschlossen werden, so dass die Zylindereinheit 6 eine geschlossene Kammer bildet. In einer bevorzugten alternativen Ausführung wird der Druck in dem Zylinder 6 während des Arbeitslaufs auf Einhaltung eines vorgegebenen Sollwerts geregelt.

[0047] Die Anpresseeinrichtung 6, 9a bildet in Kombination mit dem Führungsglied 10 eine Stelleinrichtung für die Lagereinheit 9 und somit für die Vorbördelrolle 11. Sie dient jedoch nicht nur dem Anpressen des Führungsglieds 10 an die Führungskurve 4a und infolgedessen der Vorbördelrolle 11 gegen den Bördelsteg 2. In einfachen Ausführungen kann die Anpresseeinrichtung 6, 9a das Führungsglied 10 nur gegen die Führungskurve 4a pressen. In einer Weiterentwicklung bildet die Anpresseinrichtung 6, 9a auch bereits alleine eine Stelleinrichtung, mittels der die Vorbördelrolle 11 relativ zu der Nachbördelrolle 12 zu Beginn des Arbeitslaufs in Richtung Q in die Arbeitsposition und am Ende des Arbeitslaufs in die Gegenrichtung, die ebenfalls als Q bezeichnet sei, aus der Arbeitsposition bewegbar ist.

[0048] Um den Arbeitslauf zu starten, wird der Werkzeugkopf 5 in eine Anfangsposition bewegt, entweder mittels einer Sensorik geregelt oder bei entsprechender Abspeicherung der Position des Blechs 1 nur gesteuert. In der Anfangsposition des Werkzeugkopfs 5 ist lediglich die Vorbördelrolle 11 gegen den Bördelsteg 2 gepresst. Der Arbeitslauf wird nun gestartet. In einem einzigen Arbeitslauf wird der Bördelsteg 2 entsprechend der Neigung der Vorbördelrolle 11 in einem ersten Bördelschritt und entsprechend der Neigung der Nachbördelrolle 12 weiter umgelegt, im Ausführungsbeispiel wird er vollständig umgelegt, so dass er parallel zu dem an die andere Seite der Bördelkante 3 angrenzenden Randstreifen des Blechs 1 zu liegen kommt. Die Bördelvorrichtung eignet sich somit insbesondere zur Bildung einer Falzverbindung des Blechs 1 mit einer zumindest im Fügebereich flächenförmigen weiteren Struktur. Bei entsprechender Ausrichtung der Drehachsen der Bördelrollen 11 und 12 kann der Bördelsteg 2 oder ein unter einem anderen Biege-
winkel vorgeformter Bördelsteg pro Bördelschritt und auch insgesamt um andere Biege-
winkel umgelegt werden. Am Ende des Arbeitslaufs fährt die Vorbördelrolle 11 entweder einfach in Arbeitsrichtung L weiter, oder es fährt die Anpresseinrichtung 6, 9a die Lagereinheit 9 und damit die Vorbördelrolle 11 in Querrichtung Q aus dem Bördelbereich, so dass die Nachbördelrolle 12 im Falle beengter Platzverhältnisse in Längsrichtung L der Bördelkante 3 weiter bewegt und die Bördelkante 3 auch in ihrem Endbereich entsprechend der Bördelaufgabe umgelegt werden kann. Schließlich wird der Werkzeugkopf 5 insgesamt aus dem Bördelbereich bewegt.

[0049] Während des Arbeitslaufs wird der Werkzeugkopf 5 entweder geregelt oder nur gesteuert geführt. Im Falle einer Positionsregelung ist der Werkzeugkopf mit einer entsprechenden Sensorik für die Erfassung des Kantenverlaufs oder einer geeigneten anderen Referenz ausgestattet. Im Falle einer nur gesteuerten Bewegung

hat eine die Bewegung des Werkzeugkopfs 5 steuernde Steuereinrichtung Zugriff auf einen gespeicherten Datensatz, der den Verlauf der Bördelkante 3 repräsentiert.

[0050] Für die Stellbewegung in die Richtung Q auf die Bördelkante 3 zu und die Erzeugung der Anpresskraft einerseits und die Stellbewegung in die Gegenrichtung Q von der Bördelkante 3 weg andererseits bilden die Kolbeneinheit 9a in der Weiterentwicklung einen auf beiden Kolbenseiten mit Druck beaufschlagbaren Kolben, d.h. einen Doppelkolben, und die Zylindereinheit 6 zu beiden Kolbenseiten je einen mit Druck beaufschlagbaren Zylinderraum.

[0051] Die Figuren 7 und 8 zeigen eine Rollbördelvorrichtung in einem zweiten Ausführungsbeispiel in zwei perspektivischen Sichten. Komponenten mit gleicher Funktion wie Komponenten des ersten Ausführungsbeispiels sind mit den Bezugszeichen des ersten Ausführungsbeispiels versehen. Neue Bezugszeichen werden lediglich für die Bördelrollen 13 und 14 verwendet. Nachfolgend werden die Unterschiede zum ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Im Übrigen gelten die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel.

[0052] Im zweiten Ausführungsbeispiel ist die nachlaufende Rolle, die Nachbördelrolle 14, quer zu der Längsrichtung der Bördelkante 3, der Arbeitsrichtung L, bewegbar und ist im Sinne der Erfindung deshalb die erste Bördelrolle. Sie ist parallel zur Kraftachse P in und gegen die Richtung der Kraft, mit welcher der Werkzeugkopf 5 gegen das Bauteil 1 gedrückt wird, bewegbar gelagert. Im L,P,Q-Koordinatensystem des Werkzeugkopfs 5 sind die Winkelstellung bezüglich allen Koordinatenachsen und der Ort der Nachbördelrolle 14 bezüglich den Achsen L und Q mechanisch fixiert, wie dies auch im ersten Ausführungsbeispiel für die Nachbördelrolle 12 der Fall ist.

