

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

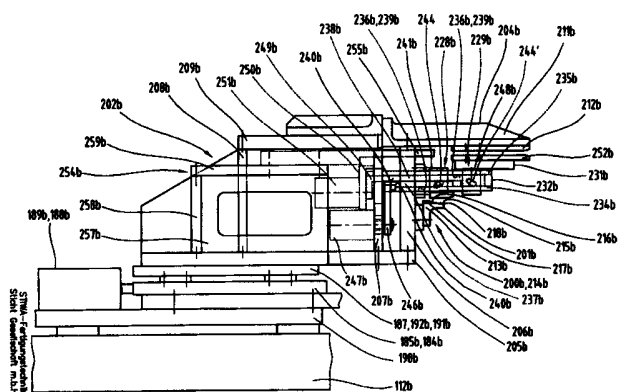
(21) Anmeldenummer: **A 2192/2004** (51) Int. Cl.⁸: **B23K 37/047** (2006.01)
(22) Anmeldetag: **29.12.2004**
(43) Veröffentlicht am: **15.07.2006**

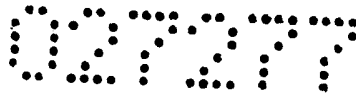
(73) Patentanmelder:

STIWA-FERTIGUNGSTECHNIK STICHT
GESELLSCHAFT M.B.H.
A-4800 ATTNANG-PUCHHEIM (AT)

(54) **FERTIGUNGSANLAGE UND VERFAHREN ZUM FÜGEN VON TEILEN**

(57) Die Erfindung beschreibt ein Verfahren und eine Fertigungsanlage zur Herstellung einer Baugruppe aus mehreren miteinander gerügten Teilen, bei dem der erste Teil (1) und zweite Teil (2) von einer Teilebereitstellung im Nahbereich einer Transporteinrichtung entnommen und auf einen von mehreren Teiletransportträgern der Transporteinrichtung in der Lage orientiert abgelegt und danach gemeinsam mit dem Teiletransportträger zu einer Fügestation transportiert werden. Der Teiletransportträger wird in der Fügestation in einer Halteposition angehalten, worauf die zueinander orientierten Teile (1,2) mittels einer Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b) gemeinsam aus einer Transportstellung am Teiletransportträger in eine Bereitstellungsposition bewegt, sodann zueinander positioniert, gespannt und hernach zur Baugruppe gefügt werden, worauf die gefügte Baugruppe auf einen von mehreren Teiletransportträgern wiederum abgelegt und mit diesem abtransportiert wird. Die Teiletransportträger umfassen eine Aufnahme mit ausschließlich einem Positioniermittel zum Halten eines der Teile (1) während dem Transport, und in Vorschubrichtung derselben im Abstand voneinander angeordnete, aufragende Seitenführungsflächen sowie zwei Auflageflächen für einen an diesen abstützenden Teil (1).

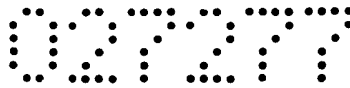




Z u s a m m e n f a s s u n g

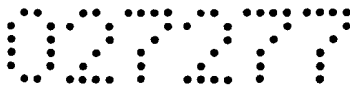
Die Erfindung beschreibt ein Verfahren und eine Fertigungsanlage zur Herstellung einer Baugruppe aus mehreren miteinander gefügten Teilen, bei dem der erste Teil (1) und zweite Teil (2) von einer Teilebereitstellung im Nahbereich einer Transporteinrichtung entnommen und auf einen von mehreren Teiletransportträgern der Transporteinrichtung in der Lage orientiert abgelegt und danach gemeinsam mit dem Teiletransportträger zu einer Fügestation transportiert werden. Der Teiletransportträger wird in der Fügestation in einer Halteposition angehalten, worauf die zueinander orientierten Teile (1, 2) mittels einer Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b) gemeinsam aus einer Transportstellung am Teiletransportträger in eine Bereitstellungsposition bewegt, sodann zueinander positioniert, gespannt und hernach zur Baugruppe gefügt werden, worauf die gefügte Baugruppe auf einen von mehreren Teiletransportträgern wiederum abgelegt und mit diesem abtransportiert wird. Die Teiletransportträger umfassen eine Aufnahme mit ausschließlich einem Positioniermittel zum Halten eines der Teile (1) während dem Transport, und in Vorschubrichtung derselben im Abstand voneinander angeordnete, aufragende Seitenführungsflächen sowie zwei Auflageflächen für einen an diesen abstützenden Teil (1).

Für die Zusammenfassung Fig. 13a verwenden.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Fertigungsanlage zur Herstellung einer Baugruppe aus mehreren miteinander gefügten Teilen und ein Transportsystem zur Beförderung der Teile zu einer Fügestation, wie in den Oberbegriffen der Ansprüche 1, 13 und 19 beschrieben.

Aus der EP 0 743 135 B1 ist eine Fertigungsanlage zur Herstellung einer Baugruppe aus mehreren Teilen durch Schweißen bekannt, die zu beiden Seiten eines Portals eine Zufördereinrichtung als Teilebereitstellung und innerhalb des Portals zwei Fertigungsanlagen umfasst, die jeweils aus einer Schweißstation mit einem längs des Portals verstellbaren Strahlschweißkopf und Spanneinheit besteht. Die Zufördereinrichtung weist eine Spannzanze auf, die in Längsrichtung des Portals verfahrbar angeordnet ist. Die Spannzanze besitzt einen Horizontalschlitz, an den sich beidseits Ablagerollen anschließen. Die Spanneinheit umfasst zwei Spanneinrichtungen, die jeweils einen Spanntisch und eine relativ zu diesem verstellbare Druckplatte umfasst. Zwischen den beiden Fertigungsanlagen ist eine Abfördereinrichtung für die geschweißten Baugruppen angeordnet. Gemäß dem Verfahren werden die Teile auf die Ablagerollen gelegt und gegeneinander in den Horizontalschlitz bewegt und in diesem klemmend gehalten. Danach verfährt die Spannzanze in die Schweißstation der Fertigungsanlage und legt die Teile auf dem Spanntisch ab, wo diese mittels der Druckplatte fixiert werden. Nunmehr wird der Druck auf die Teile im Horizontalschlitz aufgehoben und die Spannzanze aus der Schweißstation bewegt. Dabei wird eine Stoßfuge zwischen den Teilen freigegeben, entlang der ein Laserstrahl geführt wird, sodass eine Schweißnaht zwischen den beiden Teilen entsteht. Dieser bekannten Vorrichtung haftet der Nachteil an, dass die Spannzanze mit relativ zueinander verstellbaren Klemmenten versehen sein muss, wodurch das Gesamtgewicht der Spannzanze hoch ist und die Spannzanze von der Teilebereitstellung in die Schweißstation nur mit niedriger Ge-

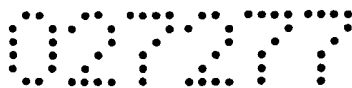


schwindigkeit verfahren werden kann. Diese hohen Verfahrzeiten erlauben keine wirtschaftliche Fertigung, was den Einsatz der bekannten Fertigungsanlage in der Serienproduktion unmöglich macht.

Ein Verfahren zum Fügen von Teilen in einer Fügeanlage ist aus der EP 1 281 471 A1 bekannt, bei dem zumindest zwei Teile auf einem Teiletransportträger in eine Fügestation verfahren und mittels einer darauf angeordneten Spann- und Positioniereinrichtung gespannt, positioniert sowie auf dem Weg in die Fügestation zu einer Teilegruppe gefügt werden. Dieses bekannte Verfahren ist dann von Vorteil, wenn mit längeren Transportzeiten der am Teiletransportträger aufgenommenen, positionierten und gespannten Teile zu einer Fügestation gerechnet werden muss, da während dieser Transportzeit bereits eine Fügeoperation erfolgt und eine vorgefertigte Teilegruppe der Fügestation zugeführt wird. Sind jedoch kurze Transportzeiten gefordert, muss der Teiletransportträger mit höheren Verfahrgeschwindigkeiten verfahren werden, was jedoch aufgrund der hohen Masse der am Teiletransportträger zusätzlich aufgebauten Spann-, Positionier- und gegebenenfalls Fügeeinrichtung begrenzt ist. Wird bei diesem bekannten System die Verfahrgeschwindigkeit der Teiletransportträger erhöht, werden diese in Schwingungen versetzt, weshalb das Fügen der Teile am Teiletransportträger unzureichend genau erfolgen wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Fertigungsanlage zur Herstellung einer Baugruppe aus mehreren miteinander gefügten Teilen und ein Transportsystem zur Beförderung der Teile zu einer Fügestation zu schaffen, mittels der die Taktzeit für den Transport der Teile von einer Teilebereitstellung zur Fügestation als auch für den Positionier- und Spannvorgang der Teile in der Fügestation niedrig gehalten wird und soll die Fertigungsanlage und das Transportsystems möglichst einfach aufgebaut sein.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die im Kennzeichenteil angegebenen Maßnahmen und Merkmale der Ansprüche 1, 13 und 19 gelöst. Dabei ist von Vorteil, dass die Teile lose zusammengefügt auf einem Teiletransportträger in die Fügestation gemeinsam herantransportiert und in dieser über zumindest eine Höhenpositioniervorrichtung vom Teiletransportträger bewegt werden und unabhängig von der Positioniergenauigkeit des Teiletransportträgers gegenüber die Fügestation, die Teile exakt zueinander positioniert und gespannt werden. Der Positionier- und Spannvorgang erfolgt getrennt vom Teiletransport-



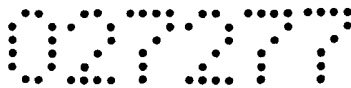
träger, sodass diese mit hoher Vorschubgeschwindigkeit verstellt werden können und selbst dann, wenn die Teiletransportträger in Schwingungen versetzt würden, diese keinen Einfluss auf die Positionier- und Spanngenaugkeit der Teile Auswirkung haben. Dazu kommt, dass die Teiletransportträger einfach und kostengünstig aufgebaut sein können, da eine Feinpositionierung der Teile gegenüber dem Teiletransportträger entfallen kann. Es muss alleinig ein zuverlässiger Transport der Teile über die Teiletransportträger sichergestellt werden. Zusätzliche Aufbauten an den Teiletransportträgern, die ein Spannen und gegebenenfalls Fügen ermöglichen, sind nicht erforderlich, womit die Teiletransportträger auch ein niedriges Eigengewicht besitzen und dadurch günstige dynamische Fahreigenschaften ermöglichen. Somit kann die stationär aufgestellte Fügestation optimal ausgelastet werden, die Taktzeit für die Herstellung einer Baugruppe reduziert sowie ein schonender Betrieb des Transportsystems erreicht werden.

Von Vorteil sind auch die Maßnahmen nach den Ansprüchen 2 und 3, wonach die zunächst gemeinsam vom Teiletransportträger abgehobenen Teile über zwei Höhenpositioniervorrichtungen unabhängig voneinander jeweils in eine in der Fügestation vorgegebene Spannposition verbracht und in dieser gespannt werden. Dadurch wird eine exakte Positionierung der Teile zueinander erreicht.

Die in den Ansprüchen 4 und 5 beschriebenen Maßnahmen ermöglichen eine besonders einfache Ansteuerung der die Spannwerkzeuge aufweisenden Spanneinheiten.

Gemäß der in Anspruch 6 beschriebenen Maßnahme werden die miteinander zu fügenden Teile unabhängig von deren Maßabweichungen stets in dieselbe Spannposition und die zwischen diesen ausgebildete Fügestelle zentrisch gegenüber die Fügestation gespannt. Dadurch muss eine Fügeeinrichtung, insbesondere ein Strahlschweißkopf oder Kleberzuführkopf, ausschließlich nach einer einmalig programmierten Bewegungsbahn verfahren und werden dabei die Teile an der Fügestelle ordnungsgemäß miteinander verbunden.

Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 7, da der Fahrweg zwischen der Ausgangs- und Zwischenposition naturgemäß größer ist als der Spannweg und deshalb der Zeitaufwand für die Zustellung de(r)s Spannwerkzeuge(s) aus der Ausgangsposition in die Zwischenposition in Grenzen gehalten wird, sodass die durchschnittliche Taktzeit für den



Positionier- und Spannvorgang der Teile verkürzt und eine hohe Prozesssicherheit erreicht wird.

Nach Anspruch 8 werden die zu fügenden Teile in einem bestimmten Zeitabstand kontinuierlich der Fügestation zugeführt und dadurch eine optimale Auslastung der Fügestation erreicht.

Nach Anspruch 9 kann eine Strategie für die Abfolge der Bewegung der Teiletransportträger in Abhängigkeit der Auslastung der Fügestation erfolgen.

Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 10, da die Teile in der Fügestation nur im Ausmaß von einigen wenigen Millimetern vom Teiletransportträger beispielsweise abgehoben werden, sodann der Positionier- und Fügevorgang der Teile erfolgt und daraufhin die gefügte Baugruppe wiederum auf den gleichen Teiletransportträger abgesetzt wird. Somit kann die Taktzeit der Fügestation weiterhin optimiert werden.

Eine weitere Taktzeitoptimierung für das Transportsystem wird nach der Maßnahme in Anspruch 11 beschrieben.

Darüber hinaus ist von Vorteil, wenn das Fügen mittels Schweißstrahl erfolgt, wie im Anspruch 12 beschrieben, wodurch auch Teile mit niedrigen Maßungenaugkeiten ohne Beeinträchtigung der Qualität der Fügeverbindung verarbeitet werden können sowie eine Aufhärtung des Materials im Fügebereich erreicht wird. In der Praxis hat sich das Schweißen mittels Laserstrahl als Vorteil erwiesen, da mit diesem Schweißverfahren Schweißspannungen niedrig gehalten werden und der Verzug der miteinander zu verschweißenden Teile vernachlässigbar gering ist. Auf diese Weise wird eine hohe Maßgenauigkeit der geschweißten Baugruppe erreicht.

Vorteilhaft ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 14, da eine Vielzahl von Teilen auf Vorrat der Transporteinrichtung bereitgestellt werden.

Nach Anspruch 15 können die Hilfsteiletransportträger manuell von einer Bedienperson oder automatisch über einen Roboter mit weiteren Teilen beschickt werden und werden die Teile in ausreichender Menge der Transporteinrichtung bereitgestellt. Da die Teile stets in der richtigen Orientierung auf die Hilfsteiletransportträger abgelegt werden, kann ein zwi-



schen der Zufördereinrichtung und der Transporteinrichtung angeordnetes Handhabungssystem zur Übergabe eines Teiles auf einen Teiletransportträger der Transporteinrichtung einfach gestaltet werden.

Gemäß Anspruch 16 ist eine Vorrichtung vorgeschlagen, die zur Vereinzelung von Kleinteilen besonders gut geeignet ist, die aufgrund deren Beschaffenheit gefährdet sind, sich ineinander zu verhängen und der Transporteinrichtung lageorientiert zugeführt werden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung einer einfach aufgebauten Aufnahme eines Hilfsteiletransportträgers und Teiletransportträgers ist im Anspruch 17 beschrieben.

In einer Ausgestaltung des Transportsystems nach Anspruch 18, ist zwischen der Transporteinrichtung und dem Teilespeicher zumindest ein Handhabungssystem angeordnet, über das die Teile zwischen einer Übergabeposition an der Teilebereitstellung und einer Übernahmeposition an der Transporteinrichtung lageorientiert manipuliert werden.

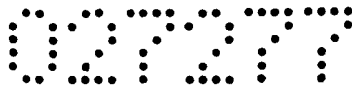
Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Fertigungsanlage sind in den Ansprüchen 20 und 34 beschrieben, wodurch eine ungewollte Verlagerung der Teile während der Bewegung aus ihrer Transportstellung in die Bereitstellungsposition vermieden wird.

Gemäß den Ansprüchen 21 und 35 kann die Hebevorrichtung der Höhenpositioniervorrichtung(en) unabhängig vom Spannsystem gesteuert werden.

Gemäß den Ansprüchen 22 und 36 wird ein Hochheben der Teile von der Transportstellung in die Bereitstellungsposition begünstigt und eine sichere Auflage des Teiles an den Auflagerelementen ermöglicht.

Von Vorteil sind auch die Weiterbildungen nach den Ansprüchen 23 bis 25 und 29 bis 31, da die Spanneinrichtungen der ersten und zweiten Spanneinheit platzsparend angeordnet sind und eine überschaubare Anzahl von Bewegungsachsen umfasst, was wiederum maßgebend ist für die Optimierung der Taktzeit des Positionier- und Spannvorganges der Teile im Spannsystem.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Fertigungsanlage ist im Anspruch 26 beschrieben, wodurch der Aufbau der Spanneinrichtungen weiters vereinfacht wird und eine hohe Zuver-



lässigkeit in der Arbeitsweise der Spanneinrichtungen im rauen Produktionsbetrieb geschaffen ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Ansprüchen 27 und 32 beschrieben, wodurch eine exakte Verstellung und Positionierung des Auflagerelementes oder des Spannwerkzeuges möglich ist. Die stufenlos steuerbaren Elektromotoren, insbesondere Servomotoren, sind mit einer Auswerteeinheit verbunden, die zum Erfassen der Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges ausgeführt ist, anhand der bzw. dem eine Produktionsüberwachung möglich ist.

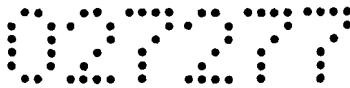
Gemäß Anspruch 28 ist von Vorteil, dass der über die Spannwerkzeuge in einer ersten Raumrichtung positioniert gehaltene, erste Teil über ein Anpresselement auch in einer zweiten Raumrichtung positioniert und fixiert wird. Auf diese Weise wird eine besonders hohe Positioniergenauigkeit des Teiles gegenüber die Fügestation erreicht.

Vorteilhaft ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 33, wonach die jeweils auf einem Teiletransportträger zur Fügestation transportierten Teile über voneinander getrennte Höhenpositioniervorrichtungen in die vorgegebenen Bereitstellungspositionen verbracht und danach gespannt werden. Dadurch wird eine exakte Positionierung der Teile zueinander erreicht.

Aber auch die Fortbildung nach Anspruch 37 ist von Vorteil, da das Anpresselement der Anpressvorrichtung mehrere Funktionen erfüllt und sich dadurch der Aufbau der Spanneinrichtungen weiters vereinfacht.

Gemäß der im Anspruch 38 beschriebenen Spanneinrichtungen der dritten Spanneinheit, können die Teile einerseits in einer dritten Raumrichtung positioniert und andererseits gespannt werden. Mit anderen Worten erfüllen die Spanneinrichtungen der dritten Spanneinheit mehrere Funktionen und wird eine Optimierung der Taktzeit als auch ein einfacher Aufbau des Spannsystems erreicht.

Von Vorteil ist auch die Anordnung der dritten Spanneinheit, wie im Anspruch 39 beschrieben, da der ohnehin vorhandene Raum entlang und seitlich der Transporteinrichtung besser ausgenutzt wird.



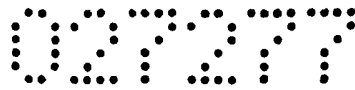
Von Vorteil ist auch die Weiterbildung nach Anspruch 40, da die Spanneinrichtungen der dritten Spanneinheit eine überschaubare Anzahl von Bewegungsachsen umfasst, was wiederum maßgebend ist für die Optimierung der Taktzeit des Positionier- und Spannvorganges der Teile im Spannsystem.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist auch im Anspruch 41 beschrieben, wodurch eine exakte Verstellung und Positionierung des Spannwerkzeuges möglich ist. Die stufenlos steuerbaren Elektromotoren, insbesondere Servomotoren, sind mit einer Auswerteeinheit verbunden, die zum Erfassen der Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges ausgeführt ist, anhand der bzw. dem eine Produktionsüberwachung möglich ist.

Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Fertigungsanlage ist im Anspruch 42 beschrieben. In vorteilhafter Weise wird die Verstellbewegung der Spanneinrichtungen der ersten und zweiten Spanneinheit überlagert, sodass die Verstellzeiten der einzelnen Spanneinrichtungen des Spannsystems reduziert werden können.

Vorteilhaft ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 43, da die Zustellachsen üblicherweise auf eine höhere Antriebsleistung ausgelegt sind und mit höheren Verfahrgeschwindigkeiten als die der Spanneinheiten verfahren können, sodass die Zustellbewegung der Spanneinrichtungen aller Spanneinheiten aus einer seitlich neben der Transporteinrichtung befindlichen Vorposition in die Ausgangsposition eine kürzere Zeitdauer in Anspruch nimmt.

Von Vorteil ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 44, wobei von der Auswerteeinheit die von den Elektromotoren ausgeübten Drehmomente erfasst und daraus die aktuellen Istwerte der Spannkraft und/oder des Verfahren- und Spannweges ermittelt und mit Sollwerten verglichen werden sowie eine Qualitätsbeurteilung der einzelnen Teile durchgeführt wird. Damit kann der gesamte Produktionsprozess verbessert und der Ausschuss verringert werden. Außerdem können zusätzliche Sensoren zur Erfassung der Drehmomente entfallen, bei denen überdies noch mit Messfehlern gerechnet werden muss.



Von Vorteil ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 45, wodurch eine gute Zugänglichkeit des Strahlschweißkopfes zu den im Spannsystem gespannten Teilen bzw. Fügestellen möglich ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung einer Transporteinrichtungen ist im Anspruch 46 beschrieben, mit der die Teiletransportträger beschleunigt und verzögert getaktet werden können und eine Optimierung der Taktzeit für den Teiletransport möglich ist. Zudem werden die Teiletransportträger mit einer hohen Positioniergenauigkeit verstellt.

Vorteilhaft ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 47, da die Abfolge der Bewegung der Teiletransportträger in Abhängigkeit der Auslastung der Fügestation gesteuert werden kann.

Die Erfindung betrifft weiters ein Fertigungsverfahren und ein Fertigungssystem zur Herstellung einer Baugruppe aus mehreren Teilen durch Fügen, wie in den Oberbegriffen der Ansprüche 48 und 66 beschrieben.