[0053] Die Vorbördelrolle 13 ist über eine Kraftmessdose 16 abgestützt, ansonsten jedoch am Werkzeugkopf 5 sowohl ortsfest angeordnet als auch in Bezug auf ihre Winkelstellung festgelegt. Hinsichtlich der Winkelstellung und der Fixierung des Orts bezüglich der Achse L entspricht sie der Vorbördelrolle 11 des ersten Ausführungsbeispiels. Die Kraftmessdose 16 dient der Messung der Kraft, mit der die Vorbördelrolle 13 gegen den Bördelsteg 2 drückt und darauf basierend der Einstellung der optimalen Kraft für den Vorbördelschritt. Die Kraftmessdose 16 kann eine gefesselte Feder umfassen und die Vorbördelrolle 13 über die Kraftmessdose 16 wie in der DE 100 11 854 A1 beschrieben am Werkzeugkopf 5 gelagert sein. Die DE 100 11 854 A1 wird hierfür in Bezug genommen. Für die praktischen Belange kann für die Vorbördelrolle 13 eine feste Anordnung angenommen werden, zumal die Kraftmessdose 16 in einer vereinfachten Ausführungsform entfallen kann und die Vorbördelrolle 13 dann am Werkzeugkopf 5 festgelegt ist. Mittels der Kraftmessdose 16 wird vorteilhafterweise die Bewegungsbahn des Werkzeugkopfs optimiert.

[0054] Die Zylindereinheit 6 ist entsprechend der geänderten Richtung der Querbewegbarkeit um 90° ver-

schwenkt am Werkzeugkopf 5 befestigt. Die Kolbeneinheit 9a fährt daher in Querrichtung P ein und aus und mit ihr die daran befestigten weiteren Teile 9b und 9c der Lagereinheit 9. Die Lagereinheit 9 wird im Bereich ihrer Verbindungsstruktur 9b von der Führung 8 in Querrichtung P linear verdrehgesichert geführt. Die Lagerstruktur 9c, welche die Nachbördelrolle 14 drehbar lagert, ist über die Verbindungsstruktur 9b mit der Kolbeneinheit 9a starr verbunden. Die Lagereinheit 9 ist in sich wieder steif. Die Zylindereinheit 6 weist zwei Anschlüsse 7 für ein Druckgas auf, vorzugsweise Druckluft, um den Kolben der Kolbeneinheit 9a beidseits mit Druck beaufschlagen und die Lagereinheit 9 in Querrichtung P hin und her bewegen zu können.

[0055] Die Lagereinheit 9 kann in Wirkrichtung P soweit ausgefahren werden, dass die Nachbördelrolle 14 über die Vorbördelrolle 13 soweit vorsteht, dass sie im Falle einer geraden, zu der Achse P rechtwinkligen Bördelkante 3 auch ohne die Vorbördelrolle 13 auf den Bördelsteg 2 wirken kann. Ferner kann sie gegen die Wirkrichtung P soweit eingefahren werden, dass die Nachbördelrolle 14 hinter der Vorbördelrolle 13 soweit zurücksteht, dass die Vorbördelrolle 13 im Falle einer geraden, zu der Achse P rechtwinkligen Bördelkante 3 auch ohne die Nachbördelrolle 14 auf den Bördelsteg 2 wirken kann.

[0056] Der Druck, mit dem die Nachbördelrolle 14 auf den Bördelsteg 2 wirkt, wird während eines Arbeitslaufs konstant gehalten. Die Lagereinheit 9 wird hierfür mit einer entsprechend gewählten Stellkraft beaufschlagt, im Ausführungsbeispiel mit einem Gasdruck in der Zylindereinheit 6, den eine Druckregleinrichtung konstant hält. Durch die Konstanthaltung des Wirkdrucks der Nachbördelrolle 14 werden Unebenheiten, die das Bauteil 1 im Bördelbereich haben kann, ausgeglichen.

[0057] Nach dem Ansetzen des Werkzeugkopfs 5 wird der Bördelsteg 2 in zwei Bördelschritten, die der Werkzeugkopf 5 im gleichen Arbeitslauf ausführt, vollständig umgelegt. Die mit konstantem Druck auf den Bördelsteg 2 wirkende Nachbördelrolle 14 sorgt für eine hohe Formgüte im gebördelten Randbereich des Bauteils 1. Weist die Bördelkante 3 einen Eckbereich auf, wie beispielsweise bei Schiebedächern oder Fahrzeugtüren, durchfährt die Vorbördelrolle 13 den Eckbereich. Die Lagereinheit 9 wird für dieses Durchfahren des Eckbereichs soweit eingefahren, dass die Nachbördelrolle 14 im Eckbereich nicht auf den Bördelsteg 2 wirkt. Nachdem die Vorbördelrolle 13 den Eckbereich umgelegt hat, wird der Werkzeugkopf 5 im nächsten Schritt von dem Bördelsteg 2 ein Stück weit wegbewegt, so dass die Vorbördelrolle 13 von dem Bördelsteg 2 abhebt. Synchron mit dem Abheben der Vorbördelrolle 13 wird die Lagereinheit 9 ausgefahren, so dass die Nachbördelrolle 14 sich wieder in ihre Arbeitsposition bewegt. Der Werkzeugkopf 5 wird nun in Umkehrung der Arbeitsrichtung L wieder vor den Eckbereich zurückbewegt, so dass der Bördelsteg 2 im Eckbereich bei abgehobener Vorbördelrolle 13 mittels der Nachbördelrolle 14 vollständig umgelegt wird. Anschließend durchfährt der Werkzeugkopf 5 den Eckbe-

reich mit abgehobener Vorbördelrolle 13 und in Arbeitsposition befindlicher Nachbördelrolle 14 nochmals, um das Bauteil 1 im Eckbereich zu "bügeln" und dadurch die Bauteilgüte zu verbessern. Unmittelbar nachdem die Nachbördelrolle 14 den Eckbereich in die ursprüngliche Arbeitsrichtung L durchfahren hat, wird der Werkzeugkopf 5 in Richtung P auf den Bördelsteg 2 zu vorbewegt und synchron die Lagereinheit 9 eingefahren bis wieder beide Bördelrollen 13 und 14 gleichzeitig auf den Bördelsteg 2 drücken und diesen im weiteren Verlauf des Arbeitslaufs sukzessive umlegen.

[0058] In noch einem Ausführungsbeispiel, das allerdings nicht dargestellt ist, weist eine erfindungsgemäße Bördelvorrichtung die Vorbördelrolle 11 des ersten Ausführungsbeispiels und die Nachbördelrolle 14 des zweiten Ausführungsbeispiels auf.

Bezugszeichenliste:

[0059]

1	Bauteil, Blech
2	Bördelsteg
3	Bördelkante
4	Bauteilaufnahme
4a	Führungskurve
5	Werkzeugkopf
6	Zylindereinheit
7	Druckgasanschluss
8	Führung
9	Lagereinheit
9a	Kolbeneinheit
9b	Bügel
9c	Lagerstruktur
10	Führungsglied
11	erste Bördelform, Vorbördelrolle
12	zweite Bördelform, Nachbördelrolle
13	zweite Bördelform, Vorbördelrolle
14	erste Bördelform, Nachbördelrolle
15	Schenkel
16	Kraftmessdose
17	Schenkel
L	Arbeitsrichtung
P	Querrichtung, Kraftachse
Q	Querrichtung

Patentansprüche

1. Bördelvorrichtung zum Umlegen eines Bördelstegs (2) eines Bauteils (1) um eine Bördelkante (3), die Bördelvorrichtung umfassend:
 - a) einen Werkzeugkopf (5),
 - b) eine erste Bördelform (11; 14) und eine zweite Bördelform (12; 13), die der Werkzeugkopf (5) gleichzeitig in Arbeitsposition befindlich trägt

und von denen eine der anderen in eine Arbeitsrichtung (L) nachlaufend angeordnet ist.

2. Bördelvorrichtung nach Anspruch 1, umfassend eine Lagereinheit (9), welche die erste Bördelform (11; 14) lagert und von dem Werkzeugkopf (5) in Querrichtung (P; Q) zu der Arbeitsrichtung (L) bewegbar gelagert wird. 5
3. Bördelvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, umfassend eine Führung (8), welche die Lagereinheit (9) an dem Werkzeugkopf (5) in Querrichtung (P; Q) führt. 10
4. Bördelvorrichtung nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkzeugkopf (5) eine Stelleinrichtung (6, 9a; 6, 9a, 10) trägt und die Lagereinheit (9) mittels der Stelleinrichtung (6, 9a; 6, 9a, 10) mit einer in die Querrichtung (P; Q) wirkenden, vorzugsweise konstanten oder einstellbaren Kraft beaufschlagbar ist. 15 20
5. Bördelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nachlaufend angeordnete Bördelform (12; 14) eine Fertigbördelrolle für ein vollständiges Umlegen des Bördelstegs (2) ist. 25
6. Bördelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bördelformen (11, 12; 13, 14) bezüglich mehrerer Freiheitsgrade der Bewegung relativ zueinander an dem Werkzeugkopf (5) festgelegt oder festlegbar sind, vorzugsweise relativ zueinander mit einer zumindest bei dem Bördeln nicht veränderbaren Neigung. 30 35
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Bördelform (11; 13) sich über eine Kraftmesseinrichtung (16) an dem Werkzeugkopf (5) abstützt. 40
8. Bördelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend eine Lagereinheit (9), welche die erste Bördelform (11; 14) lagert und von dem Werkzeugkopf (5) in Querrichtung (P; Q) zu der Arbeitsrichtung (L) bewegbar gelagert wird, so dass die erste Bördelform (11; 14) für einen Ausgleich einer Krümmung der Bördelkante (3) dem Verlauf der Bördelkante (3) folgend relativ zu der zweiten Bördelform (12; 13) quer zu der Bördelkante (3) bewegbar ist. 45 50
9. Bördelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Bördelform (14) der zweiten Bördelform (13) nachlaufend angeordnet ist. 55

10. Bördelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Bördelform (12) der ersten Bördelform (11) nachlaufend angeordnet ist.
11. Bördelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche in Kombination mit Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkzeugkopf (5) eine Stelleinrichtung (6, 9a; 6, 9a, 10) trägt, mittels der die Lagereinheit (9) quer zu der Bördelkante (3) mit einer Kraft beaufschlagbar ist, die eine Querbewegung der Lagereinheit (9) relativ zu der zweiten Bördelform (12; 13) bewirkt.
12. Bördelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche in Kombination mit Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Lagereinheit (9) ein Führungsglied (10) angeordnet ist für einen Führungskontakt mit einer Führungskurve (4a), wobei die Lagereinheit (9) in dem Führungskontakt des Führungsglieds (10) dem Verlauf der Bördelkante (3) folgend in die Querrichtung (Q) bewegt wird, und dass die Lagereinheit (9) die erste Bördelform (11) gemeinsam mit dem Führungsglied (10) quer bewegbar lagert.
13. Bördelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche in Kombination mit Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkzeugkopf (5) die Lagereinheit (9) gegen eine Rückstellkraft, vorzugsweise Elastizitätskraft, querbewegbar lagert.
14. Bördelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche in Kombination mit Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagereinheit (9) an dem Werkzeugkopf (5) pneumatisch abgestützt ist.
15. Bördelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche in Kombination mit Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkzeugkopf (5) die Lagereinheit (9) parallel oder winkelig zu einem Druck bewegbar lagert, den die erste Bördelform (11) bei dem Umlegen auf den Bördelsteg (2) ausübt.
16. Bördelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Bördelformen (11, 12; 13, 14) eine Bördelrolle ist.
17. Bördelvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch in Kombination mit Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querrichtung (P; Q) mit der Drehachse der wenigstens einen als Bördelrolle gebildeten Bördelform (11; 14) oder einer rechtwinkelig zu der Drehachse weisenden Achse zumindest eine gemeinsame Richtungskomponente hat.
18. Bördelvorrichtung nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Verwendung zum Falzen, vorzugsweise Rollfalzen, an einem Fahrzeugteil (1), beispielsweise an einer Fahrzeugtür.