Aus der EP 0 438 988 B1 ist ein Fertigungssystem zur Herstellung einer Baugruppe aus Teilen durch Fügen bekannt, die zwei Teilebereitstellungen für unterschiedliche Teile, eine Fertigungsanlage und eine Abfördervorrichtung für die aus den einzelnen Teile zusammengesetzte Baugruppe umfasst. Die Teilebereitstellungen umfassen eine Mehrzahl von palettierbaren Behältern, wovon in einem jeden Behälter Teile des einen Typs aufbewahrt sind. Ebenso weist die Abfördervorrichtung eine Mehrzahl von palettierbaren Behälter zur Aufnahme der geschweißten Baugruppen auf. Die Fertigungsanlage ist durch im Nahbereich der Teilebereitstellungen angeordnete Spanneinheiten und Schweiß- und Handhabungsroboter gebildet. Jede der Spanneinheiten weist einen um eine vertikale Achse drehbaren Tisch auf, der mit zwei zusammenwirkenden Spanneinrichtungen ausgestattet ist. Der drehbare Tisch kann in zwei unterschiedlichen Positionen gestoppt werden, von denen in jeder ein Abschnitt des drehbaren Tisches der entsprechenden Teilebereitstellung gegenüberliegt, sodass dieser mit verschiedenen, aus den Teilebereitstellungen entnommenen Teile beschickt werden kann. Die Teile werden sodann professorisch zusammengebaut und mittels den Spanneinrichtungen fixiert und über den Schweißroboter miteinander verbunden. Darauffolgend werden die geschweißten Baugruppen in die Behälter der Abför-

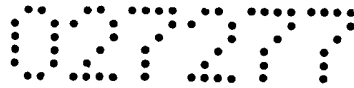


dervorrichtung abgelegt. Dieses bekannte Fertigungssystem ist nur für geringe Stückzahlen ausgelegt und erlaubt die Verarbeitung von nur einem geringen Teilespektrum.

Eine andere Ausführung eines Fertigungssystem ist aus der DE 100 18 422 A1 bekannt, das drei Fertigungsanlagen umfasst, wovon einer jeden ein Roboter, ein am Roboterarm befestigter Strahlschweißkopf, eine Laserstrahlquelle (Lasergenerator) sowie eine Anschlussschnittstelle zugeordnet ist. Ein Lichtwellenleiter verbindet den Strahlschweißkopf mit der Anschlussschnittstelle, die ihrerseits über einen externen Lichtwellenleiter mit der Laserstrahlquelle verbunden ist. Zusätzlich ist das Fertigungssystem mit einer vierten Laserstrahlquelle ausgestattet, die über Lichtwellenleiter mit den Anschlussschnittstellen der drei Fertigungsanlagen verbunden ist. Wird eine Fertigungsanlage um einen weiteren Roboter und Strahlschweißkopf erweitert, wird letzterer über Lichtwellenleiter mit der Anschlussschnittstelle verbunden. Die Laserstrahlung wird über eine Strahlweiche von der vierten Laserstrahlquelle in den betreffenden Lichtwellenleiter und in den neu hinzugefügten Strahlschweißkopf eingekoppelt. Beim bekannten Fertigungssystem werden die Fertigungsanlagen parallel betrieben und ist für jede der Fertigungsanlagen eine eigene Laserstrahlquelle und eine Koppelungsmöglichkeit zu einer weiteren Laserstrahlquelle vorgesehen. Das bekannte Fertigungssystem ist nur unter hohem Kostenaufwand realisierbar, da die Laserstrahlquellen in der Anschaffung sehr teuer sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Fertigungsverfahren und ein Fertigungssystem zur Herstellung einer Baugruppe aus mehreren Teilen durch Fügen zu schaffen, mit dem eine hohe Auslastung der in der Anschaffung sehr kostspieligen Energiequelle, insbesondere Strahlquelle, erreicht wird und die Taktzeiten für den Fügeprozess in der Fügestation als auch für den Transport der Teile und Baugruppen entlang dem Transportsystem niedrig gehalten werden können.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die in den Kennzeichenteilen der Ansprüche 48 und 66 angegebenen Maßnahmen und Merkmale gelöst. Von Vorteil ist, dass der Spann- und Schweißvorgang in der ersten Fertigungsanlage und der Transportvorgang in der zweiten Fertigungsanlage oder umgekehrt, simultan durchgeführt werden, womit einerseits die ausschließlich eine Energiequelle, insbesondere eine Laserstrahlquelle, für die zwei Strahlschweißstationen optimal ausgelastet ist und andererseits der Produktionsfluss nicht unter-



brochen wird und die Gesamttaktzeit zur Herstellung einer Baugruppe mit dem Fertigungssystem optimiert ist.

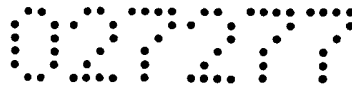
Von Vorteil sind auch die Maßnahmen und Merkmale nach den Ansprüchen 49, 51 und 67, da die Teile oder die vorgefügte Baugruppe und der weitere Teil über einen Teiletransportträger in die erste oder zweite Strahlschweißstation gemeinsam herantransportiert und in dieser über zumindest eine Höhenpositioniervorrichtung vom Teiletransportträger in die Bereitstellungsposition bewegt werden und unabhängig von der Positioniergenauigkeit des Teiletransportträgers gegenüber die Strahlschweißstation, die Teile exakt zueinander positioniert und gespannt werden. Ebenso kann die Strahlschweißstation einfach aufgebaut werden, da nur eine Höhenpositioniervorrichtung erforderlich ist. Nach dem Schweißen wird die geschweißte Baugruppe auf den Teiletransportträger abgelegt und über diesen abtransportiert.

Vorteilhaft sind auch die Maßnahmen nach den Ansprüchen 50 und 52, wonach die Teile oder die vorgefügte Baugruppe und der weitere Teil über voneinander getrennt ausgebildete Höhenpositioniervorrichtungen manipuliert werden. Dadurch wird eine exakte Positionierung der Teile oder der vorgefügten Baugruppe und des weiteren Teil zueinander erreicht.

Gemäß den Maßnahmen in den Ansprüchen 53 und 54 wird eine exakte Positionierung der Teile zueinander und gegenüber die Strahlschweißstation erreicht.

Die in den Ansprüchen 55 und 56 beschriebenen Maßnahmen ermöglichen eine besonders einfache Ansteuerung der die Spannwerkzeuge aufweisenden Spanneinheiten.

Gemäß der in Anspruch 57 beschriebenen Maßnahme werden die miteinander zu fügenden Teile oder die Baugruppe und der weitere Teil unabhängig von deren Maßabweichungen stets in dieselbe Spannposition und die zwischen diesen ausgebildete Fügestelle zentrisch gegenüber die Strahlschweißstation gespannt. Dadurch muss ein Strahlschweißkopf ausschließlich nach einer einmalig programmierten Bewegungsbahn verfahren und werden dabei die Teile oder die Baugruppe und der weitere Teil an der Fügestelle ordnungsgemäß miteinander verbunden.



Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 58, da der Verfahrensweg zwischen der Ausgangs- und Zwischenposition naturgemäß größer ist als der Spannweg und deshalb der Zeitaufwand für die Zustellung de(r)s Spannwerkzeuge(s) aus der Ausgangsposition in die Zwischenposition in Grenzen gehalten wird, sodass die durchschnittliche Taktzeit für den Positionier- und Spannvorgang der Teile oder der Baugruppe und dem weiteren Teil verkürzt und eine hohe Prozesssicherheit erreicht wird.

Nach Anspruch 59 werden die zu fügenden Teile oder die Baugruppe und der weitere Teil in einem bestimmten Zeitabstand kontinuierlich der Strahlschweißstation zugeführt und dadurch eine optimale Auslastung der Strahlschweißstation erreicht.

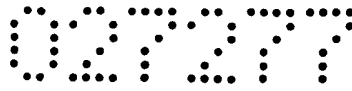
Nach Anspruch 60 kann eine Strategie für die Abfolge der Bewegung der Teiletransportträger in Abhängigkeit der Auslastung der Strahlschweißstation erfolgen.

Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 61, da die Teile und/oder die Baugruppe in der Strahlschweißstation nur im Ausmaß von einigen wenigen Millimetern vom Teiletransportträger beispielsweise abgehoben werden, sodann der Positionier- und Fügevorgang der Teile und/oder Baugruppe erfolgt und daraufhin die gefügte Baugruppe wiederum auf den gleichen Teiletransportträger abgesetzt wird. Somit kann die Taktzeit der Strahlschweißstation weiterhin optimiert werden.

Eine weitere Taktzeitoptimierung für das Transportsystem wird nach der Maßnahme in Anspruch 62 beschrieben.

Darüber hinaus ist von Vorteil, wenn das Fügen mittels Schweißstrahl erfolgt, wie im Anspruch 63 beschrieben, wodurch auch Teile mit niedrigen Maßungengenauigkeiten ohne Beeinträchtigung der Qualität der Fügeverbindung verarbeitet werden können sowie eine Aufhärtung des Materials im Fügebereich erreicht wird. In der Praxis hat sich das Schweißen mittels Laserstrahl als Vorteil erwiesen, da mit diesem Schweißverfahren Schweißspannungen niedrig gehalten werden und der Verzug der miteinander zu verschweißenden Teile vernachlässigbar gering ist. Auf diese Weise wird eine hohe Maßgenauigkeit der geschweißten Baugruppe erreicht.

Gemäß der Maßnahme nach Anspruch 64 ist eine optimale Auslastung der Energiequelle erreicht.



Durch die Maßnahme nach Anspruch 65 können Kollisionen zwischen dem Strahlschweißkopf und dem Spannsystem vermieden werden und wird die Zustellung des Strahlschweißkopfes in die Startposition nur dann vorgenommen, wenn die Teile fixiert und auf Maßhaltigkeit überprüft und als „Gutteile“ verifiziert wurden. Sofern einer der Teile nicht der Maßhaltigkeit entspricht, wird von der Auswerteeinheit dieser Teil als „Schlechtteil“ verifiziert und der Strahlschweißkopf erst gar nicht in die Startposition im Nahbereich der Fügestelle zwischen den Teilen bewegt. Dadurch werden unnötige Verstellbewegungen des Strahlschweißkopfes vermieden, die Strahlschweißstation nur kurzzeitig blockiert und der „Schlechtteil“ nicht weiter verarbeitet und auf einen Teiletransportträger abgelegt und ausgeschleust.

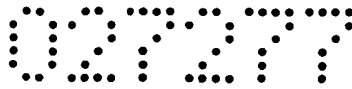
Vorteilhaft ist auch die Ausbildung nach Anspruch 68, wonach die Teile oder die vorgefügte Baugruppe und der weitere Teil über quer zur Vorschubrichtung der Teiletransportträger einander gegenüberliegende und voneinander getrennt ausgebildete Höhenpositioniervorrichtungen in eine in der Strahlschweißstation vorgegebene Bereitstellungsposition verbracht und danach gespannt werden. Dabei wird eine ungewollte Verlagerung der Teile oder der vorgefügten Baugruppe und des weiteren Teiles während der Bewegung aus ihrer Transportstellung in die Bereitstellungsposition vermieden wird.

Gemäß den Ansprüchen 69 und 83 kann die Hebevorrichtung der Höhenpositioniervorrichtung(en) unabhängig vom Spannsystem gesteuert werden.

Gemäß den Ansprüchen 70 und 84 wird ein Hochheben der Teile oder vorgefügten Baugruppe und des weiteren Teiles von der Transportstellung in die Bereitstellungsposition begünstigt.

Von Vorteil sind auch die Weiterbildungen nach den Ansprüchen 71 bis 73 und 77 bis 79, da die Spanneinrichtungen der ersten und zweiten Spanneinheit platzsparend angeordnet sind und eine überschaubare Anzahl von Bewegungsachsen umfasst, was wiederum maßgebend ist für die Optimierung der Taktzeit des Positionier- und Spannvorganges der Teile und/oder Baugruppe im Spannsystem.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Fertigungsanlage ist im Anspruch 74 beschrieben, wodurch der Aufbau der Spanneinrichtungen weiters vereinfacht wird und eine hohe Zuver-



lässigkeit in der Arbeitsweise der Spanneinrichtungen im rauen Produktionsbetrieb geschaffen ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Ansprüchen 75 und 80 beschrieben, wodurch eine exakte Verstellung und Positionierung des Auflagerelementes oder des Spannwerkzeuges möglich ist. Die stufenlos steuerbaren Elektromotoren, insbesondere Servomotoren, sind mit einer Auswerteeinheit verbunden, die zum Erfassen der Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges ausgeführt ist, anhand der bzw. dem eine Produktionsüberwachung möglich ist.

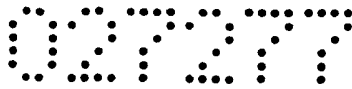
Gemäß Anspruch 76 ist von Vorteil, dass der über die Spannwerkzeuge in einer ersten Raumrichtung positioniert gehaltene, erste Teil über ein Anpresselement auch in einer zweiten Raumrichtung positioniert und fixiert wird. Auf diese Weise wird eine besonders hohe Positioniergenauigkeit des Teiles gegenüber die Strahlschweißstation erreicht.

Vorteilhaft ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 81, wonach die jeweils auf einem Teiletransportträger zur Fügestation transportierten Teile oder Baugruppe über voneinander getrennte Höhenpositioniervorrichtungen in die vorgegebenen Bereitstellungspositionen verbracht und danach gespannt werden. Dadurch wird eine exakte Positionierung der Teile oder der Baugruppe und des weiteren Teiles zueinander möglich.

Vorteilhaft ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 82, wonach die Teile oder die vorgefügte Baugruppe und der weitere Teil über paarweise gegenüberliegende und voneinander getrennt ausgebildete Höhenpositioniervorrichtungen unabhängig voneinander in eine vorgegebene Bereitstellungsposition verbracht und danach gespannt werden. Eine unerwünschte Verlagerung der Teile oder der Baugruppe und des weiteren Teiles während der Bewegung aus ihrer Transportstellung in die Bereitstellungsposition wird wirkungsvoll vermieden.

Aber auch die Fortbildung nach Anspruch 85 ist von Vorteil, da das Anpresselement der Anpressvorrichtung mehrere Funktionen erfüllt und sich dadurch der Aufbau der Spanneinrichtungen weiters vereinfacht.

Gemäß der im Anspruch 86 beschriebenen Spanneinrichtungen der dritten Spanneinheit in der ersten Fertigungsanlage, können die Teile einerseits in einer dritten Raumrichtung po-



sitioniert und andererseits gespannt werden. Mit anderen Worten erfüllen die Spanneinrichtungen der dritten Spanneinheit mehrere Funktionen und wird eine Optimierung der Taktzeit als auch ein einfacher Aufbau des Spannsystems erreicht.

Von Vorteil ist auch die Anordnung der dritten Spanneinheit, wie im Anspruch 87 beschrieben, da der ohnehin vorhandene Raum entlang und seitlich der Transporteinrichtung ausgenutzt wird.

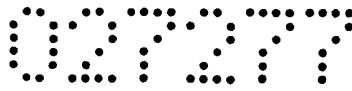
Von Vorteil sind auch die Weiterbildung nach Anspruch 88, da die Spanneinrichtungen der dritten Spanneinheit eine überschaubare Anzahl von Bewegungsachsen umfasst, was wiederum maßgebend ist für die Optimierung der Taktzeit des Positionier- und Spannvorganges der Teile oder der Baugruppe und des weiteren Teiles im Spannsystem.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist auch im Anspruch 89 beschrieben, wodurch eine exakte Verstellung und Positionierung des Spannwerkzeuges möglich ist. Die stufenlos steuerbaren Elektromotoren, insbesondere Servomotoren, sind mit einer Auswerteeinheit verbunden, die zum Erfassen der Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges ausgeführt ist, anhand der bzw. dem eine Produktionsüberwachung möglich ist.

Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Fertigungsanlage ist im Anspruch 90 beschrieben. In vorteilhafter Weise wird die Verstellbewegung der Spanneinrichtungen der ersten und zweiten Spanneinheit überlagert, sodass die Verstellzeiten der einzelnen Spanneinrichtungen des Spannsystems reduziert werden können.

Vorteilhaft ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 91, da die Zustellachsen üblicherweise auf eine höhere Antriebsleistung ausgelegt sind und mit höheren Verfahrgeschwindigkeiten als die der Spanneinheiten verfahren können, sodass die Zustellbewegung der Spanneinrichtungen aller Spanneinheiten aus einer seitlich neben der Transporteinrichtung befindlichen Vorposition in die Ausgangsposition eine kürzere Zeitdauer in Anspruch nimmt.

Von Vorteil ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 92, wobei von der Auswerteeinheit die von den Elektromotoren ausgeübten Drehmomente erfasst und daraus die aktuellen Istwerte der Spannkraft und/oder des Verfahren- und Spannweges ermittelt und mit Soll-



werten verglichen werden sowie eine Qualitätsbeurteilung der einzelnen Teile durchgeführt wird. Damit kann der gesamte Produktionsprozess verbessert und der Ausschuss verringert werden. Außerdem können zusätzliche Sensoren zur Erfassung der Drehmomente entfallen, bei denen überdies noch mit Messfehlern gerechnet werden muss.

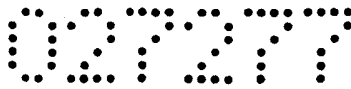
Eine vorteilhafte Ausgestaltung einer Transporteinrichtungen ist im Anspruch 93 beschrieben, mit der die Teiletransportträger beschleunigt und verzögert getaktet werden können und eine Optimierung der Taktzeit für den Teiletransport möglich ist. Zudem werden die Teiletransportträger mit einer hohen Positioniergenauigkeit verstellt.

Vorteilhaft ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 94, da die Abfolge der Bewegung der Teiletransportträger in Abhängigkeit der Auslastung der Strahlschweißstation gesteuert werden kann.

Weiters betrifft die Erfindung eine Schweißstation zum Schweißen von Teilen mittels Schweißstrahl, wie im Oberbegriff des Anspruches 95 beschrieben.

Es ist aus dem Stand der Technik bereits eine Vielzahl von Schweißstationen zum Schweißen von Teilen mittels Schweißstrahl bekannt, bei denen auf einem Roboter oder mehrachsigen Antriebssystem ein im Raum bewegbarer Strahlschweißkopf befestigt ist, der mit den zum Schweißen erforderlichen Medien, wie ein Schweißgas, elektrischer Strom für die Stellantriebe oder einer Laserstrahlung versorgt wird. Die Versorgung des Strahlschweißkopfes mittels der Laserstrahlung erfolgt über eine flexible Verbindungsleitung (Lichtwellenleiter). Diese Lichtwellenleiter sind sehr empfindlich gegen Biegung und Verdrehung, sodass der Strahlschweißkopf in bestimmte Raumrichtungen nur begrenzt verstellt werden darf. Nachteilig ist, dass der Lichtwellenleiter gemeinsam mit dem Strahlschweißkopf bewegt wird und deshalb einer wechselnden Beanspruchung unterliegt. Dadurch kann ein Bruch des Lichtwellenleiters bei höheren Verstellfrequenzen des Strahlschweißkopfes nicht ausgeschlossen werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Schweißstation der eingangs genannten Art so auszugestalten, dass die mechanische Belastung auf die für den Betrieb des Strahlschweißkopfes erforderliche, externe Zu- und/oder Ableitung selbst bei häufigen Positi-



onsänderungen des Strahlschweißkopfes im Raum, niedrig gehalten wird und ein störungs-
freier Betrieb des Strahlschweißkopfes möglich ist.

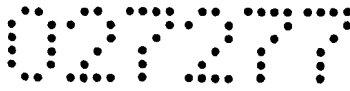
Die Aufgabe der Erfindung wird durch die im Kennzeichenteil des Anspruches 95 wieder-
gegebenen Merkmale gelöst. Von Vorteil ist, dass die optische, mechanische oder elektri-
sche Energie führende, flexible Verbindungsleitung für die Versorgung des Strahlschweiß-
kopfes mit dem Basisteil verbunden ist, der ausschließlich um eine vertikale Achse
verschwenkbar am Antriebssystem gelagert ist und deshalb unabhängig von der Orientie-
rung des Strahlführungsteiles die Verbindungsleitung ausschließlich entlang einer Kreis-
bogenbahn, beispielsweise in einem Winkelbereich von 270° , bewegt wird. Dadurch wird
sichergestellt, dass die flexible Verbindungsleitung keiner wechselnden Biegebelastung
oder Torsionsbelastung unterliegt und schonend behandelt wird.

Von Vorteil ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 96, wodurch die externe Zu- und
Ableitung, wie beispielsweise Lichtwellenleiter, auch während der Positionierung des
Strahlführungsteiles gegenüber den zu schweißenden Teilen stets vertikal gehalten wird.
Darüber hinaus erweist sich die platzsparende Anordnung von großem Vorteil, da auch der
durch die Außenumrissform des Strahlschweißkopfes vorgegebener Schenkbereich we-
sentlich verringert wird.

Von Vorteil ist auch die Weiterbildung nach Anspruch 97, wodurch die Anzahl der Ein-
zelteile des Strahlschweißkopfes reduziert wird und sich dadurch ein kompakter Aufbau
ergibt. Der in den Strahlschweißkopf eingekoppelte Schweißstrahl wird durch den umlen-
kenden Spiegel unmittelbar auf die miteinander zu verschweißenden Teile fokussiert. In
vorteilhafter Weise wird der Schweißstrahl am Spiegel um 90° bezüglich der Schwenkach-
se des Strahlführungsteiles umgelenkt.

Gemäß Anspruch 98 ist die Antriebsvorrichtung zum Verschwenken des Strahlführungs-
teiles zwischen dem Basis- und Strahlführungsteil angeordnet, wodurch sich eine beson-
ders platzsparende Anordnung ergibt und zudem vor schadhaften Einflüssen, wie Schweiß-
spritzer, Dämpfe etc. verschont bleibt.

In vorteilhafter Weise ist die Antriebsvorrichtung durch einen formschlüssig wirkenden
Zugmitteltrieb gebildet, wie im Anspruch 99 beschrieben, wodurch das Antriebsmoment



vom Stellantrieb auf den Strahlführungsteil schlupffrei übertragen werden kann und eine hohe Positioniergenauigkeit des aus dem Strahlführungsteil austretenden, fokussierten Strahlkegels der Schweißstrahlung gegenüber die Fügestelle zwischen zwei miteinander zu verschweißenden Teilen erreicht wird.

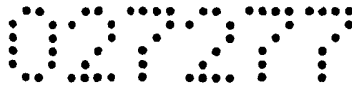
Gemäß dem vorgeschlagenen Antriebskonzept nach Anspruch 100, wird das Antriebsdrehmoment ruckfrei vom Stellantrieb auf den Strahlführungsteil übertragen und zeichnet sich die Antriebsvorrichtung durch einen einfachen Aufbau aus.

Die Ausgestaltung nach Anspruch 101 ermöglicht das ungehinderte Passieren eines am Strahleingang eintretenden Schweißstrahls vom im Basisteil angeordneten und diesen umlenkenden, ersten Spiegel über die Antriebsvorrichtung hindurch bis auf den umlenkenden, zweiten Spiegel.

Mit der Ausgestaltung nach Anspruch 102 ist eine einfache Verbindungsmöglichkeit des Basisteiles über die Antriebsvorrichtung am Antriebssystem beschrieben. Weiters ist der robuste Aufbau der Antriebsvorrichtung von Vorteil, da die durch hohe Verstellgeschwindigkeiten des Strahlschweißkopfes hervorgerufenen Schwingungen gedämpft werden.

In vorteilhafter Weise ist der sich zwischen dem Strahleingang und Strahlausgang erstreckende Strahlweg in drei Strahlabschnitte unterteilt, die geschickt zueinander angeordnet sind und deshalb einen kompakten Aufbau des gesamten Strahlschweißkopfes ermöglichen, wie durch die Merkmale des Anspruches 103 beschrieben.

Von Vorteil ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 104, wonach das zur Absaugung (Ableitung) der Schweißdämpfe erforderliche Absaugrohr in zwei Abschnitte eingeteilt ist, wovon der erste Abschnitt mit dem Strahlführungsteil und der zweite Abschnitt mit einem externen Entlüftungssystem verbunden sind und zwischen den Abschnitten ein Gelenk angeordnet ist, wobei die Gelenkachse mit der Schwenkachse des Strahlführungsteiles zusammenfällt. Somit wird sichergestellt, dass auch der zweite Abschnitt des Absaugrohres stets vertikal gehalten wird und ausschließlich entlang der Kreisbogenbahn, beispielsweise in einem Winkelbereich von 270° , bewegt wird. Durch diese geschickte Anordnung können nunmehr starre Rohre verwendet werden, die unempfindlich gegenüber den rauen Bedingungen beim Schweißen sind.



Von Vorteil ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 105, womit eine Überwachung des Schweißvorganges erreicht wird und eine Qualitätsaussage über die hergestellte Schweißnaht sowie eine einfache Programmierung der Bewegungsbahn für den Strahlschweißkopf erfolgen kann.

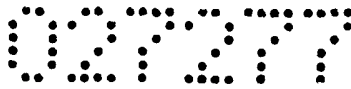
Gemäß Anspruch 106 wird die Verschmutzung der Optik, insbesondere der Fokussiereinrichtung und/oder des Spiegels, im Strahlführungsteil weitestgehend vermieden, sodass über eine lange Einsatzdauer des Strahlschweißkopfes ein Abfall der Schweißleistung vermieden, das gewünschte Schweißergebnis erhalten und die Anzahl der fehlerhaften, geschweißten Baugruppen auf ein Minimum reduziert werden kann. Durch die Düse wird ein quer zur optischen Achse des austretenden, fokussierten Schweißstrahles und diesen schneidender, flächiger Luftstrahl erzeugt, der die Schweißspritzer ablenkt und gegebenenfalls in das Absaugrohr einbläst.

Von Vorteil ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 107, weil dadurch die gewünschte Positionierung des Strahlkegels gegenüber den zu verschweißenden Teilen geschaffen wird.

Eine besonders günstige Anordnung der Stellantriebe für den Basisteil als auch den Strahlführungsteil vom Strahlschweißkopf ist im Anspruch 108 beschrieben.

Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Positionieren und Überprüfen eines Qualitätsmerkmals eines weiter zu verarbeitenden Teiles in einer Fügestation sowie ein Verfahren und eine Fertigungsanlage zum Herstellen einer Fügeverbindung zwischen Teilen, wie in den Oberbegriffen der Ansprüche 109, 121, 122 und 125 beschrieben.

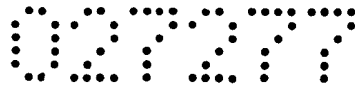
Aus der EP 1 384 550 A1 ist eine Spanneinheit bekannt, die ein feststehendes und ein mittels Servoantrieb bewegliches Spannwerkzeug umfasst, zwischen denen Bleche abschnittsweise spannbar sind. Die Spanneinheit ist an einem Roboterarm angeflanscht und kann durch den Roboter im Bereich der Reichweite des Roboterarms beliebig im Raum positioniert werden. Auf der Spanneinheit, insbesondere am beweglichen Spannwerkzeug, ist eine Führung angebracht, entlang der ein Strahlschweißkopf, beispielsweise ein Laser- oder Plasmaschweißkopf, geführt und relativ zum Spannwerkzeug bewegt werden kann. Der Strahlschweißkopf wird mittels eines Schweißantriebes, insbesondere Servoantriebes,



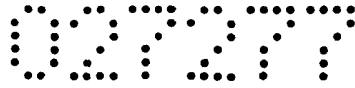
bewegt. Die aneinanderliegenden Bleche werden vorerst über die Spannwerkzeuge zumindest abschnittsweise gespannt und der Strahlschweißkopf entlang der Führung relativ zur Spanneinheit bewegt und dabei die Bleche miteinander verschweißt. Der Servoantrieb für das bewegliche Spannwerkzeug ist mit einer elektronischen Auswerteeinheit verbunden, mittels der die Spannkraft und/oder der Verfahrweg des beweglichen Spannwerkzeuges erfasst und ausgewertet wird. Damit lässt sich z.B. eine Überwachungsfunktion im Sinne einer Qualitätssicherung oder eine kontrollierte Verspannung der Bleche erreichen.

Die DE 102 06 887 A1 beschreibt ein Verfahren zum Laserschweißen von Blechformteilen, bei dem die Blechformteile eines Türholmes zwischen zwei mittels stufenlos steuerbaren Servomotoren relativ zueinander verstellbaren Spannwerkzeugen verbracht und gespannt werden. Das Spannen der Blechformteile erfolgt lage- und/oder kraftgeregelt in Abhängigkeit vom Soll-Istwert-Vergleich der Maße und/oder der Oberflächen des geschweißten Blechformteiles. Über einen Sensor wird die Istposition der Oberflächen des Türholmes erfasst und an einen Regler eingegeben, von dem die Sollwerte für die Position aus den Sollmaßen des Türholmes vorgegeben werden. Weicht der Istwert für die Position vom Sollwert für die Position ab, wird zumindest eines der Spannwerkzeuge gegen die Oberfläche des Türholmes angestellt. Durch elektronische Steuerungen der Servomotoren werden aus den ausgeübten Drehmomenten die Auflagekräfte der Spannwerkzeuge auf die Oberflächen des Türholmes ermittelt und an den Regler gemeldet. Durch Soll-Istwert-Vergleiche im Regler, werden den elektronischen Steuerungen der Servomotoren entsprechende Korrekturwerte eingegeben. Nachteilig ist, dass ausschließlich über den Sensor die Position des Türholmes bestimmt wird und infolge des rauen Betriebes in der Fertigung damit gerechnet werden muss, dass die Sensoren Fehlmessungen liefern können und deshalb das Spannen und Schweißen der Blechformteile fehlerhaft sein kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Positionieren und Überprüfen eines Qualitätsmerkmals eines in einer Fügestation weiter zu verarbeitenden Teiles als auch ein Verfahren und eine Fertigungsanlage zum Herstellen einer Verbindung zwischen Teilen zu schaffen, mit denen eine Produktionsüberwachung erfolgen und der Produktionsprozess verbessert werden kann.



Die Aufgabe der Erfindung wird durch die in den Kennzeichenteilen der Ansprüche 109, 121, 122 und 125 angegebenen Maßnahme und Merkmale gelöst. Von Vorteil ist, dass in der Fügestation nur jene Teile einem weiteren Arbeitsprozess zugeführt werden, deren Qualitätsmerkmal den Qualitätsanforderungen entsprechen und weitere Teile erst gar nicht gespannt werden, wenn der vorhergehend gespannte Teil von den Qualitätsanforderungen abweicht. Hierzu werden von einer Auswerteeinheit die Istwerte der Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges eines beweglichen Spannwerkzeuges einer jeden Spanneinheit erfasst und das Qualitätsmerkmal, insbesondere die Maßhaltigkeit, für jeden Teil ermittelt. Die Teile werden nur dann gefügt, wenn das vorgeschriebene Qualitätsmerkmal eines jeden Teiles eingehalten wird. Dadurch wird die Fügestation nicht durch unnötige Spann- und Fügevorgänge blockiert und ein als „Schlechtteil“ verifizierter Teil aus der Fügestation entfernt. Die Auswertung des Qualitätsmerkmals erfolgt alleinig anhand der während dem Positionier- und Spannvorgang eines Teiles ohnehin erfassten Istwerte der Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges. In vorteilhafter Weise sind der Sollwert für die Spannkraft und des zurückzulegenden Verfah- und Spannweges des verstellbaren Spannwerkzeuges durch ein Toleranzfenster definiert vorgegeben, das so festgelegt ist, dass der nachfolgende Fügevorgang, beispielsweise das Strahlschweißen, noch ordnungsgemäß durchgeführt werden kann. Mit anderen Worten wird durch das gewählte Fügeverfahren eine maximale Abweichung eines Qualitätsmerkmals, insbesondere der Maßhaltigkeit, durch das Toleranzfenster vorgeben, innerhalb dem noch ein ausreichend genaues Fügeergebnis erreicht wird. Damit wird ein robuster Produktionsprozess bereitgestellt, der Ausschuss und die durchschnittlichen Produktionszeiten verringert. Darüber hinaus kann von der Auswerteeinheit anhand dem erfassten Istwert für die Spannkraft auf den in die Spannposition bewegten Teil und/oder den vom Spannwerkzeug zurückgelegten Verfah- und Spannweg die Abmessung, beispielsweise Länge, des Teiles ermittelt werden. Dadurch können Messwertprotokolle für ein Qualitätssicherungssystem automatisch erstellt werden. Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt auch darin, dass die miteinander zu fügenden Teile in der Fügestation stets in die jeweils durch das Toleranzfenster vorgegebenen Spannpositionen positioniert und in diesen fixiert werden. Somit kann ohne langwierige Positioniervorgänge der Fügeeinrichtung gegenüber die Fügestelle vornehmen zu müssen, das Fügen der Teile erfolgen. Die Positionierung der Fügeeinrichtung basiert auf der Kenntnis, dass die Fügestelle zwischen miteinander zu fügenden Teilen stets inner-



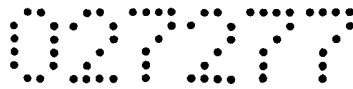
halb zulässiger Toleranzgrenzen liegt, wenn die Teile den Qualitätsanforderungen entsprechen. Eine Überprüfung der exakten Lage der Fügestelle in zeitintensiven, sensorunterstützten Suchvorgängen kann entfallen, womit die Taktzeit für den Fügevorgang erheblich minimiert werden kann. Dies ergibt zudem noch den Vorteil, dass die Bewegungsfreiheit der Fügeeinrichtung uneingeschränkt ist und auch kleinere Baugruppen problemlos hergestellt werden können, da der Sensor für die Suche der Fügestelle entfällt.

Die in den Ansprüchen 110 und 111 beschriebenen Maßnahmen ermöglichen eine besonders einfache Ansteuerung der die Spannwerkzeuge aufweisenden Spanneinheiten.

Gemäß der in Anspruch 112 beschriebenen Maßnahme wird unabhängig von Maßabweichungen der miteinander zu fügenden Teile stets dieselbe Spannposition der Teile und der zwischen diesen ausgebildeten Fügestelle zentrisch gegenüber die Fügestation eingenommen. Dadurch muss eine Fügeeinrichtung, insbesondere ein Strahlschweißkopf oder Kleberzuführkopf, ausschließlich nach einer einmalig programmierten Bewegungsbahn verfahren und werden dabei die Teile an der Fügestelle ordnungsgemäß miteinander verbunden.

Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 113, da der Verfahrensweg zwischen der Ausgangs- und Zwischenposition naturgemäß größer ist als der Spannweg und deshalb der Zeitaufwand für die Zustellung de(r)s Spannwerkzeuge(s) aus der Ausgangsposition in die Zwischenposition in Grenzen gehalten wird, sodass die durchschnittliche Taktzeit für den Positionier- und Spannvorgang der Teile verkürzt und eine hohe Prozesssicherheit erreicht wird.

Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 114, wodurch eine lastmomentabhängige Regelung der Verfahrgeschwindigkeit des(r) verstellbaren Spannwerkzeuge(s) erfolgt. Die Verfahrgeschwindigkeit jedes Spannwerkzeuges wird stets in Abhängigkeit vom Kraftanstieg beim Positionier- und Spannvorgang geregelt. Nur mit zunehmenden Kraftanstieg wird die Verfahrgeschwindigkeit des Spannwerkzeuges zunehmend verringert. Verläuft hingegen der Kraftanstieg annähernd konstant, wird auch die Verfahrgeschwindigkeit des Spannwerkzeuges annähernd konstant gehalten. Mit abnehmender Spannkraft wird die Verfahrgeschwindigkeit des Spannwerkzeuges zunehmend erhöht. Auf diese Weise wirken die Qualitätsmerkmale, insbesondere die Maßhaltigkeit, der zu positionierenden und span-



nenden Teile auf die Verfahrensgeschwindigkeit der Spannwerkzeuge ein und wird eine Taktzeitoptimierung des Spannsystems erreicht.

Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 115, wodurch die Ansteuerung der Spanneinrichtungen wesentlich vereinfacht wird.

Die Maßnahme nach Anspruch 116 erweist sich als Vorteil, da vor der Inbetriebnahme der Fügestation aus praktischen Versuchungen zuverlässige Werte für die Unter- und Obergrenze der Spannkraft und/oder des Verfah- und/oder Spannweges ermittelt werden können.

Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 117, wodurch die ohnehin während dem Spann- und Fügevorgang elektronisch erfassten Daten von einer Fügestation zur Ansteuerung weiterer Spann- und Fügevorgänge in derselben oder einer anderen Fügestation herangezogen werden können und deshalb auf mögliche Toleranzabweichungen reagiert werden kann, sodass Ungenauigkeiten bei Maßen und Formen der Baugruppe korrigiert werden und eine vorgeschriebene Endqualität der Baugruppe eingehalten wird. Zweckmäßig werden die Daten in einer Datenbank abgespeichert und die aus einer bestimmten Anzahl von Spann- und Fügevorgängen ermittelten Daten statistisch ausgewertet und anhand der Auswertung eine Anpassung der Unter- und/oder Obergrenze vorgenommen. In vorteilhafter Weise werden die Unter- und Obergrenze des Toleranzfensters automatisch verändert, ohne manuellen Angriff in den Verfahrensablauf der Fügestation. Eine solche Fügestation zeichnet sich durch ihre hohe Flexibilität aus. Soll der Steuerungsaufwand gering gehalten werden, wäre es aber auch genauso gut möglich, die Unter- und/oder Obergrenze des Toleranzfensters durch manuelle Eingabe in die Steuereinrichtung der Auswerteeinheit zu korrigieren.

Eine weitere vorteilhafte Maßnahme ist in Anspruch 118 beschrieben, wonach am fertig gefügten Endprodukt Abweichungen von Qualitätsmerkmalen ermittelt und die Unter- und/oder Obergrenze des Toleranzfensters von der Steuereinrichtung mit Korrekturwerten beaufschlagt werden. Zweckmäßig werden aus einer bestimmten Anzahl von Endprodukten Meßwerte ermittelt und statistisch ausgewertet und anhand der Auswertung eine Anpassung der Unter- und/oder Obergrenze vorgenommen.



Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 119, bei der aus dem ausgeübten Drehmoment eines Elektromotors die Spannkraft mit hoher Genauigkeit ausgewertet wird. Zusätzliche Sensoren zur Erfassung der Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges können entfallen. Die erfassten Messwerte werden für eine weitere Bearbeitung beispielsweise an eine Steuereinrichtung weitergegeben.

Nach Anspruch 120 wird von der Auswerteeinheit aus dem ausgeübten Drehmoment eines Elektromotors die zu überwindende Reibkraft an der Antriebseinheit erfasst. Somit können einerseits die systembedingte Reibung und andererseits die durch die Gewichtskraft von Teilen hervorgerufene Reibung berücksichtigt werden.

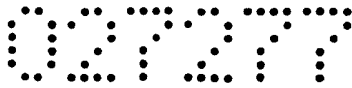
Die Maßnahme nach den Ansprüchen 123 und 124 erweisen sich als Vorteil, da die Teile nur dann gefügt, wenn diese ihre vorgeschriebenen Qualitätsmerkmale einhalten. Dadurch wird die Fügestation nicht durch unnötige Spann- und Fügevorgänge blockiert und ein als „Schlechtteil“ verifizierter Teil aus der Fügestation entfernt.

Vorteilhaft ist auch die Ausbildung nach Anspruch 126, wonach die Teile über quer zur Vorschubrichtung der Teiletransportträger einander gegenüberliegende und voneinander getrennt ausgebildete Höhenpositioniervorrichtungen in eine in der Fügestation vorgegebene Bereitstellungsposition verbracht und danach gespannt werden. Dabei wird eine ungewollte Verlagerung der Teile während der Bewegung aus ihrer Transportstellung in die Bereitstellungsposition vermieden wird.

Gemäß Anspruch 127 wird ein Hochheben der Teile von der Transportstellung in die Bereitstellungsposition begünstigt und eine sichere Auflage des Teiles an den Auflagerelementen ermöglicht.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Fertigungsanlage ist im Anspruch 128 beschrieben, wodurch der Aufbau der Spanneinrichtungen weiters vereinfacht wird und eine hohe Zuverlässigkeit in der Arbeitsweise der Spanneinrichtungen im rauen Produktionsbetrieb geschaffen ist.

Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Fügen von Teilen in einer Fügestation, wie in den Oberbegriffen der Ansprüche 129, 130 und 132 beschrieben.



Es sind aus dem Stand der Technik Fügeverbindungen bekannt, bei denen ein innerer Teil zwischen zwei äußeren Teilen unter definierter Vorspannung angebracht wird. Dazu wird der innerer Teil zwischen den äußeren Teilen verbracht und danach die äußeren Teile soweit aufeinander zugestellt, sodass die Vorspannung eingestellt ist. Treten an den Teilen Maßabweichungen auf, ist auch mit mehr oder weniger hohen Schwankungen der Vorspannung zu rechnen. Eine reproduzierbare Verbindung zwischen den Teilen ist nicht mehr gegeben.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Fügen von Teilen in einer Fügestation zu schaffen, mit dem Ungenauigkeiten bei Maßen und gegebenenfalls Formen der zu fügenden Teile beseitigt werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die in den Kennzeichenteilen der Ansprüche 129 und 130 wiedergegebenen Maßnahmen gelöst. Von Vorteil ist, dass durch Auswertung der Spannkraft und/oder des Verfahrensweges zumindest eines beweglichen Spannwerkzeuges eine Vorspannung des inneren Teiles kontrolliert eingestellt werden kann. Nach dem Einstellen der Vorspannung im inneren Teil, erfolgt der Fügevorgang, ohne dabei die Vorspannung nochmals zu ändern. Darüber hinaus ist von Vorteil, dass Fertigungsungenauigkeiten der Teile keine Auswirkung auf die Vorspannung des inneren Teiles und Endgenauigkeit der Baugruppe haben. Zudem kann die Baugruppe besonders wirtschaftlich hergestellt werden. Eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Baugruppe findet eine breite Anwendung, beispielsweise in der Antriebstechnik, Kraftfahrzeugtechnologie und dgl..

Vorteilhaft ist auch die Maßnahme nach Anspruch 131, wonach durch die entgegen der Zustellbewegung des äußeren Teiles auf den inneren Teil wirkende, elastische Rückstellkraft, die Teile zumindest in Teilabschnitten gegeneinander angepresst werden und dadurch die Reibkraft zwischen den Teilen eingestellt wird, die über die gesamte Einsatzdauer der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Baugruppe konstant aufrecht erhalten bleibt. Wird der innere Teil unter Umständen sogar plastisch verformt, können zusätzlich auch größere Maßungenauigkeiten beseitigt werden und sorgt die elastische Rückfederung des plastisch verformten, inneren Teiles für die entsprechende Reibkraft zwischen den Teilen.



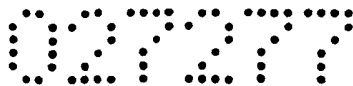
Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch die Maßnahmen im Anspruch 132 gelöst. Von Vorteil ist, dass an einer Teilegruppe ein vorgeschriebenes Maß, beispielsweise ein definiertes Spiel zwischen zwei Teilen, allein anhand des Positionier- und Spannvorganges der Teile automatisch eingestellt wird. Nach dem Einstellen des vorgeschriebenen Maßes erfolgt der Fügevorgang, ohne dabei das eingestellte Maß nochmals zu ändern. Darüber hinaus ist von Vorteil, dass Fertigungsungenauigkeiten der Teile keinen Auswirkung auf die Endgenauigkeit der Baugruppe haben und maßhaltige Baugruppen hergestellt werden können. Zudem kann die Baugruppe besonders wirtschaftlich hergestellt werden.

Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 133, wonach der Sollwert für die Spannkraft und des zurückzulegenden Verfah- und Spannweges des verstellbaren Spannwerkzeuges durch ein Toleranzfenster definiert vorgegeben sind, das so festgelegt ist, dass der nachfolgende Fügevorgang, beispielsweise das Strahlschweißen, noch ordnungsgemäß durchgeführt werden kann. Mit anderen Worten wird durch das gewählte Fügeverfahren eine maximale Abweichung eines Qualitätsmerkmals, insbesondere der Maßhaltigkeit, durch das Toleranzfenster vorgeben, innerhalb dem noch ein ausreichend genaues Fügeergebnis erreicht wird. Damit wird der Ausschuss erheblich verringert.

Gemäß der Maßnahme nach Anspruch 134 werden die beim Schweißen an zwei getrennten Stellen auftretenden Schweißspannungen, wenngleich diese auch sehr niedrig sind, nahezu vollständig aufgehoben, sodass die Gesamtgenauigkeit der Baugruppe alleinig durch geschickte Anordnung und Lage der Schweißnähte weiter optimiert wird.