5

19. Verfahren zum Umlegen eines Bördelstegs (2) eines Bauteils (1) um eine Bördelkante (3), bei dem

a) ein Werkzeugkopf (5), der eine vorlaufende Bördelform (11; 13) und eine nachlaufende Bördelform (12; 14) trägt, in einem Arbeitslauf entlang der Bördelkante (3) bewegt wird, wobei der Werkzeugkopf (5) vorzugsweise eine der Bördelformen (11, 12; 13, 14) relativ zu der anderen quer zu der Bördelkante (3) bewegbar trägt, 10
 b) wobei die vorlaufende Bördelform (11; 13) den Bördelsteg (2) umlegt 15
 c) und die nachlaufende Bördelform (12; 14) bei auf den Bördelsteg (2) wirkender vorlaufenden Bördelform (11; 13) im gleichen Arbeitslauf den Bördelsteg (2) weiter umlegt. 20

20. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Bördelformen (11, 12; 13, 14) bei dem Umlegen relativ zu der anderen in eine Richtung (P; Q) einfedert, die quer zu der Bördelkante (3) und ferner winkelig oder zumindest im Wesentlichen parallel zu einem Druck ist, den die einfedernde Bördelform (11; 14) bei dem Umlegen auf den Bördelsteg (2) ausübt. 25 30

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (1) von einer Bauteilaufnahme (4) aufgenommen wird, die einen von den Bördelformen (11, 12; 13, 14) ausgeübten Druck aufnimmt. 35

22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Bördelformen (11, 12; 13, 14) mit konstantem Druck auf den Bördelsteg (2) wirkt. 40

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Eckbereich der Bördelkante (3) unter Umkehrung der Arbeitsrichtung (L) mehrmals durchlaufen wird und in einem ersten Durchlauf die nachlaufende Bördelform (12; 14) von dem Bördelsteg (2) und in einem nachfolgenden zweiten Durchlauf die vorlaufende Bördelform (11; 13) von dem Bördelsteg (2) abgehoben ist, während die jeweils andere Bördelform den Bördelsteg (2) im jeweiligen Durchlauf umlegt. 45 50