Vorteilhaft ist auch die Maßnahme nach Anspruch 135, da diese Fügeverfahren nur geringste Schweißeigenspannungen hervorrufen und der Verzug vernachlässigbar klein ist und deshalb in Verbindung mit der hohen Positionier- und Spanngenauigkeit der Teile, eine hohe Maßhaltigkeit einer aus den Teilen geschweißten Baugruppe erzeugt wird, wenngleich die Fertigungsgenauigkeiten der Teile gegenüber die Gesamtgenauigkeit der Baugruppe relativ gering ist.

Schließlich ist nach dem Verfahren nach Anspruch 136 eine Maßnahme beschrieben, bei der eine noch bessere Maßhaltigkeit der Baugruppe erreicht werden.



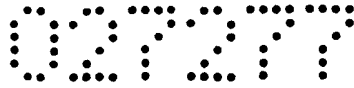
Die Erfindung wird im nachfolgenden anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigen:

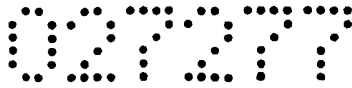
- Fig. 1 die Teile einer aus diesen herzustellenden Baugruppe, in perspektivischer Ansicht und vereinfachter Darstellung;
- Fig. 2 einen Abschnitt einer aus den in Fig. 1 dargestellten Teilen zusammengefügtten Baugruppe, in perspektivischer Ansicht und vereinfachter Darstellung;
- Fig. 3 eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäße Fertigungssystem mit einer ersten und zweiten Fertigungsanlage, in vereinfachter Darstellung;
- Fig. 4 eine beispielhafte Ausführung einer Transporteinrichtung der Fertigungsanlagen nach Fig. 3, in Seitenansicht und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 5 die Fertigungsanlage in Stirnansicht, geschnitten, gemäß den Linien V-V in Fig. 4;
- Fig. 6 eine vergrößerte Darstellung eines Teiletransportträgers mit Aufnahme für die Transporteinrichtung, in Seitenansicht und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 7 einen Teilbereich einer durch die Teiletransportträger gebildeten Transportkette der Transporteinrichtung nach Fig. 4, in Draufsicht und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 8 eine beispielhafte Ausführung einer Teilebereitstellung in Form einer Zufördereinrichtung mit Hilfstteiletransportträgern, in Seitenansicht und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 9 die Zufördereinrichtung nach Fig. 8 in Stirnansicht, teilweise geschnitten und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 10 eine perspektivische Ansicht einer Fügestation der ersten Fertigungsanlage, stark vereinfacht dargestellt;



- Fig. 11 ein Antriebssystem für eine Schweißvorrichtung der Fügestation nach Fig. 10, in stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 12 einen Teilabschnitt der Transporteinrichtung ohne Teiletransportträger und zu beiden Seiten von dieser angeordnete Zustellachsen sowie die Antriebseinheiten für Spanneinrichtungen eines Spannsystems der Fügestation nach Fig. 10, in stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 13 ein Spannsystem der in Fig. 10 dargestellten Fügestation, in Seitenansicht und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 13a einen Teilbereich des in Fig. 13 dargestellten Spannsystems in vergrößerter und vereinfachter Darstellung;
- Fig. 14 eine Draufsicht auf das Spannsystem nach Fig. 13, in stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 14a einen Teilabschnitt des Spannsystems nach Fig. 14 in vergrößerter und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 15 eine Ausführung einer Höhenpositioniervorrichtung der Spanneinrichtung der Spanneinheit, in Seitenansicht und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 16 eine andere Ausführung der Höhenpositioniervorrichtung für die Spanneinrichtungen der Spanneinheit, in Seitenansicht und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 17 eine Ansicht auf die Höhenpositioniervorrichtung nach Fig. 16, in stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 18a bis 18f der Positionier- und Spannvorgang von zwei miteinander zu verbindenden Teile in aufeinander folgenden Verfahrensschritten in der ersten Fertigungsanlage, in unterschiedlichen Ansichten und stark vereinfachter Darstellung;



- Fig. 19a bis 19c der Positionier- und Spannvorgang einer Baugruppe und mit dieser zu verbindenden, weiteren Teil in aufeinander folgenden Verfahrensschritten in der zweiten Fertigungsanlage, in unterschiedlichen Ansichten und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 20 ein Diagramm mit dem Verlauf der Spannkraft über den Spann- und Verfahrensweg eines Spannwerkzeuges und Auswertung des Spannvorganges als Gutteil;
- Fig. 21 ein Diagramm mit dem Verlauf der Spannkraft über den Spann- und Verfahrensweg eines Spannwerkzeuges und Auswertung des Spannvorganges als Schlechtteil;
- Fig. 22 ein Diagramm mit dem Verlauf der Spannkraft über den Spann- und Verfahrensweg eines Spannwerkzeuges und Auswertung des Spannvorganges als Schlechtteil;
- Fig. 23 eine weitere Ausführung eines Spannsystems zur Durchführung eines Verfahrens zum Fügen von zwei Teilen mit zwei Spannwerkzeugen in Zwischenposition, in Stirnansicht und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 24 die geschweißten Teile als Baugruppe nach Fig. 23 in Seitenansicht und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 25 die Spanneinrichtungen nach Fig. 23, mit zwei Spannwerkzeugen in Spannposition sowie einer schematisch angedeuteten Strahlschweißvorrichtung;
- Fig. 26 eine weitere Ausführung einer Baugruppe und den in einer Zwischenposition befindlichen Spannwerkzeugen von Spanneinheiten, in Stirnansicht geschnitten und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 27 die Ausführung nach Fig. 26 mit den in einer Spannposition befindlichen Spannwerkzeugen der Spanneinheiten;
- Fig. 28 die Baugruppe nach Fig. 26 und den in Spannposition befindlichen Spannwerkzeugen, in Seitenansicht und stark vereinfachter Darstellung;

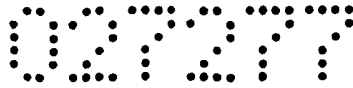


- 29 -

- Fig. 29 eine Draufsicht auf das Spannsystem zur Herstellung der Baugruppe nach Fig. 26, in stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 30 einen Ausschnitt einer anderen Ausführung einer Baugruppe mit den in Spannposition eingetragenen Spannwerkzeugen, geschnitten und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 31 eine weitere Ausführung einer Baugruppe mit den in Spannposition eingetragenen Spannwerkzeugen, geschnitten und stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 32 eine perspektivische Ansicht eines Strahlschweißkopfes der Schweißvorrichtung der Fügestation nach Fig. 10, in stark vereinfachter Darstellung;
- Fig. 33 die Schweißvorrichtung nach Fig. 32, teilweise geschnitten und stark vereinfachter Darstellung.

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 bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

In der Fig. 1 sind die zu einer Baugruppe miteinander zu fügenden, einzelnen Teile 1, 2, 3a, 3b in perspektivischer Ansicht gezeigt. Diese Teile 1 bis 3b sind in einer bevorzugten Ausführung jeweils aus einem nach Maß zugeschnittenen, insbesondere gestanzten und anschließend umgeformten Blechstück hergestellt. Der erste Stanz- und Biegeteil 1 ist im Querschnitt etwa trapezförmig bzw. im Wesentlichen U-förmig ausgebildet und weist eine Basis 5 und zwei von ihr aufragende Schenkel 6 auf. An der Basis 5 ist eine beispielsweise kreisrunde Positionieröffnung 7 angeordnet, deren Funktion später noch erläutert wird. Die Schenkeln 6 sind jeweils im Bereich ihrer gegenüberliegenden Stirnenden mit in Richtung



des gegenüberliegenden Schenkels 6 an der Innenseite des U-förmigen Teiles 1 vorspringenden Auflagefortsätzen 8 versehen, deren Funktion später noch genauer beschrieben wird. Diese Auflagefortsätze 8 sind zweckmäßig durch Umformen hergestellte, sickenartige Vertiefungen und weisen auf ihrer der Basis 5 abgewandten Oberseite eine parallel zur Basis 5 verlaufende, ebene Auflagefläche 9 auf. Außerdem bildet der erste Teil 1 stirnseitig, ebene Anlageflächen 10 für die Teile 3a, 3b aus.

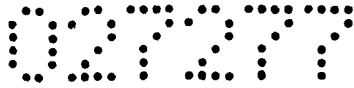
Der zweite Teil 2 ist nach dieser Ausführung aus einem im Wesentlichen flachen Blechstück ausgeschnitten, beispielsweise mittels einer Platine ausgestanzt, und ebenflächig ausgebildet. Zusätzlich ist der zweite Teil 2 mit einer beispielsweise schlitzartigen Positionieröffnung 11 ausgestattet und bildet stirnseitig Anlageflächen 12 für die Teile 3a, 3b aus. Die Länge des ersten und zweiten Teiles 1, 2 sind, abgesehen von den möglichen Herstelltoleranzen beim Stanzen etc., mit gleicher Länge hergestellt.

Die Teile 3a, 3b weisen eine ebenflächige Tragplatte 15 und eine Hülse 16 auf. Hierzu werden die Teile 3a, 3b jeweils aus einem nach Maß zugeschnittenen, vorzugsweise gestanzten Blechstück und in diesem durch Umformen, vorzugsweise durch Tiefziehen, ausgeformte Hülse 16 hergestellt. Die Hülsen 16 bilden jeweils ein Lagerauge für ein nicht weiters dargestelltes Lager, das beispielsweise eingepresst ist.

Alle Teile 1 bis 3b sind somit durch reine, spanlose Formgebung und Verformung mit hoher Präzision hergestellt, sodass auch die aus den einzelnen Teilen 1 bis 3b gefügte Baugruppe, wie sie in Fig. 2 abschnittsweise dargestellt ist, durch Verwendung geeigneter Fügeverfahren, wie Kleben, Laserlöten, Laser-, Plasma- und Elektronenstrahlschweißen, mit hoher Maßgenauigkeit hergestellt werden kann.

Wenngleich die spanlose Herstellung der Teile 1 bis 3b nach dem Stanzverfahren als die bevorzugte Ausführung gilt, wäre es auch denkbar, dass diese aus einem mit dem Laser oder Wasserstrahl ausgeschnittenen Blechstück hergestellt sind.

Auch sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die in den Fig. 1 und 2 gezeigten einzelnen Teile 1 bis 3b und die aus diesen hergestellte Baugruppe keineswegs als Einschränkung der Erfindung gelten, sondern vielmehr je nach Verwendungsgebiet der Baugruppe unterschiedliche Geometrien annehmen und die Teile 1 bis 3b auf unterschiedliche Weise



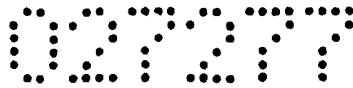
hergestellt werden können. So könnten die nach dem Verfahren des Kaltumformens hergestellten Teile 1, 3a, 3b anderenfalls auch durch einen Massivumformteil gebildet sein, beispielsweise ein Schmiedeteil, der durch Warm- oder Kaltschmieden maßgenau hergestellt ist. Die Teile 1 bis 4 sind aus Stahl oder Kunststoff gebildet. Sind die Teile aus Kunststoff, so sind diese im Spritzguss- und/oder Extrusionsverfahren hergestellt.

Wie in Fig. 2 hergestellt, werden die Teile 1 bis 3b an mehreren Fügstellen 17a, 17 b, 18a, 18b, 18c, 19a, 19b (nicht eingetragen) durch eine oder bevorzugt mehrere Fügenähte 21 zumindest abschnittsweise zusammengefügt. Die Fügenähte 21 sind durch Klebe- oder Schweißnähte, insbesondere Laser-, Plasma- oder Elektronenstrahlschweißnähte gebildet und weisen eine Länge von einigen Millimetern bis einigen Zentimetern auf.

Der zweite Teil 2 ist zwischen den Schenkeln 6 des ersten Teiles 1 angeordnet und werden mittels noch näher zu beschreibenden Spanneinrichtungen die Schenkeln 6 des ersten Teiles 1 und Längsränder des zweiten Teiles 2 gegeneinander angepresst. Hierzu sind die Schenkeln 6 und der zweite Teil 2 auf ihren einander zugewandten Seiten mit Anlageflächen 22, 23 versehen. Die miteinander zu verschweißenden Teile 1, 2 bilden nun an den Fügstellen 17a, 17b durch die im Wesentlichen spaltfrei aneinanderstoßenden Anlageflächen 22, 23 der Teile 1, 2 je einen Fügestoß 24a, b aus. Die beiden Teile 1, 2 werden über die entlang der Füge stoße 24a, 24b anzubringenden Fügenähte 21 zusammengefügt.

Die Teile 3a, 3b werden mit der Stirnseite des ersten Teiles 1 verbunden. Hierzu ist der Teil 3a, 3b auf seiner, dem ersten Teil 1 zugewandten Seite und der erste Teil 1 an seiner Stirnseite mit aufeinander zugewandten Anlageflächen 10, 25 versehen. Die Teile 3a, 3b werden über noch näher zu beschreibende Spanneinrichtungen mit ihren Anlageflächen 25 gegen die Anlageflächen 10 des ersten Teiles 1 angepresst, sodass die nun im Wesentlichen spaltfrei aneinanderliegenden Anlageflächen 10, 25 einen Füge stoß 26a, 26b, 26c an den Fügstellen 18a, 18b, 18c ausbilden. Die Teile 1, 3a, 3b werden über die entlang der Füge stoße 26a, 22b, 26c anzubringenden Fügenähte 21 zusammengefügt.

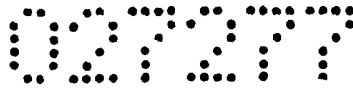
Auch wenn das Stanzen und Umformen der Teile 1 bis 3b eine hohe Maßgenauigkeit erlauben, können geringfügige Maßungenauigkeiten auftreten. Diese Ungenauigkeiten können dazu führen, dass zwischen den einander zugewandten Anlageflächen 12, 25 der Teile 2, 3a, 3b ein Fügespalt 27a, 27b (nicht eingetragen) entsteht. In der Praxis hat sich gezeigt,



dass dieser Fügspalt 27a, 27b in einem Ausmaß von bis zu 0,2 mm auch dann keine Auswirkung auf die Qualität der Schweißverbindung mit sich bringt, wenn ohne Zusatzmaterial geschweißt wird, da der Laserstrahl im Fokus ohnehin einen Durchmesser von etwa 0,3 bis 0,6 mm aufweist und an den Schweißabschnitten entlang der Verbindungsstelle 19a, 19b ausreichend Grundmaterial von den Teilen 2, 3a, 3b abgeschmolzen wird, um den Fügspalt 27a, 27b an den Schweißabschnitten zu schließen und eine tragfähige Schweißverbindung zu schaffen.

In einer bevorzugten Ausführung sind die Fügenähte 21 durch Strahlschweißen, insbesondere Laserstrahlschweißen, hergestellt und die Teile 1 bis 3b an den durch die spaltfrei aneinanderstoßenden Anlageflächen 10, 25, 22, 23 ausgebildeten Fügestößen 24a, 24b, 26a bis 26c oder Fügespalten 27a, 27b miteinander verschweißt. Hierzu wird, nachdem die Teile 1 bis 3b zueinander positioniert und fixiert wurden, ein nicht gezeigter Schweißstrahl entlang dem betreffenden Fügestoß 24a, 24b, 26a bis 26c oder Fügspalt 27a, 27b zumindest abschnittsweise geführt, sodass entlang dieser Schweißabschnitte Schweißnähte entstehen, die durch das von einem der miteinander zu verschweißenden Teile 1 bis 3b oder beiden der miteinander zu verschweißenden Teile 1 bis 3b bereichsweise aufgeschmolzene Grundmaterial (Werkstoff) besteht. Die enorme Energiedichte (etwa 106 W/m^2) des Schweißstrahls, insbesondere des Laserstrahls, im Fokus, bringt das Grundmaterial (Werkstoff) entlang der Schweißabschnitte zum Schmelzen. Während in Vorschubrichtung des Schweißstrahls Grundmaterial aufgeschmolzen wird, fließt dahinter die Schmelze von den zu verschweißenden Teilen ineinander. Der aufgeschmolzene und durchmischte Werkstoff kühlt ab und die Schmelze erstarrt zu einer schmalen Schweißnaht.

Das Strahlschweißen ist ein energiearmes Schweißverfahren, mit dem ein sogenanntes „Tiefschweißen“ möglich ist und sich dadurch auszeichnet, dass sehr schlanke Nahtgeometrien mit einem großen Tiefen-Breiten-Verhältnis erreicht werden und nur eine geringe Streckenenergie erforderlich ist, wodurch eine nur sehr kleine Wärmeeinflusszone resultiert. Dadurch wird die thermische Belastung auf die miteinander zu verschweißenden Teile 1 bis 3b sehr gering gehalten, sodass auch ein Verzug der Teile 1 bis 3b minimal ist. Die Schweißnähte 21 an den Fügestößen 24a, 24b sind durch Kehlnähte und die Schweißnähte 21 an den Fügestößen 26a bis 26c und an den Fügespalten 27a, 27b durch I-Nähte gebildet.

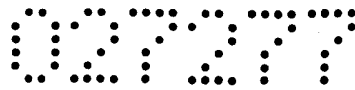


In der Serienfertigung der Baugruppe, wird vorwiegend das Laserschweißen, insbesondere mit einem Festkörperlaser, beispielsweise Nd: YAG-Laser eingesetzt, der vor allem eine hohe Flexibilität der noch näher zu beschreibenden Schweißstation ermöglicht. Die Teile 1 bis 3b sind vorzugsweise ausschließlich durch das Grundmaterial ohne Zusatzwerkstoff unlösbar miteinander verbunden.

Natürlich wäre es auch denkbar, dass die Teile 1 bis 3b durch die unter Beisatz von Zusatzwerkstoff und das bereichsweise aufgeschmolzene Grundmaterial zumindest eines Teiles 1 bis 3b oder beider Teile 1 bis 3b hergestellte Schweißnähte am jeweiligen Füge stoß 24a, 24b, 26a bis 26c oder Fügespalt 27 miteinander verbunden sind.

In Fig. 3 ist ein erfindungsgemäßes Fertigungssystem 31 zur Herstellung der in Fig. 2 beispielsweise, dargestellten Baugruppe in Draufsicht und stark vereinfachter Darstellung gezeigt. Dieses Fertigungssystem 31 umfasst nach dieser Ausführung zumindest zwei unmittelbar hintereinander angeordnete, zusammenwirkende Fertigungsanlagen 32, 33, eine Energiequelle 34, insbesondere Lasergenerator, sowie eine Steuereinrichtung 36. Die Steuereinrichtung 36 umfasst eine Energiequelle 37 und eine Auswerteeinheit 38 mit einem Vergleichsmodul 39 für den Soll-Istwert-Vergleich einer Spannkraft und/oder eines Verfahr- und Spannweges eines Spannwerkzeuges und einem Auswertemodul 40 für eine Qualitätsbeurteilung eines Teiles 1 bis 3b, wie dies im Nachfolgenden noch näher beschrieben wird. Die Steuereinrichtung 36 ist mit der Energiequelle 34 über eine Verbindungsleitung 41 verbunden.

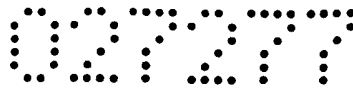
Die erste Fertigungsanlage 32 umfasst ein erstes Transportsystem 42 und zumindest eine erste Fügestation 43, die nach dieser Ausführung durch eine Schweißstation gebildet ist. Das Transportsystem 42 dient der Beförderung von Teilen 1, 2 zur Fügestation 43 und umfasst eine sich zwischen einem Übernahmebereich 44 und einem Weitergabebereich 45 vorzugsweise geradlinig erstreckende, erste Transporteinrichtung 46 mit entlang von in den Fig. 4 bis 7 eingetragenen Führungsbahnen 47a, 47b verfahrbaren und vorzugsweise gleichartig ausgebildeten Teiletransportträgern 48 sowie zumindest eine Teilebereitstellung mit zwei voneinander getrennt angeordneten Teilespeicher 49, 50. Aus Gründen der besseren Übersicht, sind in Fig. 4 nur einige Teiletransportträger 48 dargestellt.



Eine beispielhafte Ausführung einer Transporteinrichtung 46 ist in den Fig. 4 bis 7 gezeigt. Zum Transport der Teile 1, 2 auf den Teiletransportträgern 48 sind Aufnahmen 51 vorgesehen, die mit dem Teiletransportträger 48 verbunden sind. Die Teiletransportträger 48 bilden im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Transportkette 52. Zum getakteten Vorschub der Transportkette 52 dient ein intermittierender Vorschubantrieb, insbesondere ein Elektormotor, wie Servo- oder Schrittschaltantrieb, der im Bereich einer Umlenkstation 54 für die Transportkette 52 angeordnet ist. Zwischen den beiden Umlenkstationen 54 befinden sich mehrere Gehäuseteile 55. Diese Gehäuseteile 55 weisen einander zugewandte Stirnplatten 56 auf, die untereinander über Führungs- und/oder Kupplungsvorrichtungen 57 zu einer selbsttragenden Gehäuseeinheit verbunden werden. Senkrecht zu den Stirnplatten 56 verlaufen die Führungsbahnen 47a, 47b, wobei in der Führungsbahn 47a der gezogene Strang und der Führungsbahn 47b der rücklaufende Strang der Transportkette 52 geführt ist.

Die aus den Umlenkstationen 54 und Gehäuseteilen 55 gebildete Transporteinrichtung 46 ist über Stützvorrichtungen 58 auf einer Aufstandsfläche 59 abgestützt. Die Stützvorrichtungen 58 werden durch spiegelbildlich zu einer vertikalen Symmetrieebene 60 angeordnete, L-förmige Stützen gebildet, die über Befestigungsvorrichtungen 61 mit Seitenwänden 62 der Gehäuseteile 55 verbunden sind.

Die Transporteinrichtung 46 umfasst, die aus den Gehäuseteilen 55 zusammengesetzte, selbsttragende Gehäuseeinheit, die auf der von der Aufstandsfläche 59 abgewandten Oberseite mit der Führungsbahn 47a ausgestattet ist. Die Führungsbahn 47a umfasst an der Gehäuseeinheit befestigte und parallel zur Oberseite derselben verlaufende Höhenführungsbahnen 63 für die Höhenführung der Kettenglieder bildenden Teiletransportträger 48 der Transportkette 52. Zusätzlich umfasst die Führungsbahn 47a parallel zur Oberseite der Gehäuseeinheit verlaufende Seitenführungsbahnen 64 für die Seitenführung und der die Kettenglieder bildenden Transportteileträger 48. Die Höhenführungsbahnen 63 sind durch Führungsleisten gebildet. Die Seitenführungsbahnen 64 sind durch in Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 65 – der Teiletransportträger 48 mit im Abstand voneinander angeordneten Stützrollen 66 und Druckrollen 67 gebildet. Die Stütz- und Druckrollen 66, 67 sind beidseits der Transportkette 52 angeordnet. Die Stützrollen 66 sind dabei einer ersten Seitenfläche 68 und die Druckrollen 67 einer dieser gegenüberliegenden, zweiten Seitenfläche 69

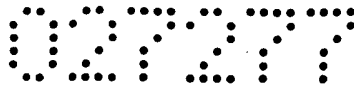


des Teiletransportträgers 48 zugeordnet. Die Druckrollen 67 sind konisch ausgebildet und wird durch diese auf die Teiletransportträger 48 eine quer zur Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 65 – verlaufende und in Richtung der Stützrollen 66 ausgerichtete Druckkraft ausgeübt, sodass die Teiletransportträger 48 entlang der Führungsbahn 47a im wesentlich spielfrei geführt sind. Die exakte Höhenführung der Teiletransportträger 48 entlang der Führungsbahn 47a wird durch die Führungsleisten sichergestellt.

Die Teiletransportträger 48 sind über auf den Führungsleisten sich abwälzende Laufrollen 70 der Höhe nach abgestützt und geführt. Diese Laufrollen 70 sind auf einer als Kettenbolzen 71 dienenden Achse gelagert. Der Kettenbolzen 71 verbindet jeweils zwei unmittelbar aufeinander folgende Teiletransportträger 48. Jeder Teiletransportträger 48 umfasst jeweils stirnseitig einen Kupplungsfortsatz 72 sowie eine Kupplungsaufnahme 73. Der Kettenbolzen 71 ist am Kupplungsfortsatz 72 gelagert (wie in Fig. 7 dargestellt).

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die beschriebene Transporteinrichtung 46 nur beispielhaft zu betrachten ist und nicht einschränkend gilt. Beispielsweise kann die Transporteinrichtung genauso gut durch die in der WO 02/072453 A2 offenbarte Transporteinrichtung gebildet sein. Diese bekannte Transporteinrichtung umfasst mehrere hintereinander angeordnete Transportabschnitte, von welchen jeden zumindest eine eigene, von den benachbarten Transportabschnitten unabhängige Vorschubvorrichtung für die Teiletransportträger und zumindest zwei quer zur Vorschubrichtung der Teiletransportträger voneinander distanzierte Führungsbahnen zugeordnet ist, entlang welcher die Teiletransportträger mit an seinen einander gegenüberliegenden Seiten angeordneten Führungsorganen geführt und über die jeweilige Vorschubvorrichtung verfahrbar ausgebildet ist. Somit können die einzelnen Teiletransportträger 48 unabhängig voneinander zwischen den einzelnen Transportabschnitten verfahren, wobei in einem der Transportabschnitte die Führungsgestation 43 angeordnet ist. Dieser Transportabschnitt entspricht einer geradlinigen Transporteinrichtung.

Hinsichtlich der Ausbildung der einzelnen Transportabschnitte und der Teiletransportträger wird die diesbezügliche, detaillierte Offenbarung aus der WO 02/072453 A2 zum Gegenstand dieser Offenbarung gemacht.

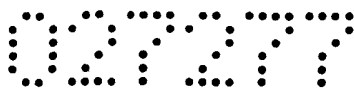


Die Teiletransportträger 48 der unterschiedlich ausgebildeten, oben beschriebenen Transporteinrichtungen sind jeweils mit der in den Fig. 5 und 6 dargestellten Aufnahme 51 ausgestattet. Die Aufnahme 51 ist über eine Montageplatte 74 mit dem Teiletransportträger 48 verbunden und weist eine an dieser befestigte Stützsäule 75, eine auf dieser befestigte Trägerplatte 76 sowie zwei im Abstand voneinander angeordnete und mit der Trägerplatte 76 verbundene, gabelartige Aufnahmebügel 77a, 77b auf. Die Aufnahmebügel 77a, 77b umfassen jeweils zwei an der Trägerplatte 76 senkrecht aufragende, fingerartige Führungsstege 78 und eine diese verbindende Basis 79. Zumindest einer der Aufnahmebügel 77b ist im Bereich seiner Basis 79 mit zumindest einem Positioniermittel 80, insbesondere einem Bolzen, versehen, das in die Positionieröffnung 7 des von der Aufnahme 51 aufgenommenen, ersten Teiles 1 vorragt und dadurch der erste Teil 1 während seinem Transport entlang der Transporteinrichtung 46 in ausreichend genauer Position gehalten wird. Wesentlich ist, dass der erste Teil 1 in der Aufnahme 51 nur in seiner Lage orientiert abgelegt und bis auf einige wenige Millimeter genau gegenüber die Aufnahme 51 positioniert ist. Demgemäß ist die Querschnittsabmessung des Positioniermittels 80 deutlich geringer bemessen als die Querschnittsabmessung der Positionieröffnung 7 im ersten Teil 1.

Wie in Fig. 6 eingetragen, sind die fingerartigen Führungsstege 78 an ihren einander zugewandten Seiten mit ebenen Seitenführungsflächen 81 versehen. Die Basis 79 der Aufnahmebügel 78 sind jeweils mit einer ebenen Auflagefläche 82a, 82b für den an diesen abstützenden, ersten Teil 1 versehen. Der erste Teil 1 ist somit am Teiletransportträger 48 über die Aufnahme 51 grob vorpositioniert und liegt zwischen den Führungsstegen 78 der Aufnahmebügel 77a, 77b sowie an den Auflageflächen 82a, 82b frei auf.

Wie in der Fig. 3 weiters eingetragen, sind im Übernahmebereich 44 zu beiden Seiten der zumindest in einem Teilabschnitt geradlinig ausgebildeten Transporteinrichtung 46 die Teilespeicher 49, 50 der Teilebereitstellung angeordnet. Diese sind nach vorliegender Ausführung jeweils durch ein Staubahnsystem für gleichartige Teile 1, 2 in Form einer Zufördereinrichtung 83, 84 ausgebildet, wie in den Fig. 8 und 9 schematisch dargestellt.

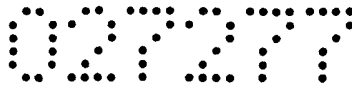
Die Zufördereinrichtungen 83, 84 sind weitestgehend identisch ausgebildet und umfassen einen Grundrahmen 85, einen Zugmitteltrieb, insbesondere einen Riementrieb, und zwei quer zur Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 86 – von Hilfstteiletransportträgern 87 im Ab-



stand voneinander angeordnete Führungsbahnen 90. Der Zugmitteltrieb und die Führungsbahnen 90 sind am Grundrahmen 85 gelagert. Der Zugmitteltrieb umfasst ein um ein Antriebsrad und mehrere Umlenkräder geführtes, endloses Zugmittel 91, insbesondere einen Flachriemen, und einen an das Antriebsrad angeflanschten Antriebsmotor 92. Die gleichartig ausgebildeten Hilfsteiltransportträger 87 umfassen jeweils eine Aufnahme 95, die auf einem Fahrgestell 93 eines Fahrwerkes befestigt ist. Das Fahrgestell 93 ist in Vor-schubrichtung – gemäß Pfeil 86 – betrachtet am vorderen und hinteren Ende mit je einem Paar von frei drehbaren Laufrädern 94 versehen.

Die Aufnahme 95 der Hilfsteiltransportträger 87 an den Zufördereinrichtungen 83, 84 ist an der Oberseite des Fahrgestelles 93 befestigt und weist zwei im Abstand voneinander angeordnete und mit dem Fahrgestell 93 verbundene, gabelartige Aufnahmebügel 96a, 96b auf. Die Aufnahmebügel 96a, 96b umfassen jeweils zwei am Fahrgestell 93 senkrecht aufragende, fingerartige Führungsstege 97 und eine diese verbindende Basis 98 auf. Zumindest einer der Aufnahmebügel 96b ist im Bereich seiner Basis 98 mit zumindest einem Positioniermittel 99, insbesondere einem Bolzen für den ersten Teil 1 bzw. einem quaderförmigen Fortsatz für den zweiten Teil 2, versehen, das in die Positionieröffnung 7; 11 des von der Aufnahme 95 aufgenommenen Teiles 1; 2 vorragt und dadurch der Teil 1; 2 während seinem Transport entlang der Zufördereinrichtung 83, 84 in ausreichend genauer Position gehalten wird. Wesentlich ist, dass der Teil 1; 2 in der Aufnahme 95 nur in seiner Lage orientiert abgelegt und bis auf einige wenige Millimeter genau gegenüber die Aufnahme 95 positioniert ist. Demgemäß ist die Querschnittsabmessung des Positioniermittels 99 deutlich geringer bemessen als die Querschnittsabmessung der Positionieröffnung 7; 11 im Teil 1; 2.

Wie in den Fig. 3, 8 und 9 eingetragen, sind die fingerartigen Führungsstege 97 an ihren einander zugewandten Seiten mit ebenen Seitenführungsflächen 100 versehen. Die Basis 98 der Aufnahmebügel 96a, 96b sind jeweils mit einer ebenen Auflagefläche 101a, 101b für den an diesen abstützenden Teil 1; 2 versehen. Der Teil 1; 2 ist somit am Hilfsteiltransportträger 87 über die Aufnahme 95 grob vorpositioniert und liegt zwischen den Führungsstegen 97 der Aufnahmebügel 96a, 96b sowie an den Auflageflächen 101a, 101b frei auf.

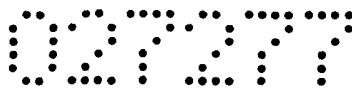


Jede Zufördereinrichtung 83, 84 umfasst zusätzlich entlang dem Transportweg der Hilfsteilentransportträger 87 eine Anhaltevorrichtung 102. Diese umfasst zwei getrennt steuerbare und aus einer Ruhestellung in eine, zumindest einen Hilfsteilentransportträger 87 anhaltende Betätigungsstellung verstellbare, insbesondere anhebbare und absenkbare Anschlag-elemente 103a, 103b, wie diese stark vereinfacht in Fig. 8 und 9 eingetragen sind. Die Anschlag-elemente 103a, 103b werden über jeweils einen schematisch eingetragenen Stellantrieb, insbesondere Pneumatik- oder Hydraulikantrieb, angesteuert.

Das dem stromaufwärts gelegene Ende der Zufördereinrichtung 83, 84 zugewandte, erste Anschlag-element 103a dient zum Aufstauen der mittels Reibschluss zwischen der Oberfläche des Zugmittels 91 und der Unterseite des Fahrgestelles 93 angetriebenen Hilfsteilentransportträger 87. Die hinter dem Anschlag-element 103a aufgestauten Hilfsteilentransportträger 87 werden mit den Teilen 1 und/oder 2 beladen. Das Beladen kann über eine Bedienperson manuell oder beispielsweise mittels einem Roboter automatisch erfolgen.

Das dem stromabwärts gelegene Ende der Zufördereinrichtung 83, 84 zugewandte, zweite Anschlag-element 103b dient dazu, dass ein einzelner Hilfsteilentransportträger 87 in einer Übergabeposition 104; 104' angehalten wird, von der ein Teil 1; 2 an eine Übernahme-position 106; 106' der Transporteinrichtung 46 übergeben wird. Danach fährt der leere Hilfsteilentransportträger 87 aus der Übergabeposition 104; 104' heraus und wird dieser für die neuerliche Beladung hinter dem Anschlag-element 103a gestaut. Gleichzeitig wird das erste Anschlag-element 103a angesteuert und ein mit einem Teil 1; 2 beladener Hilfsteilentransportträger 87 in die Übergabeposition 104; 104' verfahren. Die Übergabepositionen 104; 104' sind im Nahbereich der Transporteinrichtung 46 angeordnet.

Wie aus Fig. 3 weiters ersichtlich, ist im Übernahmebereich 44 ein dem stromabwärts gelegenen Ende der Zufördereinrichtung 83 zugeordnetes, erstes Handhabungssystem 105 mit einem im Raum verstellbaren Greifer (nicht dargestellt) angeordnet, mittels dem der in der Übergabeposition 104 am Hilfsteilentransportträger 87 bereitgestellte, erste Teil 1 von der Aufnahme 95 entnommen, einer Übernahme-position 105 an der Transporteinrichtung 46 zugeführt und an der Aufnahme 51 des Teiletransportträgers 48 der Transporteinrichtung 46 in der Lage orientiert abgelegt wird. Zuvor wird ein leerer Teiletransportträger 46 in die Übernahme-position 105 verfahren und in dieser angehalten, sodann mit dem ersten



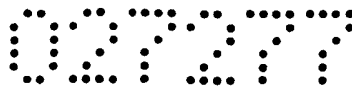
Teil 1 beladen. Nach dem Beladen eines Teiletransportträgers 46, wird dieser von der ersten Übernahmeposition 106 in die zweite Übernahmeposition 106' verfahren, dort angehalten und mit dem zweiten Teil 2 beladen.

Dazu ist, wie in der Fig. 3 weiters eingetragen, im Übernahmebereich 44 ein dem stromabwärts gelegenen Ende der Zufördereinrichtung 84 zugeordnetes, zweites Handhabungssystem 107 mit einem im Raum verstellbaren Greifer (nicht dargestellt) angeordnet. Der in der Übergabeposition 104' am Hilfstteiletransportträger 87 bereitgestellte, zweite Teil 2 wird mittels dem zweiten Handhabungssystem 107 bzw. Greifer von der Aufnahme 95 entnommen, einer Übernahmeposition 106' an der Transporteinrichtung 46 zugeführt und auf den Auflagefortsätzen 8 zwischen den Schenkeln 6 des sich bereits auf dem Teiletransportträger 48 befindlichen, ersten Teiles 1 in der Lage orientiert abgelegt.

Wie in der Fig. eingetragen, wird der Teil 1, 2, bevor er in die Übernahmeposition 106, 106' an der Aufnahme 51 oder den Auflagefortsätzen 8 des ersten Teiles 1 abgesetzt wird, um 90° gedreht.

Daher wird der zweite Teil 2 nicht unmittelbar an der Aufnahme 51 eines Teiletransportträgers 48 abgelegt, sondern in der Lage orientiert zwischen den Schenkeln 6 des ersten Teiles 1 an den Auflagefortsätzen 8. Dadurch können zusätzliche Aufbauten am Teiletransportträger 48 entfallen, das gesamte Gewicht der Transportkette 52 reduziert und die Vorschubgeschwindigkeit der Teiletransportträger 48 mit Aufnahmen 51 erhöht werden.

Wie aus Fig. 3 weiters ersichtlich, sind die Zufördereinrichtungen 83, 84 zu beiden Seiten der Transporteinrichtung 46 gegenüberliegend und in Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 65 – der Teiletransportträger 48 hintereinander angeordnet. Die Übergabe- und Übernahmepositionen 104, 104', 106, 106' sind ebenso in Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 65 – der Teiletransportträger 48 hintereinander ausgebildet. Natürlich können die Zufördereinrichtungen 83, 84 auch spiegelbildlich gegenüberliegen (nicht gezeigt). Nach dieser Ausführung genügt ein Handhabungssystem 105, das beiden Zufördereinrichtungen 83, 84 zugeordnet ist und mittels dem die Teile 1, 2 von den Übergabepositionen 104, 104' an nur eine Übernahmeposition 106 nacheinander zugeführt und am Teiletransportträger 48 abgelegt werden.



Eine andere nicht gezeigte Ausführung besteht darin, dass die Teile 1, 2 gemeinsam als Teilegruppe der Teilebereitstellung zugeführt werden. Diese Ausführung hat den Vorteil, dass nur noch ein Handhabungssystem 105 nötig ist und die Teilebereitstellung nur noch einen Teilespeicher 49 umfasst, der wie oben beschrieben ausgebildet ist.

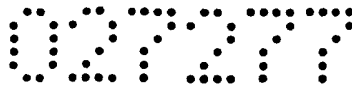
Die mittels Hilfsteilentransportträger 87 in der Übergabeposition 104 bereitgestellte Teilegruppe wird vom Handhabungssystem 105 bzw. Greifer von der Aufnahme 95 entnommen, der Übernahmeposition 105 an der Transporteinrichtung 46 zugeführt und an der Aufnahme 51 des Teiletransportträgers 48 der Transporteinrichtung 46 in der Lage orientiert abgelegt wird.

Wie aus der obigen Erläuterung erkennbar, werden die Teiletransportträger 48 der Transporteinrichtung 46 von der Teilebereitstellung taktweise aufeinander folgend mit den Teilen 1, 2 oder Teilegruppen beladen.

Nachdem die miteinander zu fügenden Teile 1, 2 oder fügende Teilegruppe auf einen der Teiletransportträger 48, insbesondere dessen Aufnahme 51, in der Lage orientiert abgelegt wurden, wird dieser in die zur Teilebereitstellung, insbesondere deren Übergabepositionen 104, 104', entfernt gelegene, erste Fügestation 43 transportiert und in einer Halteposition 110 angehalten.

Die Fügestation 43, insbesondere Schweißstation, ist zwischen dem Übernahme- und Weitergabebereich 44, 45 angeordnet und umfasst im Nahbereich eines Transportabschnittes der Transporteinrichtung 46 ein Spannsystem 111, Zustellachsen 112a, 112b, wenigstens eine Höhenpositioniervorrichtung (nicht eingetragen) sowie wenigstens eine vereinfacht dargestellte Fügeeinrichtung zum Fügen der Teile 1, 2 zu einer Baugruppe. Das Spannsystem 111 umfasst drei noch näher zu beschreibende Spanneinheiten 114, 115, 116. Die Zustellachsen 112a, 112b sind als Linearantriebe ausgebildet, wie in Fig. 12 näher dargestellt. Die Fügeeinrichtung ist nach dieser Ausführung als Schweißvorrichtung 119 mit zumindest einem Strahlschweißkopf 121 zum Fügen der Teile 1, 2 ausgebildet.

Die über den Teiletransportträger 48 in die Schweißstation gemeinsam angelieferten Teile 1, 2 werden mittels den Spanneinheiten 114 bis 116 und/oder wenigstens einer Höhenpositioniervorrichtung gemeinsam aus einer am Teiletransportträger 48 befindlichen Transport-

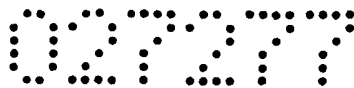


stellung in vom Teiletransportträger 48 losgelöste Bereitstellungspositionen bewegt, insbesondere vertikal geringfügig angehoben, sodass die Positionieröffnung 7 und ein Positioniermittel 80 des Teiletransportträgers 48 außer Eingriff sind. Danach werden die Teile 1, 2 zueinander positioniert, gegeneinander gespannt und darauffolgend gefügt, insbesondere mittels dem Strahlschweißkopf 121 der Schweißvorrichtung 119 an den Fügestellen 17a, 17b zumindest in Teilabschnitten miteinander verschweißt oder geklebt. Diese vorgefertigte Baugruppe 122 aus den verschweißten Teilen 1, 2 wird wiederum auf den, vorzugsweise während der Dauer des Fügeprozesses in der Halteposition 110 verharrenden Teiletransportträger 48 abgelegt, sodann in den ersten Weitergabebereich 45 abtransportiert.

Im Weitergabebereich 45 ist ein drittes Handhabungssystem 123 mit einem im Raum frei bewegbaren Greifer (nicht dargestellt) und eine Schlechteilebox 124 angeordnet. Der die vorgefertigte Baugruppe 122 aufnehmende Teiletransportträger 48 wird im Weitergabebereich 45 in einer Endposition 125 angehalten und in dieser mittels dem Handhabungssystem 123 bzw. Greifer die Baugruppe 122 vom Teiletransportträger 48 entnommen und der zweiten Fertigungsanlage 33 oder der Schlechteilebox 124 zugeführt.

Wie im Nachfolgenden noch beschrieben wird, erfolgt nämlich in der Fügestation 43 anhand eines Soll-Istwert-Vergleiches der Spannkraft und/oder des Verfähr- und/oder Spannweges einer jeden einzelnen Spanneinrichtung der Spanneinheiten 114 bis 116 eine Erfassung der Qualitätsmerkmale, insbesondere der Maßhaltigkeit, der einzelnen Teile 1, 2. Diese Qualitätsmerkmale werden im Vergleichsmodul 39 mit Qualitätsanforderungen verglichen und im Auswertemodul 40 ausgewertet. Entspricht einer der Teile 1, 2 nicht den Qualitätsanforderungen, beispielsweise ist einer der Teile 1, 2 zu lang, zu kurz, zu schmal oder zu breit, wie dies während dem Spannvorgang jedes Teiles 1, 2 ermittelt wird, werden die Teile 1, 2 erst gar nicht miteinander gefügt, sondern von den Spanneinheiten 114 bis 116 bzw. der Höhenpositioniervorrichtung wiederum auf einen Teiletransportträger 48 abgelegt und über die Transporteinrichtung 46 zum Handhabungssystem 123 und darauf folgend über dieses in die Schlechteilebox 124 transportiert.

Entsprechen die Teile 1, 2 jedoch den Qualitätsanforderungen, wie diese während dem Spannvorgang erfasst werden, werden die Teile 1, 2 miteinander verschweißt und über die Transporteinrichtung 46 zum Handhabungssystem 123 und über dieses vom Weitergabebereich



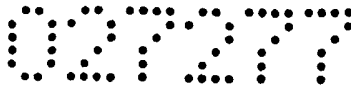
reich 45 zu einem zweiten Übernahmebereich 126 der zweiten Fertigungsanlage 33 transportiert.

Die zweite Fertigungsanlage 33 umfasst ein zweites Transportsystem 127 und zumindest eine zweite Fügestation 128, die nach dieser Ausführung durch eine Schweißstation gebildet ist. Das Transportsystem 127 dient der Beförderung der von der ersten Fertigungsanlage 32 vorgefertigten, gefügten Baugruppen 122 sowie von weiteren Teilen 3a, 3b, die ihrerseits mit der vorgefertigten Baugruppe 122 gefügt werden.

Dazu weist das zweite Transportsystem 127 eine sich zwischen dem zweiten Übernahmebereich 126 und einem zweiten Weitergabebereich 129 vorzugsweise geradlinig erstreckende, zweite Transporteinrichtung 130 mit entlang von in dieser Fig. nicht eingetragenen Führungsbahnen verfahrbaren und vorzugsweise gleichartig ausgebildeten Teiletransportträgern 48', sowie eine Teilebereitstellung auf. Die zweite Transporteinrichtung 130 weist wiederum eine Vielzahl von Teiletransportträgern 48' auf, die ihrerseits mit der bereits oben ausführlich beschriebenen Aufnahme 51' und zwei weiteren Aufnahmen 131a, 131b für die Teile 3a, 3b versehen sind.