55

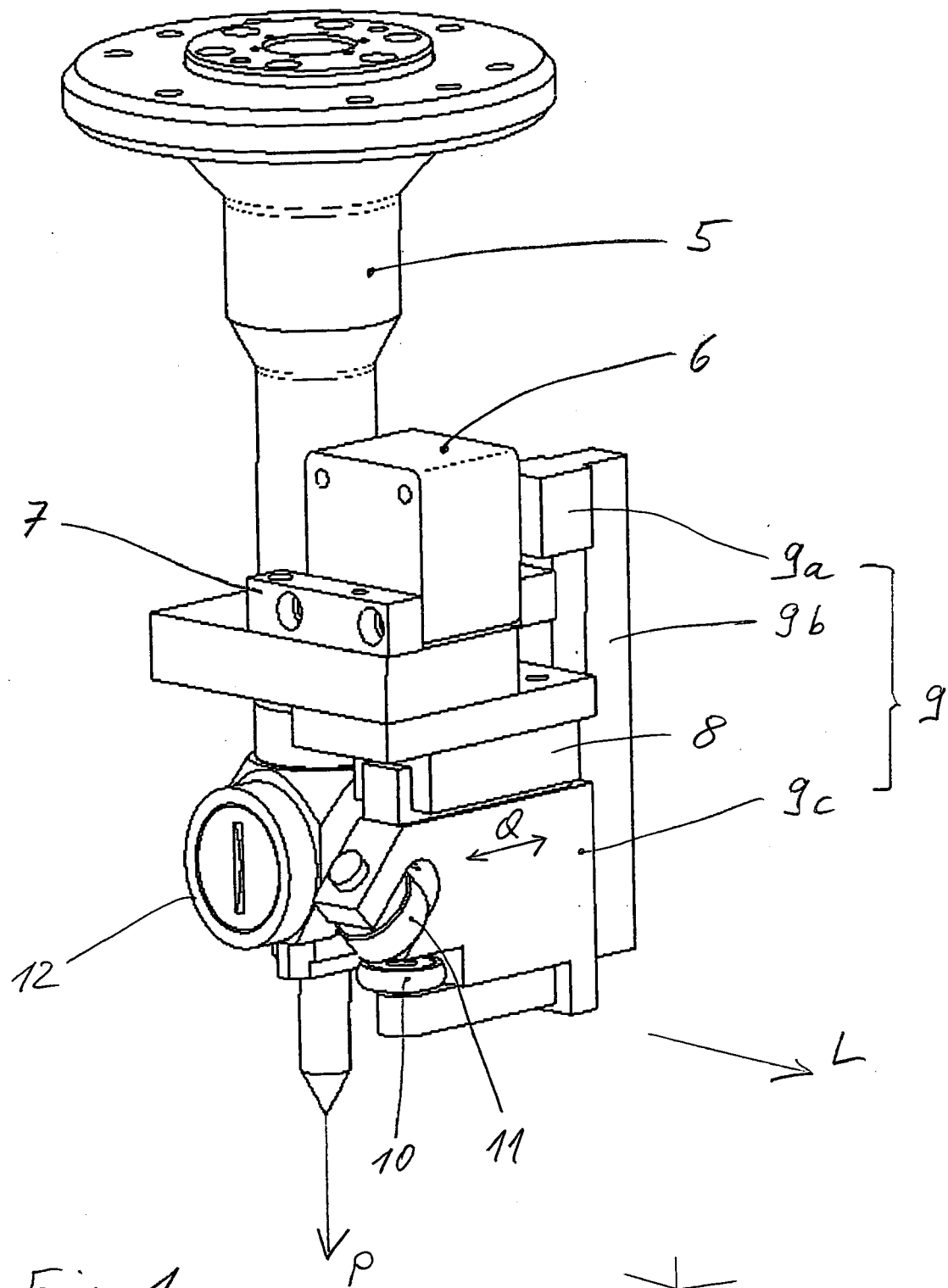


Fig. 1

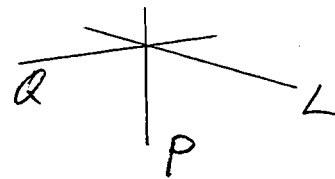


Fig. 2

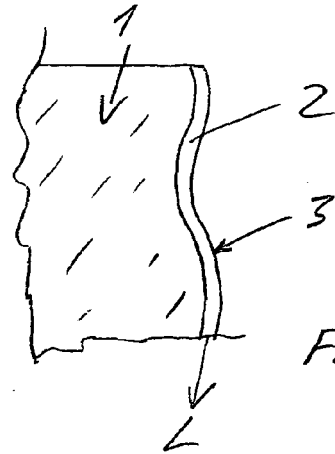
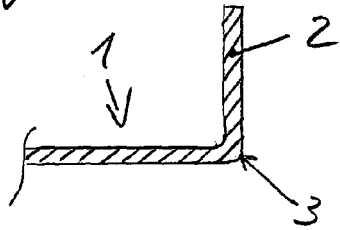