Die Teilebereitstellung für die Teile 3a, 3b ist nach dieser Ausführung durch zwei Vorrichtungen 132, 133 zum Vereinzeln, Fördern und Ausrichten von in einem Behälter 134 als Schüttgut aufgenommenen Teile 3a, 3b gebildet. Diese Vorrichtung 133, 134 umfasst einen Teilespeicher 135 für die Teile 3a, 3b. Eine derartige Vorrichtung 133, 134 ist beispielsweise aus der DE 40 25 391 A1 oder DE 41 26 689 A1 bekannt.

Wie aus Fig. 3 weiters ersichtlich, werden die aus dem Behälter 134 entnommenen Teile 3a mittels der Vorrichtung 132 bis zu einer Übergabeposition 136 am Teilespeicher 135 gefördert. Im zweiten Übernahmebereich 126 ist ein dem stromabwärts gelegenen Ende des Teilespeichers 135 zugeordnetes, erstes Handhabungssystem 137 mit einem im Raum verstellbaren Greifer (nicht dargestellt) angeordnet, mittels dem ein in der Übergabeposition 136 des Teilespeichers 135 bereitgestellter, vereinzelter, dritter Teil 3a entnommen, einer Übernahmeposition 138 an der zweiten Transporteinrichtung 130 zugeführt und an der Aufnahme 131a des Teiletransportträgers 48' der Transporteinrichtung 130 in der Lage orientiert abgelegt wird. Zuvor wird ein bereits mit der Baugruppe 122 beladener Teiletransportträger 48' in die Übernahmeposition 138 verfahren und in dieser angehalten, so-



dann mit dem dritten Teil 3a beladen. Nach dem Beladen des Teiletransportträgers 48', wird dieser von der Übernahmeposition 138 in die weitere Übernahmeposition 138' verfahren, dort angehalten und mit dem vierten Teil 3b beladen.

Dazu ist im Übernahmebereich 126 ein dem stromabwärts gelegenen Ende der Vorrichtung 133 zugeordnetes, zweites Handhabungssystem 139 mit einem im Raum verstellbaren Greifer (nicht dargestellt) angeordnet. Mittels der Vorrichtung 133 werden die aus dem Behälter 134 entnommenen Teile 3b bis zu einer Übergabeposition 136' am Teilespeicher 135 gefördert. Der in der Übergabeposition 136' bereitgestellte, vereinzelte, vierte Teil 3b wird mittels dem zweiten Handhabungssystem 139 bzw. Greifer von dieser entnommen, einer Übernahmeposition 138' an der zweiten Transporteinrichtung 130 zugeführt und an der Aufnahme 131b des Teiletransportträgers 48' der Transporteinrichtung 130 in der Lage orientiert abgelegt.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, sind die Vorrichtungen 132, 133 zu beiden Seiten der Transporteinrichtung 130 gegenüberliegend und in Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 140 – der Teiletransportträger 48' hintereinander angeordnet. Die Übergabe- und Übernahmepositionen 136, 136', 138, 138' sind ebenso in Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 140 – der Teiletransportträger 48' hintereinander ausgebildet. Natürlich können die Vorrichtungen 132, 133 auch spiegelbildlich gegenüberliegen (nicht gezeigt). Nach dieser Ausführung genügt ein Handhabungssystem 137, das beiden die Vorrichtungen 132, 133 zugeordnet ist und mittels dem die Teile 3a, 3b von den Übergabepositionen 136, 136' an nur eine Übernahmeposition 138 nacheinander zugeführt und am Teiletransportträger 48' abgelegt werden.

Die Transportteileträger 48' werden zwischen dem zweiten Übernahme- und Weitergabebereich 126, 129 in Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 140 – getaktet fortbewegt. Nachdem ein Teil 3a an der Aufnahme 131a abgelegt wurde, werden die Teiletransportträger 48' weiterbewegt, sodass der Teiletransportträger 48' von der einen Übernahmeposition 138 zur anderen Übernahmeposition 138' der Teilebereitstellung bewegt wird.

Ist nun auch ein Teil 3b an der Aufnahme 131b abgelegt worden, werden die Teiletransportträger 48' weiterbewegt, sodass der mit einer vorgefertigten Baugruppe 122 und dem dritten und vierten Teil 3a, 3b beladene Teiletransportträger 48' von der Übernahmepositi-



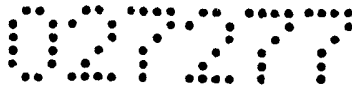
on 138' der Teilebereitstellung gemeinsam zur Fügestation 128, insbesondere der Schweißstation, transportiert und in dieser in einer Halteposition 142 angehalten werden.

Die zweite Fügestation 128, insbesondere Schweißstation, ist zwischen dem zweiten Übernahme- und Weitergabebereich 126, 129 angeordnet und umfasst im Nahbereich eines Transportabschnittes der Transporteinrichtung 130 ein Spannsystem 143, zwei Höhenpositioniervorrichtungen (nicht eingetragen) sowie wenigstens eine vereinfacht dargestellte Fügeeinrichtung zum Fügen der Teile 1, 2 zu einer Baugruppe. Das Spannsystem 143 umfasst eine noch näher zu beschreibende Spanneinheit 144. Die Fügeeinrichtung ist nach dieser Ausführung als Schweißvorrichtung 145 mit zumindest zwei getrennt angesteuerten Strahlschweißköpfen 146a, 146b zum Fügen der Teile 3a, 3b ausgebildet.

In der Halteposition 142 des Transportteilträgers 48' werden die Teile 3a, 3b und die vorgefertigte 122 Baugruppe gemeinsam aus einer am Teiletransportträger 48' befindlichen Transportstellung in eine vom Teiletransportträger 48' losgelöste Bereitstellungsposition zwischen Spanneinrichtungen der Spanneinheit 144 bewegt, insbesondere angehoben, sodann die Baugruppe 122 und die Teile 3a, 3b zueinander positioniert, gegeneinander gespannt und darauffolgend gefügt, insbesondere mittels den Strahlschweißköpfen 146a, 146b der Schweißvorrichtung 145 an den Fügestellen 18a, 18b, 18c; 19a, 19b zumindest in Teilabschnitten miteinander verschweißt oder geklebt und danach wiederum auf den vorzugsweise während der Dauer des Fügeprozesses in der Halteposition 142 verharrenden Teiletransportträger 48' abgelegt. Danach wird die gefügte Baugruppe 147 über die Transporteinrichtung 130 zu den zweiten Weitergabebereich 129 transportiert.

Im zweiten Weitergabebereich 129 ist ein drittes Handhabungssystem 148 mit einem im Raum frei bewegbaren Greifer (nicht dargestellt) und eine Schlechteilebox 149 angeordnet. Der die fertige Baugruppe 147 aufnehmende Teiletransportträger 48' wird im Weitergabebereich 129 in einer Endposition 150 angehalten und in dieser mittels dem Handhabungssystem 148 bzw. Greifer die Baugruppe 147 vom Teiletransportträger 48' entnommen und einer Abfördervorrichtung 151 oder der Schlechteilebox 149 zugeführt.

Wie im Nachfolgenden noch beschrieben wird, erfolgt nämlich in der Fügestation 128 anhand eines Soll-Istwert-Vergleiches der Spannkraft und/oder des Verfah- und/oder Spannweges einer jeden einzelnen Spanneinrichtung der Spanneinheit 144 eine Erfassung



der Qualitätsmerkmale, insbesondere der Maßhaltigkeit, der einzelnen Teile 3a, 3b. Diese Qualitätsmerkmale werden im Vergleichsmodul 39 mit Qualitätsanforderungen verglichen und im Auswertemodul 40 ausgewertet. Entspricht einer der Teile 3a, 3b nicht den Qualitätsanforderungen, beispielsweise ist einer der Teile 3a, 3b unzulässig verbogen, wie dies während dem Spannvorgang jedes Teiles 3a, 3b ermittelt wird, werden die Teile 1, 2, 3a, 3b erst gar nicht miteinander gefügt, sondern von der Spanneinheit 144 bzw. den Höhenpositioniervorrichtungen wiederum auf einen Teiletransportträger 48' abgelegt und über die Transporteinrichtung 130 zum Handhabungssystem 148 und darauffolgend über dieses in die Schlechteilebox 149 transportiert.

Entsprechen die Teile 3a, 3b jedoch den Qualitätsanforderungen, wie die während dem Spannvorgang ermittelt wird, werden die Teile 1, 2, 3a, 3b miteinander verschweißt und über die Transporteinrichtung 130 zum Handhabungssystem 148 und über dieses vom Weitergabebereich 29 zur Abfördervorrichtung 151 transportiert.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Fertigungssystem 31 und Fertigungsverfahren ist es nun vorgesehen, dass dem Strahlschweißkopf 121 der ersten Schweißstation und den Strahlschweißköpfen 146a, 146b der zweiten Schweißstation die Laserstrahlung von nur einer die Energiequelle 34 bildenden Strahlquelle, beispielsweise einem Lasergenerator, abwechselnd zugeführt wird. Der Strahlschweißkopf 121 der ersten Schweißstation und die Strahlschweißköpfe 146a, 146b der zweiten Schweißstation sind mit einer gemeinsamen Laserstrahlquelle jeweils über einen Lichtwellenleiter (L1, L2, L3) und über eine Strahlweiche (nicht dargestellt) verbunden. Der Lichtwellenleiter (L1) führt zum Strahlschweißkopf 121, der Lichtwellenleiter (L2) zum Strahlschweißkopf 146a und der Lichtwellenleiter (L3) zum Strahlschweißkopf 146b. Die Laserstrahlquelle verfügt über ein nicht dargestelltes Spiegelsystem, mit dem die von der Laserstrahlquelle abgestrahlte Laserstrahlung in den entsprechenden Lichtwellenleiter (L1; L2; L3) und wahlweise in die unterschiedlichen Strahlschweißköpfe 110, 146a, 146b entweder zur ersten Schweißstation oder zur zweiten Schweißstation eingekoppelt bzw. eingespiegelt wird.

Nach dem Fertigungsverfahren werden innerhalb eines ersten Zeitintervalls zwei Teile 1, 2 zur ersten Schweißstation antransportiert und eine geschweißte Baugruppe 122 des vorangegangenen Zyklus von der ersten Schweißstation abtransportiert und währenddessen in



der zweiten Schweißstation eine in der ersten Fertigungsanlage 32 vorangegangene geschweißte Baugruppe 122 und ein von der zweiten Teilebereitstellung zugeführter, dritter Teil 3a zueinander positioniert und gespannt sowie zur fertigen Baugruppe 147 geschweißt. Innerhalb eines zweiten Zeitintervalls werden in der ersten Fertigungsanlage 32 zwei von der ersten Teilebereitstellung zugeführte Teile 1, 2 zueinander positioniert, gespannt und zur Baugruppe 122 geschweißt und währenddessen in der zweiten Fertigungsanlage 33 eine in der ersten Fertigungsanlage 32 vorangegangene geschweißte Baugruppe 122 zur zweiten Schweißstation der zweiten Fertigungsanlage 33 antransportiert und eine in der zweiten Schweißstation der zweiten Fertigungsanlage 33 fertig geschweißte Baugruppe 147 des vorangegangenen Zyklus an den zweiten Weitergabebereich 129 abtransportiert.

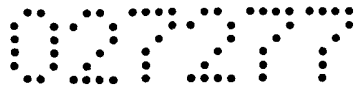
In der Fig. 10 ist die Fügestation 43 bzw. Schweißstation mit der(m) nur teilweise dargestellten Transporteinrichtung 46 und Spannsystem 111 sowie der Schweißvorrichtung 119 gezeigt, wobei die Umkleidung entfernt ist. Die Schweißstation umfasst eine aus vier vertikal auf die Aufstandsfläche 59 ausgerichtete Steher 152 und einen diese verbindenden Rahmen bestehende Tragkonstruktion. Der Rahmen umfasst zwei parallel zur Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 65 – der Transporteinrichtung 46 verlaufende Portale 153 und zwei zu diesen quer verlaufende Portale 154 auf. Die Portale 153, 154 sind über Schrauben mit den Stehern 152 lösbar verbunden. Ein Portal 153 ist mit Konsolen 155 versehen, an dem ein in Fig. 11 näher dargestelltes Antriebssystem 156 befestigt ist, über welches die Schweißvorrichtung 119 am Rahmen verstellbar gelagert ist. Zusätzlich umfasst die Tragkonstruktion einen Grundrahmen, der zu beiden Seiten der Transporteinrichtung 46 Montageplatten 157 umfasst, an denen die Zustellachsen 112a, 112b lösbar befestigt sind. Die Montageplatten 157 sind mit ihren aufeinander zugewandten Enden auf parallel zur Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 65 – der Transporteinrichtung 46 und unmittelbar benachbart zu dieser verlaufenden Tragprofilen 158 und mit ihren voneinander abgewandten Enden über Stützkonsolen 159 an parallel zur Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 65 – der Transporteinrichtung 46 verlaufenden, weiteren Tragprofilen 160 befestigt. Zur Versteifung der Tragkonstruktion sind außerdem noch zwei die Steher 152 im Fußbereich miteinander verbindende Trägerplatten 161 vorgesehen. Diese Trägerplatten 161 sind zum



Durchtritt des rücklaufenden Trums der Transportkette 52 der Transporteinrichtung 46 mit einer Aussparung 162 versehen.

Wie aus der Zusammenschau der Fig. 3 und 10 ersichtlich, ist die Fügestation 43 mit einer Anschlussschnittstelle 163 versehen, die eine Datenschnittstelle, einen Anschluss für ein Absaugrohr 164, einen Anschluss für elektrische und/oder mechanische und/oder optische Energie, und/oder einen Anschluss für einen Lichtwellenleiter (L1, L2, L3) versehen ist. Das Absaugrohr 164 ist über die Anschlussschnittstelle 163 mit einem nicht dargestellten Entlüftungssystem und der Lichtwellenleiter (L1, L2, L3) über die Anschlussschnittstelle 163 mit der Energiequelle 34 verbunden. Außerdem ist die Anschlussschnittstelle 163 ihrerseits mit einer elektrischen und/oder mechanischen Energiequelle 36 und/oder Steuerungseinrichtung 37 verbunden. Natürlich kann der Lichtwellenleiter (L1, L2, L3) auch unmittelbar mit der optischen Energiequelle 34 verbunden sein.

In der Fig. 11 ist das Antriebssystem 156 dargestellt, mit der der Strahlschweißkopf 121 der Schweißvorrichtung 119 im Raum bewegt werden kann. Das Antriebssystem 156 umfasst zwei an den in Fig. 10 eingetragenen Konsolen 155 des Rahmens ortsfest angeordnete Linearantriebe 170a, 170b mit über jeweils einen stufenlos steuerbaren Elektromotor 171a, 171b, insbesondere Servo- oder Schrittschaltmotor, synchron verstellbaren Schlitten (nicht ersichtlich), und einen an den Schlitten befestigten, dritten Linearantrieb 172 mit über einen stufenlos steuerbaren Elektromotor 173, insbesondere Servo- oder Schrittschaltmotor, verstellbaren Schlitten (nicht ersichtlich), sowie einen an diesem Schlitten befestigten, vierten Linearantrieb 174 mit über einen stufenlos steuerbaren Elektromotor 175, insbesondere Servo- oder Schrittschaltmotor, vertikal verstellbaren Schlitten (nicht ersichtlich), der mit dem Schlitten des dritten Linearantriebes 172 verbunden ist. Die Schweißvorrichtung 119 ist über eine Befestigungsvorrichtung 176 am unteren Ende des vierten Linearantriebs 174 montiert und mittels dem ersten/zweiten Linearantrieb 170a, 170b quer zur Vorschubrichtung der Transporteinrichtung 46 (in Fig. 10 eingetragen) und mittels dem dritten Linearantrieb 172 in Vorschubrichtung der Transporteinrichtung 46 sowie mittels dem vierten Linearantrieb 174 in vertikaler Richtung verstellbar ausgebildet. Der Strahlschweißkopf 121 ist zusätzlich noch um eine vertikale Schwenkachse 177 und um eine parallel zum ersten/zweiten Linearantrieb 170a, 170b verlaufende Schwenkachse 178 verschwenkbar an der Befestigungsvorrichtung 176 gelagert, wie in den Fig. 32 und 33 im



Detail beschrieben wird. Der Strahlschweißkopf 121 ist um die vertikale Achse 177 sowie um die horizontale Achse 178 jeweils um ca. 270° verschwenkbar.

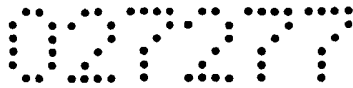
In den gemeinsam beschriebenen Fig. 12 bis 17 ist ein Teilbereich der Transporteinrichtung 46 und des Spannsystems 111 der ersten Fügestation 43 stark vereinfacht und in unterschiedlichen Ansichten gezeigt. Aus Gründen der besseren Übersicht sind die Teiletransportträger 48 in den Fig. nicht dargestellt.

Die Fig. 12 zeigt dabei das Spannsystem 111 in Rüststellung, in der die noch näher zu beschreibenden Tragrahmen und Spannwerkzeuge der Spanneinheiten 114 bis 116 von Antriebseinheiten 180a bis 182b der Spanneinheiten 114 bis 116 abgebaut sind. Die Antriebseinheiten 180a bis 182b weisen jeweils einen mittels Elektromotor 188a bis 190b angesteuerten Linearantrieb 184a bis 186b und eine Rüstplattform 187 auf. Die Linearantriebe 184a bis 186b umfassen jeweils einen in einer horizontalen Ebene verstellbaren Schlitten 191a bis 193b, an dem eine Rüstplattform 187 befestigt ist. Nach gezeigter Ausführung ist die Rüstplattform 187 durch den Schlitten 191a bis 193b gebildet.

Die Zustellachsen 112a, 112b sind ebenso durch Linearantriebe 196a, 196b gebildet, die von Elektromotoren 197a bis 197b angesteuert sind und jeweils einen in einer horizontalen Ebene verstellbaren Schlitten 198a, 198b umfassen.

Wie nun in den Fig. 13 bis 14a dargestellt, umfassen die erste und zweite Spanneinheit 114, 115 des Spannsystems 111 zu beiden Seiten des geradlinigen Transportabschnittes der Transporteinrichtung 46 angeordnete und über die Antriebseinheiten 180a, 180b quer zur Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 46 – der Teiletransportträger 48 gegebenenfalls synchron verstellbare, zusammenwirkende Spanneinrichtungen 194a bis 195b.

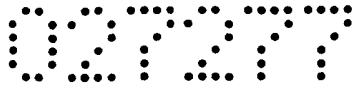
Die Spanneinrichtungen 194a, 194b der ersten Spanneinheit 114 umfassen jeweils die Antriebseinheit 180a, 180b, eine Höhenpositioniervorrichtung 200a, 200b, ein Spannwerkzeug 201a, 201b, einen Tragrahmen 202a, 202b, eine Anpressvorrichtung 203a, 203b zur Fixierung der Teile 1, 2 zwischen den Spanneinrichtungen 194a, 194b und ein Widerlager 204a, 204b. Das Spannwerkzeug 201a, 201b ist über den Tragrahmen 202a, 202b mit der Rüstplattform 187 der Antriebseinheit 180a, 180b verbunden. Die Tragrahmen 202a, 202b der Spanneinrichtungen 194a, 194b umfassen jeweils eine an der Rüstplattform 187 befestigte



tigte, untere Montageplatte 205a, 205b, an dieser befestigte Tragwände 206a bis 208b, eine mit diesen an der Oberseite verbundene, obere Montageplatte 209a, 209b sowie eine an dieser befestigte Tragplatte 210a, 210b. Das Widerlager 204a, 204b ist mit der Tragplatte 210a, 210b und der der Transporteinrichtung 46 zugewandten Tragwand 206a, 206b befestigt. Das Widerlager 204a, 204b umfasst einen Kragarm 211a, 211b, der auf seiner der Antriebseinheit 180a, 180b zugewandten Unterseite mit einer Spannbacke 212a, 212b versehen ist.

Die quer zur Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 46 – der Teiletransportträger 48 gegebenenfalls synchron verstellbaren, zusammenwirkenden Spannwerkzeuge 201a, 201b der Spanneinrichtungen 194a, 194b sind aufeinander ausgerichtet und am Tragrahmen 202a, 202b, insbesondere der vorderen Tragwand 206a, 206b befestigt. Jedes der Spannwerkzeuge 201a, 201b ist nach dieser Ausführung durch ein Auflagerelement 213a, 213b einer die Höhenpositioniervorrichtung 200a, 200b aufweisenden Hebevorrichtung 214a, 214b gebildet und ist als Winkelprofil ausgebildet. Der aufragende Schenkel des Winkelprofils ist mit der Tragwand 206a, 206b des Tragrahmens 202a, 202b verbunden, während der horizontale Schenkel an der Tragwand 206a, 206b senkrecht vorragt. Der horizontale Schenkel des Winkelprofils bzw. des Spannwerkzeuges 201a, 201b weist nach dieser Ausführung eine in Richtung der Transporteinrichtung 46 nach unten geneigte Auflaufschräge 215a, 215b, eine an diese anschließende, horizontale Auflagefläche 216a, 216b und ein Anschlagerelement mit einer vertikalen Anschlagfläche 217a, 217b auf. Eine vordere Kante 218a, 218b der Spannwerkzeuge 201a, 201b ist knapp unterhalb einer Transportebene bzw. Transportstellung 219 des am Teiletransportträger 48 abgelegten, ersten Teiles 1 ausgebildet, wie in Fig. 18a dargestellt.