Fig. 3

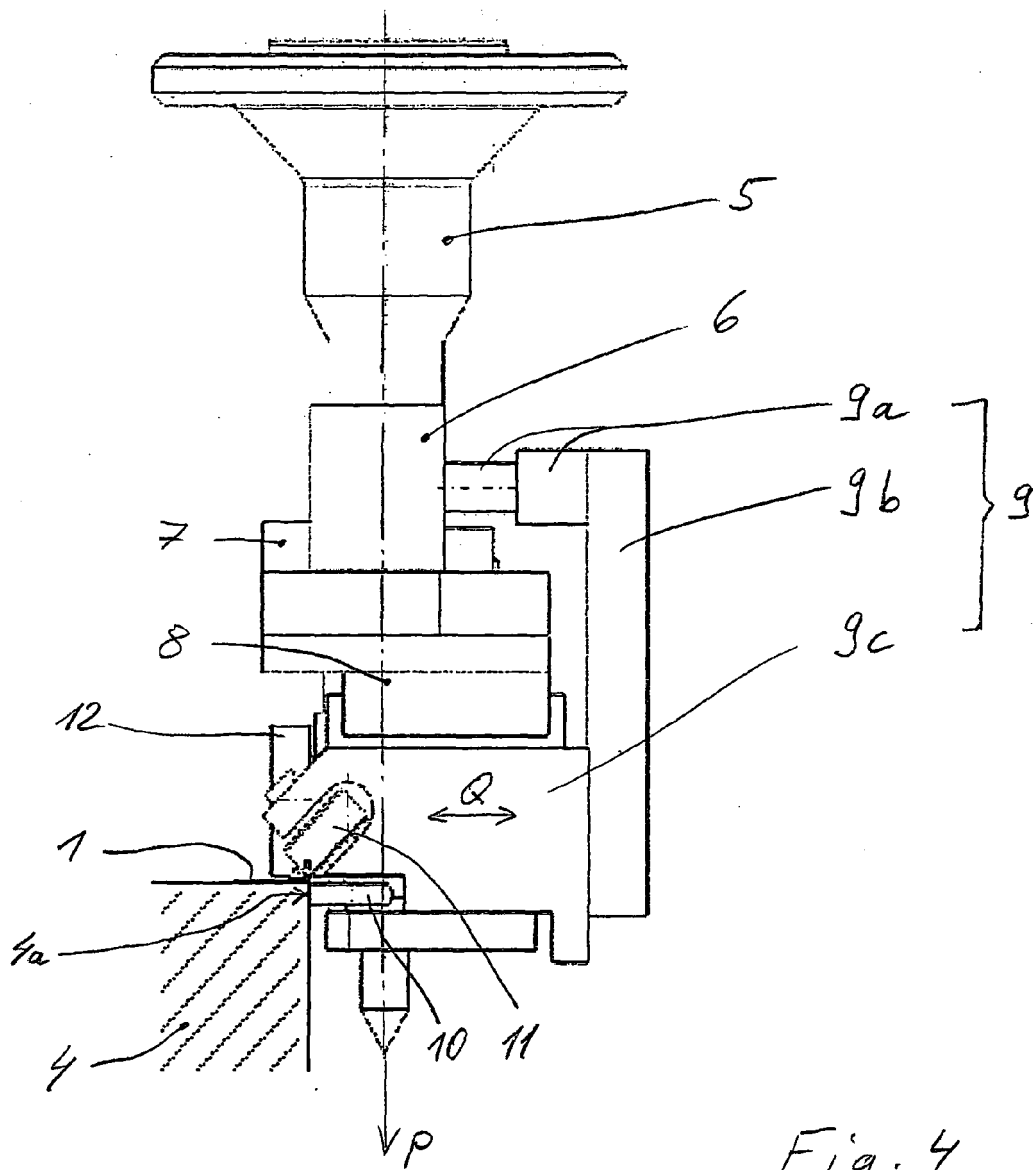


Fig. 4

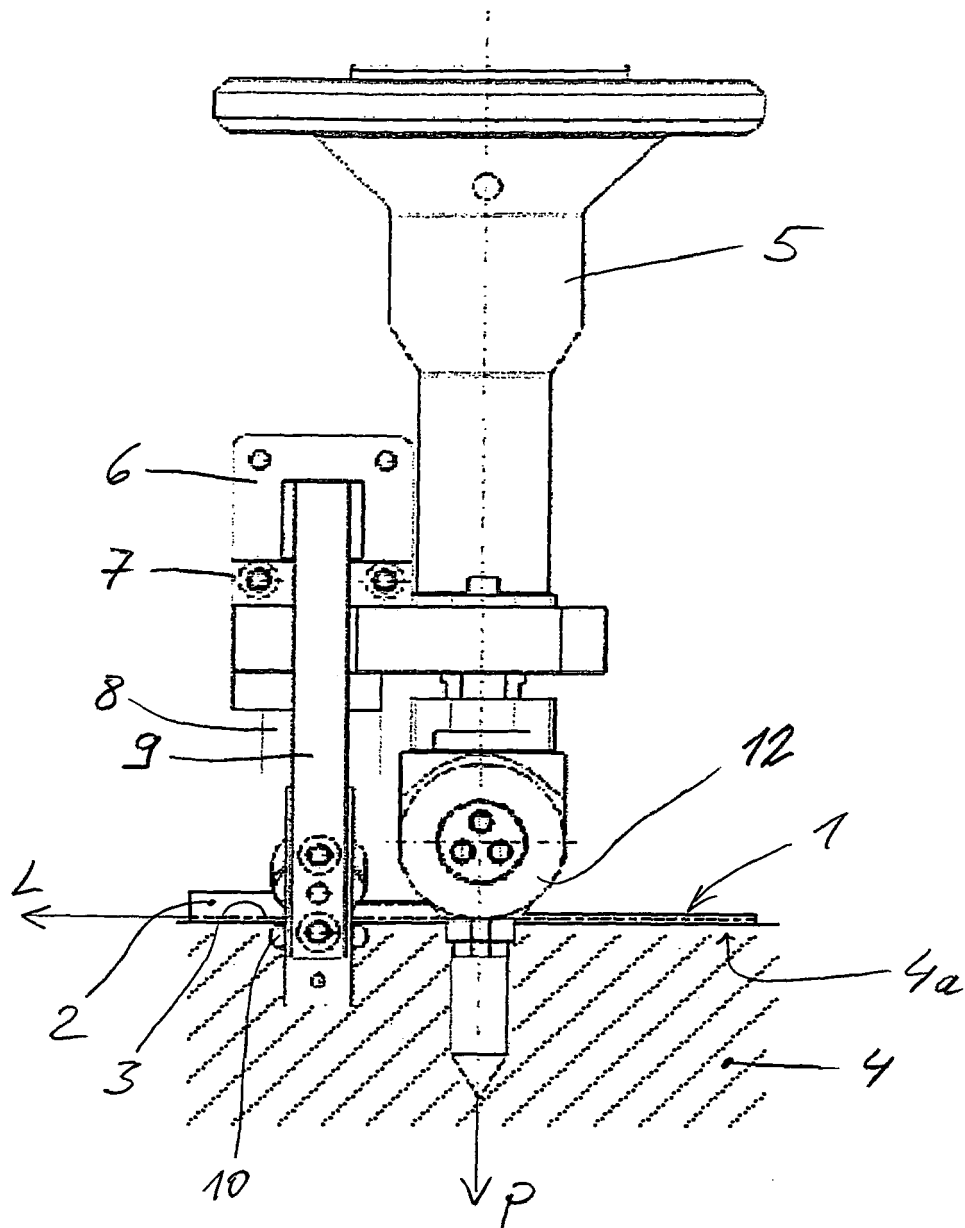


Fig. 5