In Fig. 15 ist eine andere Ausführung der Höhenpositioniervorrichtung 200a, 200b der Spanneinrichtungen 194a, 194b und ein Teilabschnitt des Tragrahmens 202a, 202b stark vereinfacht gezeigt. Die Höhenpositioniervorrichtung 200a, 200b umfasst eine andere Ausführung einer Hebevorrichtung 220a, 220b. Diese Hebevorrichtung 220a, 220b weist einen Stellantrieb 224a, 224b und das die Teile 1, 2 zwischen einer Transportstellung und einer gegenüber dieser oberhalb oder unterhalb liegenden Bereitstellungsposition gemeinsam anhebende oder absenkende Auflagerelement 213a, 213b auf. Das Auflagerelement 213a, 213b ist durch das Spannwerkzeug 201a, 201b gebildet und ist mit diesem ein etwa L-

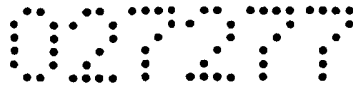


förmiges Schieberelement 221a, 221b verbunden. Das Schieberelement 221a, 221b ist über zumindest ein Führungsorgan 222a, 222b auf zumindest einer Führungsbahn 223a, 223b am Tragrahmen 202a, 202b, insbesondere an der Tragwand 206a, 206b geführt und über den Stellantrieb 224a, 224b entlang der Führungsbahn 223a, 223b im Wesentlichen vertikal verstellbar. Das Spannwerkzeug 201a, 201b kragt an der Führungsbahn 223a, 223b senkrecht vor. Der Stellantrieb 224a, 224b ist nach gezeigter Ausführung durch einen Elektro- oder Fluidantrieb gebildet und mit dem Auflagerelement 213a, 213b bzw. dem Schieberelement 221a, 221b bewegungsmäßig gekoppelt.

Die Spannwerkzeuge 201a, 201b der Spanneinrichtung 194a, 194b sind zwischen einer Ausgangsstellung, wie in vollen Linien eingetragen, und einer ober- oder unterhalb liegenden Betätigungsstellung, wie in strichlierte Linien eingetragen, synchron verstellbar. Dabei wird über geeignete Mittel, beispielsweise eine mechanische Endlagenbegrenzung, die Ansteuerung des Stellantriebes 224a, 224b vorgenommen, sodass die Spannwerkzeuge 201a, 201b in deren Betätigungsstellung stets eine exakte Höhenposition einnehmen und ein zuverlässiger Spannvorgang des in dieser Figur nicht eingetragenen, ersten Teiles 1 erfolgen kann. Jedes Auflagerelement 213a, 213b bzw. Spannwerkzeug 201a, 201b weist nur eine horizontale Auflagefläche 216a, 216b und ein die vertikale Anschlagfläche 217a, 217b ausbildendes Anschlagelement auf.

Eine andere, nicht gezeigte Ausführung besteht darin, dass am Tragrahmen 202a, 202b, insbesondere an der vorderen Tragwand 206a, b ein Stellantrieb 224a, 224b in Form eines Linearantriebes befestigt ist, der einen Elektromotor und einen über eine an diesen angeflanschte Gewindespindel positioniert verstellbaren und entlang einer Führungsbahn geführten Schlitten umfasst. Das Spannwerkzeug 201a, 201b ist in diesem Fall am Schlitten befestigt.

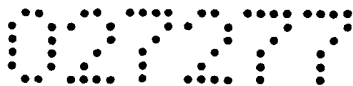
In den gemeinsam beschriebenen Fig. 16 und 17 ist eine weitere Ausführungsvariante der Höhenpositioniervorrichtung 200a, 200b der Spanneinrichtungen 194a, 194b in unterschiedlichen Ansichten gezeigt. Jede Spanneinrichtung 194a, 194b umfasst nach dieser Ausführung zwei Spannwerkzeuge 201a, 201b, von welchen jedes die Auflagefläche 217a, 217b und Anschlagfläche 216a, 216b ausbildet. Die Spannwerkzeuge 201a, 201b sind zu beiden Seiten der Führungsbahn 223a, 223b angeordnet und am Tragrahmen 202a, 202b



befestigt. Nach dieser Ausführung sind die Höhenpositioniervorrichtung 200a, 200b bzw. die Hebevorrichtung 220a, 220b und das Spannwerkzeug 201a, 201b getrennt voneinander ausgebildet. Die Höhenpositioniervorrichtung 200a, 200b umfasst wiederum die Hebevorrichtung 220a, 220b, wovon letztere das die Teile 1, 2 (nicht dargestellt) zwischen einer am Teiletransportträger 48 befindlichen Transportstellung und einer gegenüber dieser ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition anhebende oder absenkende Auflagerelement 213a, 213b ausbildet. Demnach sind das Spannwerkzeug 201a, 201b und das Auflagerelement 213a, 213b voneinander getrennt und relativ zueinander verstellbar ausgebildet. Die Hebevorrichtung 220a, 220b umfasst zumindest ein Führungsorgan 222a, 222b, mittels dem das Auflagerelement 213a, 213b auf zumindest einer Führungsbahn 223a, 223b geführt und mittels einem Stellantrieb 224a, 224b entlang der Führungsbahn 223a, 223b gemäß eingetragenen Doppelpfeil vertikal verstellbar ist.

Das Führungsorgan 222a, 222b ist auf einem Schlitten 225a, 225b gelagert. Der Schlitten 225a, 225b ist über eine Konsole mit dem Auflagerelement 213a, 213b verbunden. Der Stellantrieb 224a, 224b ist seinerseits über ein Übertragungselement 226a, 226b mit dem Schlitten 225a, 225b bzw. Auflagerelement 213a, 213b bewegungsmäßig gekoppelt. Der Stellantrieb 224a, 224b ist durch einen Elektro- oder Fluidmotor gebildet. Das Auflagerelement 213a, 213b ragt mit seiner der Transporteinrichtung 46 (siehe Fig. 13 und 14) zugewandten Kante an der Kante 118a, 118b des Spannwerkzeuges 201a, 201b vor und weist an seiner Oberseite ein Anschlagelement 227a, 227b auf, um sicherzustellen, dass während dem Anheben der nicht dargestellten Teile 1, 2 der erste Teil 1 nicht mit dem Spannwerkzeug 201a, 201b kollidiert. Demnach ist das Anschlagelement 227a, 227b gegenüber die Kante 218a, 218b des Spannwerkzeuges 201a, 201b in Richtung zur Transporteinrichtung 46 versetzt angeordnet und überragt dessen vertikale Anschlagfläche die Kante 218a, 218b.

Das Auflageelement 213a, 213b ist aus einer Ausgangsstellung, wie in volle Linien eingetragen, in eine knapp oberhalb der Auflagefläche 216a, 216b des Spannwerkzeuges 201a, 201b liegende Betätigungsstellung, wie in strichlierte Linien eingetragen, verstellbar ausgebildet. Die Auflageelemente 213a, 213b der Spanneinrichtungen 194a, 194b heben dabei einen auf diesen aufgelagerten Teil 1 gemeinsam mit dem Teil 2 an oder senken den Teil 1 gemeinsam mit dem Teil 2 ab. Nach dem Erreichen der Betätigungsstellung der Auflageelemente 213a, 213b oder während dem Absenken derselben in Richtung der Ausgangs-

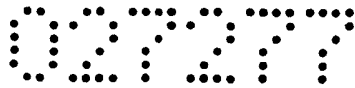


stellung, werden die Paare von Spannwerkzeugen 201a, 201b bzw. die Spanneinrichtungen 194a, 194b aufeinander zugestellt, sodass ein Abstand zwischen den aufeinander zugewandten Kanten 218a, 218b der Spannwerkzeuge 201a, 201b geringer ist als die Länge des ersten Teiles 1 (nicht dargestellt). Werden nun die Auflagerelemente 213a, 213b mit den Teilen 1, 2 in Richtung der Ausgangsstellung nach unten bewegt, wird der Teil 1 gemeinsam mit dem Teil 2 an den in einer Ebene befindlichen Auflageflächen 216a, 216b der Spannwerkzeuge 201a, 201b abgesetzt. Die Auflagerelemente 213a, 213b werden bis in ihre Ausgangsstellungen zurückbewegt. Der Spannvorgang des Teiles 1 wird im Nachfolgenden noch näher beschrieben.

Eine andere nicht gezeigte Ausführung besteht darin, dass die Höhenpositioniervorrichtungen 200a, 200b bzw. die Hebevorrichtungen 220a, 220b mit den einen Teil 1 abstützenden Auflagerelementen 213a, 213b zu beiden Seiten der Transporteinrichtung 46 und getrennt von den Spanneinrichtungen 194a, 194b; 195a, 195b der Spanneinheiten 114, 115 ausgebildet und in der Fügestation 43 im Nahbereich der Spanneinheiten 114, 115 angeordnet sind.

Genauso gut ist es auch möglich, dass die Fügestation 43 im Nahbereich der Spanneinheiten 114, 115 nur eine Höhenpositioniervorrichtung 200a bzw. eine Hebevorrichtung 220a mit dem Auflagerelement 213a aufweist, mit dem beide Teile 1, 2 zwischen einer Transportstellung und Bereitstellungsposition gemeinsam angehoben oder abgesenkt werden.

Werden die Teile 1, 2 auf zwei Teiletransportträgern 48 getrennt von den Übernahmepositionen 106, 106' zur Halteposition 110 in die Fügestation 43 transportiert, ist einerseits eine erste Höhenpositioniervorrichtung für den ersten Teil 1 und andererseits eine zweite Höhenpositioniervorrichtung für den zweiten Teil 1 vorgesehen. Die Höhenpositioniervorrichtungen weisen jeweils die Hebevorrichtungen auf. Die erste Hebevorrichtung bildet ein den ersten Teil 1 zwischen einer am Teiletransportträger 48 befindlichen Transportstellung und einer gegenüber dieser ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition des ersten Teiles 1 anhebendes oder absenkendes, erstes Auflagerelement aus. Die zweite Hebevorrichtung bildet ein den zweiten Teil 2 zwischen einer am Teiletransportträger 48 befindlichen Transportstellung und einer gegenüber dieser ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition des zweiten Teiles 2 anhebendes oder absenkendes, zweites Auflager-



element aus. Im allgemeinen können die erste und zweite Höhenpositioniervorrichtung identisch aufgebaut sein. Dabei kann eine der Spanneinrichtungen 194a, 194b, 195a, 195 mit der zweiten Höhenpositioniervorrichtung oder beide Spanneinrichtungen 194a, 194b, 195a, 195 der Spanneinheiten 114, 115 mit jeweils einer zweiten Höhenpositioniervorrichtung ausgestattet sein. Andererseits kann auch die Fügestation 43 mit zumindest einer zweiten Höhenpositioniervorrichtung versehen sein, die getrennt von den Spanneinheiten 114, 115 ausgebildet und im Nahbereich deren angeordnet ist.

Wie bereits oben beschrieben, umfasst jede Spanneinrichtung 194a, 194b eine Anpressvorrichtung 203a, 203b, wie diese in den Fig. 13a und 14a dargestellt ist. Die Anpressvorrichtung 203a, 203b der Spanneinrichtungen 194a, 194b umfassen jeweils zwei über getrennte Stellvorrichtungen 228a, 228b, 229a, 229b relativ zueinander verstellbare Anpress-elemente 230a, 230b, 231a, 231b und einen Gehäuseteil 232a, 232b, der über einen Flansch am Tragrahmen 202a, 202b, insbesondere der vertikalen Tragwand 206a, 206b befestigt ist. Der Gehäuseteil 232a, 232b umfasst zwei im Abstand voneinander angeordnete Seitenwände 233a, 233b, einen diese verbindenden Boden 234a, 234b und einen Deckel 235a, 235b. Der Boden und Deckel 234a, 234b, 235a, 235b bilden auf ihren einander zugewandten Innenseiten jeweils eine Führungsfläche 236a, 236b aus, entlang denen noch näher zu beschreibende Horizontalschieber 237a, 237b, 238a, 238b geführt sind. Die Horizontalschieber 237a, 237b, 238a, 238b bilden wiederum auf ihren den Führungsflächen 236a, 236b zugewandten Außenseiten und an diesen aufliegende Führungsflächen 239a, 239b aus. Zusätzlich sind die Horizontalschieber 237a, 237b, 238a, 238b auf ihren einander zugewandten Innenseiten mit inneren Führungsflächen 240a, 240b versehen. Die Horizontalschieber 237a, 237b, 238a, 238b stützen sich mit ihren inneren Führungsflächen 240a, 240b aufeinander ab und führen sich gegenseitig.

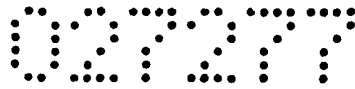
Das erste Anpresselement 230a, 230b ist an einem ersten Vertikalschieber 241a, 241b befestigt. Der erste Vertikalschieber 241a, 241b ist über eine Kulissenanordnung 242 mit dem unteren Horizontalschieber 237a, 237b bewegungsmäßig gekoppelt. Dazu ist der in Längsrichtung des Gehäuseteiles 232a, 232b horizontal und quer zur Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 46 – der Teiletransportträger 48 verstellbare, untere Horizontalschieber 237a, 237b mit einem Kulissenelement 243, beispielsweise ein zylindrischer Bolzen, versehen, das innerhalb einer bogenförmigen Kulissenbahn 244 im ersten Vertikalschieber 241a,



241b gelagert ist. Wie in Fig. 14, 14a ersichtlich, sind der Boden 234a, 234b, Deckel 235a, 235b und die Horizontalschieber 237a, 237b, 238a, 238b mit vertikal übereinanderliegenden, ersten Durchtrittsöffnungen 245 versehen. Der Vertikalschieber 241a, 241b ist etwa quaderförmig ausgebildet und entspricht die Umrissform der Durchtrittsöffnung 245 der Außenkontur des Vertikalschiebers 241a, 241b. Der Vertikalschieber 241a, 241b durchsetzt die Durchtrittsöffnungen 245 und ist mittels der im Gehäuseteil 232b bzw. Boden 234a, 234b, Deckel 235a, 235b ausgebildeten Durchtrittsöffnungen 245 zwangsgeführt. Der untere Vertikalschieber 241a, 241b ist über ein Koppellement 246 mit einem ersten Antriebsmotor 247a, 247b, beispielsweise einen Elektro- oder Fluidmotor verbunden. Der Antriebsmotor 247a, 247b ist am Tragrahmen 202a, 202b, insbesondere der mittleren Tragwand 207a, 207b befestigt.

Wird nun der untere Horizontalschieber 237a, 237b mittels dem Antriebsmotor 247a, 247b aus der gezeichneten Ausgangsstellung in eine in Fig. 18c dargestellte Betätigungsstellung von links nach rechts verschoben, wird gleichzeitig das erste Anpresselement 230a, 230b in Richtung auf das feststehende Spannwerkzeug 201a, 201b bewegt und der nicht weiters dargestellte, erste Teil 1 zwischen dem Spannwerkzeug 201a, 201b und dem Anpresselement 230a, 230b fixiert.

Das zweite Anpresselement 231a, 231b ist an einem zweiten Vertikalschieber 248a, 248b befestigt und mit einer Spannbacke 252a, 252b versehen. Der zweite Vertikalschieber 248a, 248b ist über eine Kulissenanordnung 242' mit dem oberen Horizontalschieber 238a, 238b bewegungsmäßig gekoppelt. Dazu ist der in Längsrichtung des Gehäuseteiles 232a, 232b horizontal und quer zur Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 46 – der Teiletransporträger 48 verstellbare, obere Horizontalschieber 238a, 238b mit einem Kulissenelement 243', beispielsweise ein zylindrischer Bolzen, versehen, das innerhalb einer bogenförmigen Kulissenbahn 244' im zweiten Vertikalschieber 248a, 248b gelagert ist. Wie in Fig. 14, 14a ersichtlich, sind der Boden 234a, 234b, Deckel 235a, 235b und die Horizontalschieber 237a, 237b, 238a, 238b mit vertikal übereinanderliegenden, zweiten Durchtrittsöffnungen 245' versehen. Der Vertikalschieber 248a, 248b ist etwa quaderförmig ausgebildet und entspricht die Umrissform der Durchtrittsöffnung 245' der Außenkontur des Vertikalschiebers 248a, 248b. Der Vertikalschieber 248a, 248b durchsetzt die Durchtrittsöffnungen 245' und ist mittels der im Gehäuseteil 232b bzw. Boden 234a, 234b, Deckel 235a, 235b ausge-



bildeten Durchtrittsöffnungen 245' zwangsgeführt. Der Vertikalschieber 248a, 248b ist über ein Koppellement 249a, 249b mit einem zweiten Antriebsmotor 251a, 251b, beispielsweise einen Elektro- oder Fluidmotor verbunden. Der zweite Antriebsmotor 251a, 251b ist über einen Montagewinkel 250a, 250b mit dem Tragrahmen 202a, 202b, insbesondere der Tragwand 207a, 207b verbunden.

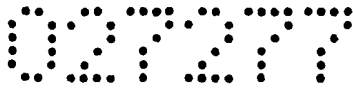
Wird nun der obere Horizontalschieber 238a, 238b mittels dem Antriebsmotor 251a, 251b aus der gezeichneten Ausgangsstellung in eine in Fig. 18c dargestellte Betätigungsstellung von links nach rechts verschoben, wird gleichzeitig das zweite Anpresselement 231a, 231b in Richtung auf das feststehende Widerlager 204a, 204b bewegt und der nicht weiters dargestellte, zweite Teil 2 zwischen den Spannbacken 212a, 212b, 252a, 252b fixiert.

Die das erste Anpresselement 230a, 230b betätigende Stellvorrichtung 228a, 228b umfasst den oben beschriebenen, ersten Vertikalschieber 241a, 241b, die Kulissenanordnung 242, das Koppellement 246a, 246b und den ersten Antriebsmotor 247a, 247b. Die das zweite Anpresselement 231a, 231b betätigende Stellvorrichtung 229a, 229b umfasst den oben beschriebenen, zweiten Vertikalschieber 248a, 248b, die Kulissenanordnung 242', das Koppellement 249a, 249b und den zweiten Antriebsmotor 251a, 251b.

Nach dieser Ausführung bildet die zweite Stellvorrichtung 229a, 229b eine Hebevorrichtung einer zweiten Höhenpositioniervorrichtung aus, wobei das zweite Anpresselement 231a, 231b bzw. die Spannbacke 252a, 252b das den zweiten Teil 2 zwischen einer am Teiletransportträger 48 befindlichen Transportstellung und einer gegenüber dieser ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition anhebende oder absenkende Auflagerelement der Hebevorrichtung ausbildet.

Wie ebenfalls in Fig. 13 und 14 eingetragen, umfasst das Spannsystem 111 der in Fig. 1 und 10 dargestellten Fügestation 43, die zweite Spanneinheit 115. Diese weist zu beiden Seiten der Transporteinrichtung 46 angeordnete, zusammenwirkende Spanneinrichtungen 195a, 195b auf.

Die Spanneinrichtungen 195a, 195b der zweiten Spanneinheit 115 umfassen jeweils die Antriebseinheit 181a, 181b, einen Tragrahmen 254a, 254b sowie ein Spannwerkzeug 255a, 255b. Das Spannwerkzeug 255a, 255b ist über den Tragrahmen 254a, 254b mit der Rüst-



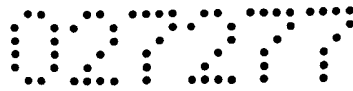
plattform 187 der Antriebseinheit 181a, 181b verbunden. Der Tragrahmen 254a, 254b umfasst eine an der Rüstplattform 187 befestigte Montageplatte 256a, 256b, an dieser befestigte, senkrecht ausgerichtete Tragwände 257a, 257b, 258a, 258b sowie eine an diesen, oben befestigte Tragplatte 259a, 259b. An der Tragplatte 259a, 259b ist das Spannwerkzeug 255a, 255b montiert. Die aufeinander zugerichteten Spannwerkzeuge 255a, 255b sind nun über die Antriebseinheiten 181a, 181b quer zur Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 65 – der Teiletransportträger 48 und zum Spannwerkzeug 201a, 201b der Spanneinrichtungen 194a, 194b der ersten Spanneinheit 114 relativ verstellbar ausgebildet. Die gegebenenfalls synchron zueinander verstellbaren Spannwerkzeuge 201a, 201b als auch die Spannwerkzeuge 255a, 255b sind ausschließlich in horizontalen Ebenen verstellbar.

Wie weiters aus den Fig. 13 und 14 ersichtlich, umfasst das Spannsystem 111 der in Fig. 1 und 10 dargestellten Fügstation 43 eine dritte Spanneinheit 116, die zwei in Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 65 – der Teiletransportträger 48 hintereinander angeordnete und über die Antriebseinheiten 182a, 182b zusammenwirkende Spanneinrichtung 260a, 260b umfasst. Die Spanneinrichtungen 260a, 260b der dritten Spanneinheit 116 umfassen jeweils die Antriebseinheit 182a, 182b, einen Tragrahmen 261a, 261b sowie ein Spannwerkzeug 262a, 262b. Jedes Spannwerkzeug 262a, 262b ist über den Tragrahmen 261a, 261b mit der Rüstplattform 187 der Antriebseinheit 182a, 182b verbunden. Die Antriebseinheiten 182a, 182b der Spanneinrichtungen 260a, 260b sind über eine etwa U-förmige Befestigungsplatte 263 am Schlitten 198b montiert. Die Schenkeln der Befestigungsplatte 263 tragen die Antriebseinheiten 182a, 182b, während deren Basis mit dem Schlitten 198b verbunden ist. Der Tragrahmen 261a, 261b umfasst eine an der Rüstplattform 187 befestigte Montageplatte 264a, 264b sowie an dieser befestigte, senkrecht ausgerichtete Tragwände 265a, 265b, mit denen das Spannwerkzeug 262a, 262b verbunden ist. Die Spannwerkzeuge 262a, 262b sind über die Antriebseinheiten 182a, 182b in Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 65 – der Teiletransportträger 49 gegebenenfalls synchron verstellbar ausgebildet.

Wie aus der Betrachtung der Fig. ersichtlich, sind die Spanneinrichtungen 194a, 195a auf dem Schlitten 198a des Linearantriebes 196a (Zustellachse 112a) und die Spanneinrichtungen 194b, 195b, 260a, 260b am Schlitten 198b des Linearantriebes 196b (Zustellachse 112b) aufgebaut.