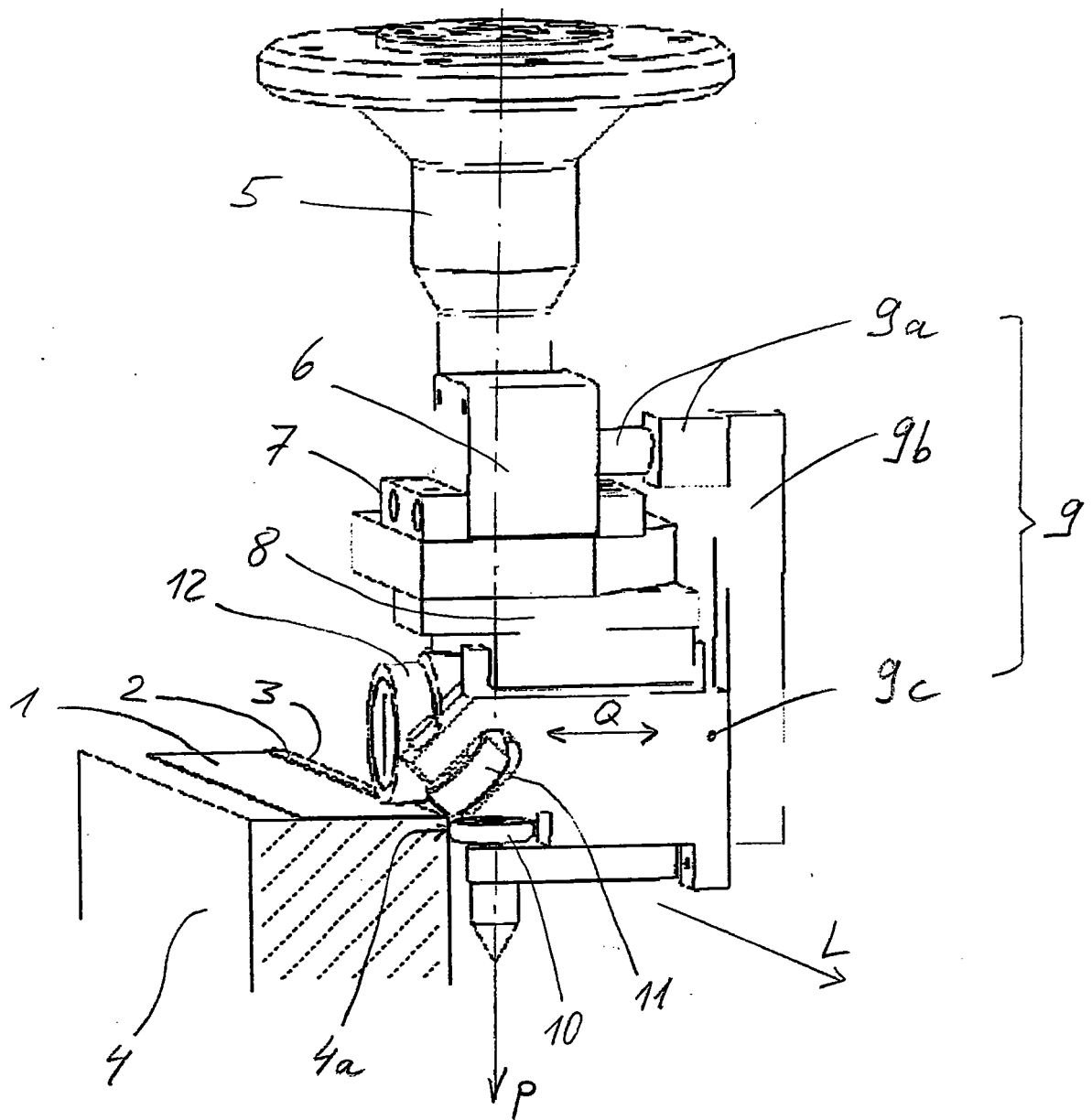
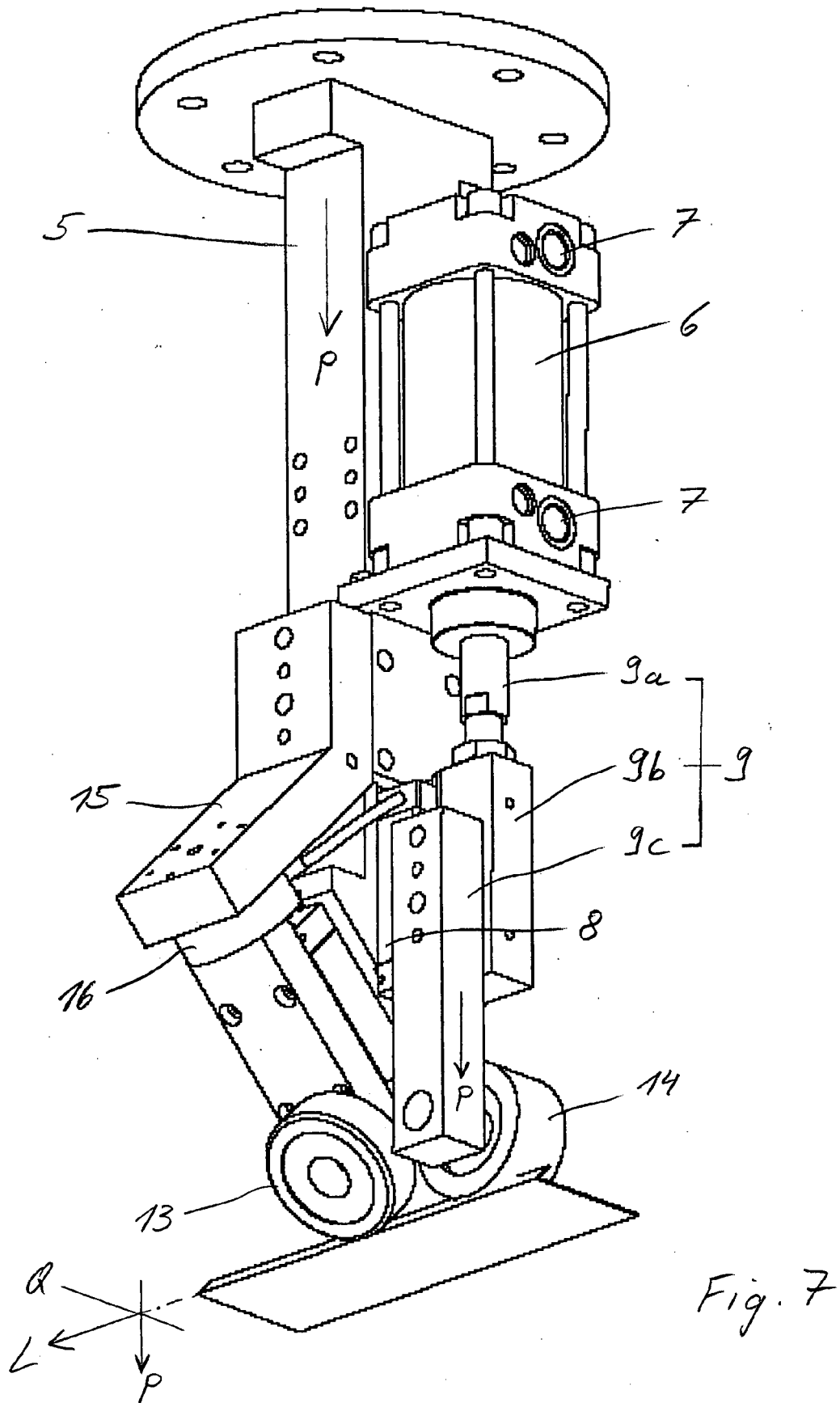
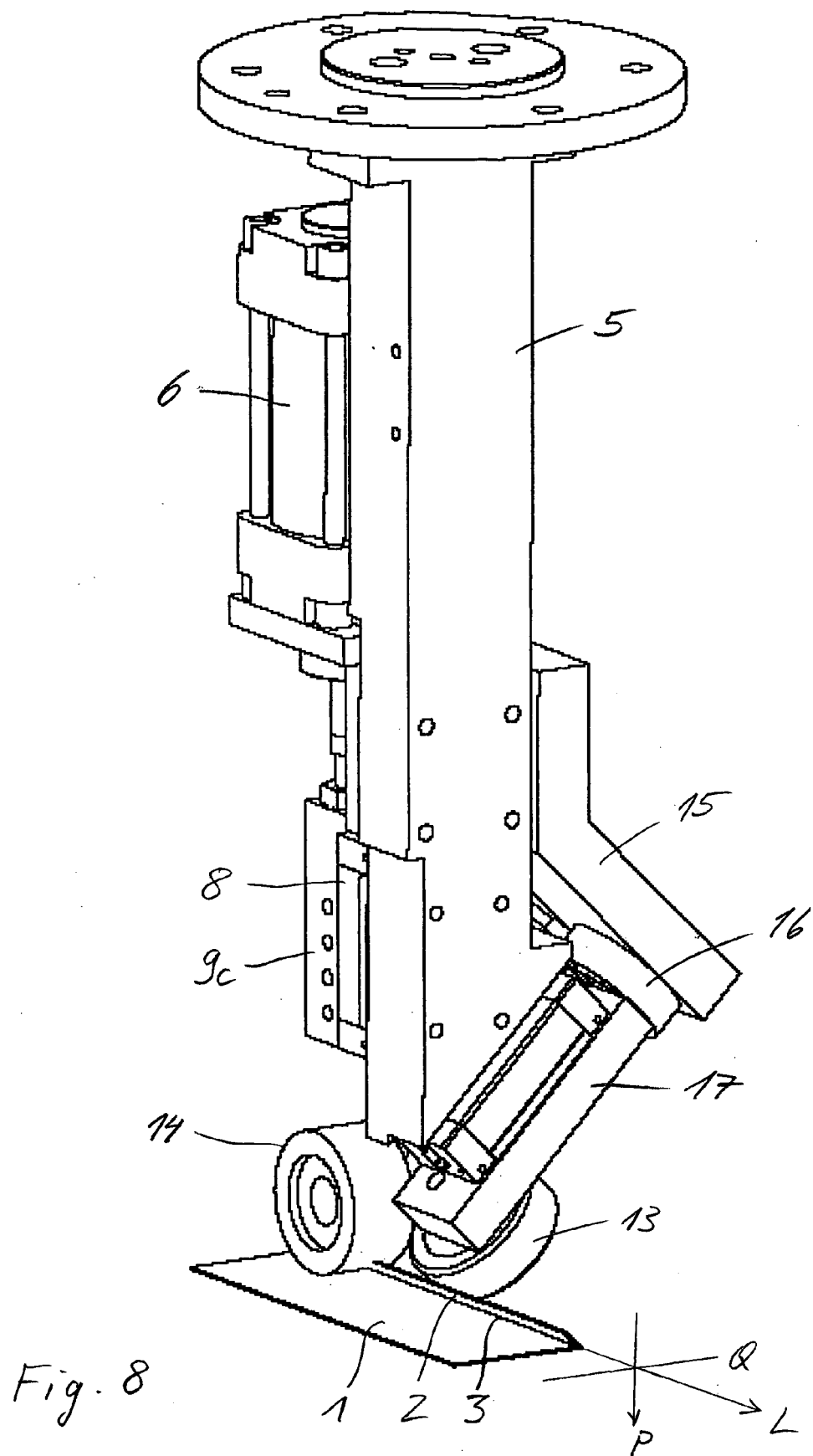


Fig. 6







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 00 1600

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 447 155 A (COMAU SPA) 18. August 2004 (2004-08-18)	1,5,9, 10,16, 18,19, 21-23	INV. B21D39/02
A	* Abbildungen 3,4,6 *	2-4,6-8, 11-15, 17,20	
X	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 20, 10. Juli 2001 (2001-07-10) -& JP 2001 062530 A (SANGO CO LTD), 13. März 2001 (2001-03-13)	1,5,9, 10,16, 18,19, 21-23	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 9,14,20 *	2-4,6-8, 11-15, 17,20	
A	----- EP 1 097 759 A (INCYTE PHARMACEUTICALS, INC; TRI ENGINEERING COMPANY LTD) 9. Mai 2001 (2001-05-09) * Abbildungen 1,17 *	1-23	
A	----- EP 1 162 011 A (AUDI AG) 12. Dezember 2001 (2001-12-12) * Abbildungen 1-4 *	1-23	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21D
D,A	----- WO 03/024641 A (EDAG ENGINEERING + DESIGN AKTIENGESELLSCHAFT; QUELL, EWALD; HOHMANN, M) 27. März 2003 (2003-03-27) * Abbildungen 1,2 *	1-23	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. Mai 2006	Prüfer Vinci, V
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 00 1600

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.

29-05-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1447155 A	18-08-2004	AT 294651 T	15-05-2005
		DE 60300614 D1	09-06-2005
		DE 60300614 T2	01-12-2005
		ES 2238640 T3	01-09-2005

JP 2001062530 A	13-03-2001	KEINE	

EP 1097759 A	09-05-2001	WO 0013816 A1	16-03-2000
		JP 3563349 B2	08-09-2004
		US 6477879 B1	12-11-2002

EP 1162011 A	12-12-2001	DE 10028706 A1	13-12-2001
		ES 2245658 T3	16-01-2006

WO 03024641 A	27-03-2003	DE 20280246 U1	15-07-2004
		EP 1420908 A1	26-05-2004
		JP 2005501740 T	20-01-2005
		US 2005015955 A1	27-01-2005

EPO FORM P0461

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