Es sei an dieser Stelle kurz darauf hingewiesen, dass die an sich bekannten Linearantriebe der Spanneinheiten 114 bis 116 und des Antriebssystems 156 für die Schweißvorrichtung 119 sowie der Zustellachsen 112a, 112b jeweils einen Elektromotor, insbesondere einen stufenlos steuerbaren Servo- oder Schrittschaltmotor, eine an diesen direkt angeflanschte Gewindespindel und zumindest eine über die Gewindespindel entlang von Führungen verstellbare Spindelmutter umfasst, wobei an der Spindelmutter der Schlitten der Spanneinheiten 114 bis 116 und des Antriebssystems 156 gelagert ist. Die Elektromotoren sind über Verbindungsleitungen an die elektronische Steuereinrichtung 36 angeschlossen. Wie im Nachfolgenden noch beschrieben wird, wird von jedem der Elektromotoren der Spanneinheiten 114 bis 116 das ausgeübte Drehmoment bzw. der Motorstrom erfasst, der Steuereinrichtung 36 und/oder Auswerteeinheit 38 gemeldet und daraus eine Spannkraft und/oder ein Verfahr- und/oder Spannweg jeder einzelnen Spanneinrichtung der Spanneinheiten 114 bis 116 ermittelt, worauf ein Soll-Istwert-Vergleich im Vergleichsmodul 39 durchgeführt und eine Information über das Qualitätsmerkmal des zu verarbeitenden Teiles 1, 2 in Form von „Gutteil“ oder „Schlechtteil“ im Auswertemodul 40 ausgewertet und in die Steuereinrichtung 36 eingegeben werden, anhand deren die Spanneinrichtungen der Spanneinheiten 114 bis 116 und/oder das Antriebssystems 156 für die Schweißvorrichtung 119 sowie die Zustellachsen 112a, 112b angesteuert werden.

In den Fig. 18a bis 18f wird nun der Spannvorgang mittels dem Spannsystem 111 näher beschrieben. Zunächst werden die Spanneinrichtungen 194a, 194b, 195a, 195b der Spanneinheiten 114, 115 durch Verfahren der Schlitten 198a, 198b der Zustellachsen 112a, 112b aufeinander zu bewegt, sodass eine lichte Weite 266 bemessen zwischen den einander zugewandten Kanten 218a, 218b der Spannwerkzeuge 201a, 201b soweit verkleinert wird, bis diese geringer ist als die Länge 267 des ersten Teiles 1. Ebenso wird eine lichte Weite 268 bemessen zwischen den einander zugewandten Anschlagflächen 269 verkleinert. Dabei werden die Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b der Spanneinheiten 214, 215 jeweils aus einer vom Teil 1, 2 entfernten Ausgangsposition (AP), wie in strichlierte Linien in Fig. 18a eingetragen, in eine Zwischenposition (ZP), wie in strichlierte Linien in Fig. 18b eingetragen, bewegt. Die Bewegung der Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b zwischen der Zwischenposition (ZP) und einer den Teil 1, 2 festlegenden bzw. klemmenden Spannposition (SP), wie in Fig. 18d dargestellt, erfolgt über die Antriebseinheiten 180a, 180b, 181a, 181b. In der Zwischenposition (ZP) liegen die Anschlagflächen 217a, 217b,



269a, 269b der Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b im Nahbereich knapp vor den Anlageflächen 10, 12 der Teile 1, 2.

Wie oben beschrieben, sind die aufeinander zustellbaren Spannwerkzeuge 201a, 201b mit der Auflaufschräge 215a, 215b versehen, sodass alleinig auf Grund der Zustellbewegung der Spannwerkzeuge 201a, 201b von der Ausgangsposition (AP) in die Zwischen- oder Spannposition (ZP, SP), der zuvor mittels dem Teiletransportträger 48 in die Halteposition 110 der Fügestation 43 angelieferte Teile 1 auf die Spannwerkzeuge 201a, 201b aufgeschoben und vom Teiletransportträger 48 abgehoben wird. Wie in den vorhergehenden Fig. erläutert, ist der zweite Teil 2 an Auflagefortsätzen 8 des ersten Teiles 1 abgestützt und werden die Teile 1, 2 gemeinsam über einen Teiletransportträger 48 in die Fügestation 43 antransportiert als auch gemeinsam vom Teiletransportträger 48 angehoben oder abgesenkt. Hierbei wird der erste Teil 1 aus der am Teiletransportträger 48 befindlichen Transportstellung 219 in eine ober- oder unterhalb vom Teiletransportträger 48 befindliche Bereitstellungsposition 270 als auch der zweite Teil 2 aus der am Teiletransportträger 48 befindlichen Transportstellung 219' in eine ober- oder unterhalb vom Teiletransportträger 48 befindliche Bereitstellungsposition 270' bewegt. Werden im Gegensatz dazu, die Teile 1, 2 auf zwei Teiletransportträgern 48 getrennt angeliefert, wird der erste Teil 1 über die erste Höhenpositioniervorrichtung 200a, 200b und der zweite Teil 2 über die zweite Höhenpositioniervorrichtung vom Teiletransportträgern 48 abgehoben oder abgesenkt.

In den Bereitstellungspositionen 270, 270' befinden sich die Teile 1, 2 zwischen den gegenüberliegenden Spannwerkzeugen 201a, 201b und 255a, 255b der Spanneinrichtungen 194a, 194b, 195a, 195b.

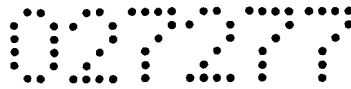
Während der Zustellbewegung der Spanneinrichtungen 194a bis 195b der Spanneinheiten 114, 115 werden gleichzeitig auch die Spannwerkzeuge 262a, 262b der Spanneinrichtungen 260a, 260b der Spanneinheit 115 jeweils aus einer Ausgangsposition (AP), siehe Fig. 18a, in eine Zwischenposition (ZP), siehe Fig. 18e, knapp vor die Schenkeln 6 des Teiles 1 bewegt. Die Bewegung der Spannwerkzeuge 262a, 262b zwischen der Zwischenposition (ZP) und einer die Teile 1, 2 fixierenden Spannposition (SP), wie in Fig. 18d dargestellt, erfolgt über die Antriebseinheiten 182a, 182b.



Gemäß Fig. 18c werden zunächst die Spannwerkzeuge 201a, 201b der Spanneinrichtungen 194a, 195b relativ zueinander verstellt bis die Anschlagflächen 217a, 217b gegen die stirnseitigen Anlageflächen 10 des ersten Teiles 1 anliegen, sodass der erste Teil 1 in einer ersten Raumrichtung positioniert und gespannt wird. Der Teil 1 wird dabei mit entgegengerichteten Spannkraften – gemäß eingetragenen Pfeilen 271 – beaufschlagt. Auf diese Weise ist der erste Teil 1 in einer ersten Raumrichtung festgelegt.

In einer ersten Ausführung sind die Elektromotoren 188a, 188b der Spanneinrichtungen 194a, 194b elektronisch gekoppelt und werden die Spannwerkzeuge 201a, 201b über die Antriebseinheiten 180a, 180b aus der in Fig. 18b gezeigten Zwischenposition (ZP) in die in Fig. 18c in strichlierte Linien eingetragene, klemmende Spannposition (SP) synchron zueinander verstellt bzw. aufeinander zubewegt bis die Anschlagflächen 217a, 217b gegen die stirnseitigen Anlageflächen 10 des ersten Teiles 1 anliegen und den Teil 1 zwischen diesen spannen. Dadurch wird der Teil 1 in seiner Spannposition 274 (siehe Fig. 18d, 18f) bezüglich der Fügestation 43, wie in Fig. 1 und 10 dargestellt, zentrisch aufgenommen und gespannt, wie durch strichpunktierte Linie angedeutet. Die Istwerte der Spannkraften werden aus den ausgeübten Drehmomenten bzw. dem Motorstrom der stufenlos steuerbaren Elektromotoren 188a, 188b der Spanneinrichtungen 194a, 194b vorzugsweise laufend ermittelt und der elektronischen Auswertereinheit 38 (siehe Fig. 3) gemeldet sowie in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraften durchgeführt, wie anhand der Fig. 20 bis 22 näher beschrieben wird. Zusätzlich werden noch die zwischen der Ausgangs-, Zwischen- und Spannposition (AP, ZP, SP) zurückgelegten Verfah- und Spannwege der Spannwerkzeuge 201a, 201b vorzugsweise laufend als Istwert erfasst und der Auswertereinheit 38 übermittelt, sodann in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Verfah- und Spannwege der Spannwerkzeuge 201a, 201b vorzugsweise laufend durchgeführt.

In einer zweiten Ausführung, wird nur eines der Spannwerkzeuge 201b über die Antriebseinheit 180b aus der in Fig. 18b gezeigten Zwischenposition (ZP) in die in Fig. 18c in strichlierte Linien eingetragene Spannposition (SP) verstellt, während das andere Spannwerkzeug 201a in der Zwischenposition (ZP) verharrt und dadurch die Spannposition (SP) einnimmt. Demnach entspricht die Spannposition (SP) der Zwischenposition (ZP). Nach dieser Ausführung wird nur von einem Elektromotor 188b das ausgeübte Drehmoment bzw. der Motorstrom erfasst und daraus die auf den Teil 1 einwirkende Spannkraft ermit-

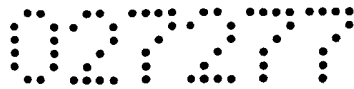


telt und der Auswertereinheit 38 gemeldet sowie in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft durchgeführt, wie anhand der Fig. 20 bis 22 näher beschrieben wird. Zusätzlich werden noch die zwischen der Ausgangs- und Zwischenposition (AP, ZP) zurückgelegten Verfah- und Spannwege der Spannwerkzeuge 201a, 201b sowie die zwischen der Zwischen- und Spannposition (AP, ZP, SP) zurückgelegten Verfah- und Spannwege des Spannwerkzeuges 201b vorzugsweise laufend als Istwert erfasst und der Auswertereinheit 38 übermittelt, sodann in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Verfah- und Spannwege der Spannwerkzeuge 201a, 201b vorzugsweise laufend durchgeführt.

Wie in Fig. 18c eingetragen, werden während dem Spannvorgang bzw. der Zustellbewegung eines oder beider Spannwerkzeuge(s) 201a, 201b aus der Zwischenposition (ZP) in die klemmenden Spannposition (SP) oder nachdem die Spannwerkzeuge 201a, 201b die Spannposition (SP) erreicht haben, die Anpresselemente 230a, 230b betätigt und aus einer Ruheposition, wie in Fig. 18b eingetragen, in eine Anpressposition, wie in Fig. 18c eingetragen, verstellt. Die Anpresselemente 230a, 230b werden in Richtung auf die Auflagefläche 216a, 216b zubewegt und gegen die Basis 5 des Teiles 1 mit einer Anpresskraft ange-drückt, sodass der erste Teil 1 in der Anpressposition der Anpresselemente 230a, 230b auch in einer zweiten Raumrichtung positioniert und gehalten ist.

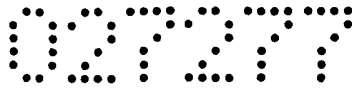
Nachdem nun der erste Teil 1 in zwei Raumrichtungen festgelegt ist, wird nun auch der zweite Teil 2 mittels der Spannwerkzeuge 255a, 255b der Spanneinrichtungen 195a, 195b der zweiten Spanneinheit 115 gegenüber dem ersten Teil 1 positioniert, gespannt und fixiert.

Wie in Fig. 18c weiters eingetragen, werden zunächst die Spannwerkzeuge 255a, 255b relativ zueinander verstellt bis die Anschlagflächen 269a, 269b gegen die stirnseitigen Anlageflächen 12 des zweiten Teiles 2 anliegen, sodass der zweite Teil 2 relativ zum ersten Teil 1 verstellt, gegenüber dem ersten Teil 1 in einer ersten Raumrichtung positioniert und gespannt wird. Der Teil 2 wird dabei mit entgegengerichteten Spannkraften – gemäß in Fig. 18d eingetragenen Pfeilen 273 – gespannt wird. Somit ist nun der zweite Teil 2 in Richtung seiner Längserstreckung gegenüber dem ersten Teil 1 und in einer zweiten Raumrichtung festgelegt.



Hierzu können in einer ersten Ausführung die Elektromotoren 189a, 189b der Spanneinrichtungen 195a, 195b elektronisch gekoppelt und die Spannwerkzeuge 255a, 255b über die Antriebseinheiten 181a, 181b aus der in Fig. 18b gezeigten Zwischenposition (ZP) in die in Fig. 18c in strichlierte Linien eingetragene Spannposition (SP) synchron zueinander verstellt bzw. aufeinander zubewegt werden, bis die Anschlagflächen 269a, 269b gegen die stirnseitigen Anlageflächen 12 des zweiten Teiles 2 anliegen und den Teil 2 zwischen diesen spannen. Dadurch wird der Teil 2 in seiner Spannposition (siehe Fig. 18d, 18f) bezüglich der Fügestation 43, wie in Fig. 1 und 10 dargestellt, zentrisch aufgenommen und gespannt, wie durch strichpunktierte Linie angedeutet. Die Istwerte der Spannkraft werden aus den ausgeübten Drehmomenten bzw. dem Motorstrom der stufenlos steuerbaren Elektromotoren 189a, 189b der Spanneinrichtungen 195a, 195b vorzugsweise laufend ermittelt und der elektronischen Auswertereinheit 38 (siehe Fig. 3) gemeldet sowie in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft durchgeführt, wie anhand der Fig. 20 bis 22 näher beschrieben wird. Zusätzlich werden noch die zwischen der Ausgangs-, Zwischen- und Spannposition (AP, ZP, SP) zurückgelegten Verfah- und Spannwege der Spannwerkzeuge 255a, 255b vorzugsweise laufend als Istwert erfasst und der Auswertereinheit 38 übermittelt, sodann in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Verfah- und Spannwege der Spannwerkzeuge 255a, 255b vorzugsweise laufend durchgeführt.

In einer zweiten Ausführung, wird nur eines der Spannwerkzeuge 255b über die Antriebseinheit 181b aus der in Fig. 18b gezeigten Zwischenposition (ZP) in die in Fig. 18c in strichlierte Linien eingetragene Spannposition (SP) verstellt, während das andere Spannwerkzeug 255a in der Zwischenposition (ZP) verharrt und dadurch die Spannposition (SP) einnimmt. Demnach entspricht die Spannposition (SP) der Zwischenposition (ZP). Nach dieser Ausführung wird nur von einem Elektromotor 189b das ausgeübte Drehmoment bzw. der Motorstrom erfasst und daraus die auf den Teil 2 einwirkende Spannkraft ermittelt und der Auswertereinheit 38 gemeldet sowie in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft durchgeführt, wie anhand der Fig. 20 bis 22 näher beschrieben wird. Zusätzlich werden noch die zwischen der Ausgangs- und Zwischenposition (AP, ZP) zurückgelegten Verfah- und Spannwege der Spannwerkzeuge 255a, 255b sowie die zwischen der Zwischen- und Spannposition (AP, ZP, SP) zurückgelegten Verfah- und Spannwege des Spannwerkzeuges 255b vorzugsweise laufend als Istwert erfasst und der Auswertereinheit

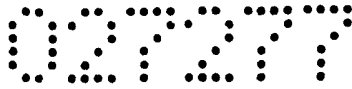


38 übermittelt, sodann in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Verfähr- und Spannwege der Spannwerkzeuge 255a, 255b vorzugsweise laufend durchgeführt.

Gemäß Fig. 18c werden noch vor, während dem Spannvorgang bzw. der Zustellbewegung eines oder beider Spannwerkzeuge(s) 255a, 255b aus der Zwischenposition (ZP) in die Spannposition (SP) oder nachdem die Spannwerkzeuge 255a, 255b die Spannposition (SP) erreicht haben, die Anpresselemente 231a, 231b der zweiten Höhenpositioniervorrichtungen betätigt und aus einer Ruheposition, wie in Fig. 18b eingetragen, in eine Anpressposition, wie in Fig. 18c eingetragen, verstellt. Die Anpresselemente 231a, 231b werden dazu in Richtung auf die Widerlager 204a, 204b zubewegt, der Teil 2 relativ zum ersten Teil 1 bewegt und gegen den Teil 2 mit einer Anpresskraft angedrückt, sodass in der Anpressposition der Anpresselemente 231a, 231b der Teil 2 auch in einer zweiten Raumrichtung positioniert und gehalten ist.

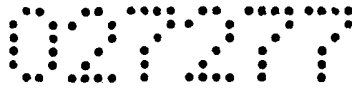
In den nachfolgenden Schritten, wie zu den Fig. 18e und 18f beschrieben, werden die Teile 1, 2 nunmehr auch in einer dritten Raumrichtung gegenüber die Fügestation 43 positioniert und festgelegt, indem die Spannwerkzeuge 262a, 262b der Spanneinrichtungen 260a, 260b relativ zueinander verstellt werden, bis die Anschlagflächen 277a, 277b gegen die Außenseite der Schenkeln 6 vom ersten Teil 1 anliegen und beide Teile 1, 2 in die im Raum vorgegebene Spannposition 272, 274 gemeinsam bewegt, positioniert und gegeneinander gespannt werden. Die Teile 1, 2 werden dabei mit entgegengerichteten Spannkraften – gemäß eingetragenen Pfeilen 278 – beaufschlagt. Die Spannkraften 278 der Spannwerkzeuge 262a, 262b sind so gewählt, dass der erste und zweite Teil 1, 2 gegenüber die Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b und Anpresselemente 230a, 230b, 231a, 231b in der dritten Raumrichtung in die Spannposition 272, 274 bzw. in Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 65 – der Teiletransportträger 48 geringfügig verschoben werden können. Auf diese Weise sind die Teile 1, 2 auch in einer dritten Raumrichtung festgelegt und in der Spannposition 272, 274 exakt im Raum positioniert, fixiert und entlang der Fügstellen 17a, 17b miteinander gespannt.

Hierzu können in einer ersten Ausführung die Elektromotoren 190a, 190b der Spanneinrichtungen 260a, 260b elektronisch gekoppelt und die Spannwerkzeuge 262a, 262b über die Antriebseinheiten 182a, 182b aus der in Fig. 18e gezeigten Zwischenposition (ZP) in



die in Fig. 18f in strichlierte Linien eingetragene Spannposition (SP) synchron zueinander verstellt bzw. aufeinander zubewegt werden, bis die Anschlagflächen 277a, 277b gegen die Schenkeln 6 des zweiten Teiles 2 anliegen und die Teile 1, 2 gegeneinander gespannt sind. Dadurch, dass mittels den Spannwerkzeugen 262a, 262b ein symmetrisches Spannen erfolgt, werden die Teile 1, 2 nun auch in einer dritten Raumrichtung in die vorgegebene Spannposition 272, 274 verbracht und bezüglich der Fügestation 43 zentrisch aufgenommen und gespannt. Die Istwerte der Spannkraft werden aus den ausgeübten Drehmomenten bzw. dem Motorstrom der stufenlos steuerbaren Elektromotoren 190a, 190b der Spanneinrichtungen 260a, 260b vorzugsweise laufend ermittelt und der elektronischen Auswerteeinheit 38 (siehe Fig. 3) gemeldet sowie in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft durchgeführt, wie anhand der Fig. 20 bis 22 näher beschrieben wird. Zusätzlich werden noch die zwischen der Ausgangs-, Zwischen- und Spannposition (AP, ZP, SP) zurückgelegten Verfah- und Spannwege der Spannwerkzeuge 262a, 262b vorzugsweise laufend als Istwert erfasst und der Auswerteeinheit 38 übermittelt, sodann in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Verfah- und Spannwege der Spannwerkzeuge 262a, 262b vorzugsweise laufend durchgeführt.

In einer zweiten Ausführung, wird nur eines der Spannwerkzeuge 262b über die Antriebseinheit 182b aus der in Fig. 18e gezeigten Zwischenposition (ZP) in die in Fig. 18f in strichlierte Linien eingetragene Spannposition (SP) verstellt, während das andere Spannwerkzeug 262a in der Zwischenposition (ZP) verharrt und dadurch die Spannposition (SP) einnimmt. Demnach entspricht die Spannposition (SP) der Zwischenposition (ZP). Nach dieser Ausführung wird nur von einem Elektromotor 190b das ausgeübte Drehmoment bzw. der Motorstrom erfasst und daraus die auf die Teile 1, 2 einwirkende Spannkraft ermittelt und der Auswerteeinheit 38 gemeldet sowie in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft durchgeführt, wie anhand der Fig. 20 bis 22 näher beschrieben wird. Zusätzlich werden noch die zwischen der Ausgangs- und Zwischenposition (AP, ZP) zurückgelegten Verfah- und Spannwege der Spannwerkzeuge 262a, 262b sowie die zwischen der Zwischen- und Spannposition (AP, ZP, SP) zurückgelegten Verfah- und Spannwege des Spannwerkzeuges 262b vorzugsweise laufend als Istwert erfasst und der Auswerteeinheit 38 übermittelt, sodann in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Verfah- und Spannwege der Spannwerkzeuge 262a, 262b vorzugsweise laufend durchgeführt.



Nachdem die beiden Teile 1, 2 in den drei Raumrichtungen in die Spannposition 272, 274 bewegt, in dieser positioniert, gespannt und gegebenenfalls fixiert sowie die Qualitätsmerkmale überprüft und positiv ausgewertet wurden, werden die Teile 1, 2 entlang der durch die Spannwerkzeuge 262a, 262b vorgespannten Bereiche an den Fügstellen 17a, 17b mittels Fügenähten 21 zumindest bereichsweise miteinander verbunden, insbesondere verschweißt. Während dem Fügevorgang, werden die Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b ruhig gehalten.

Dabei ist von Vorteil, dass die Fügstellen 17a, 17b zwischen den Teilen 1, 2, sofern diese den Qualitätsanforderungen, insbesondere der Maßhaltigkeit entsprechen, stets an der gleichen Position im Raum vorgegeben sind und die Fügeeinrichtung, insbesondere der Strahlschweißkopf, nach einer einmalig programmierten Bewegungsbahn verfahren werden kann und dabei die Teile 1, 2 miteinander verschweißt. Diese Bewegungsbahn wird beispielsweise im Teach-In-Verfahren programmiert und ist in der Steuereinrichtung 36 abgespeichert. Eine aus dem Stand der Technik bekannte Nahtverfolgung kann dadurch entfallen. Wie noch in den Fig. 20 bis 22 beschrieben wird, kann die Position der Fügstellen 17a, 17b innerhalb eines zulässigen Toleranzfensters liegen und die Schweißverbindung dennoch erfolgen, da der Schweißstrahl im Fokus etwa einen Durchmesser von 0,3 mm bis 0,5 mm aufweist. Der Durchmesser des Fokus fließt in die Definition des Toleranzfensters mit ein.

Nachdem die Teile 1, 2 zur Baugruppe 122 gefügt und der Fügevorgang beendet wurden, werden die Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b aus deren Spannpositionen (SP) in die Ausgangspositionen (AP) bewegt und dabei durch Vergrößerung der lichten Weite 266 die Baugruppe 122 wiederum auf den vorzugsweise während dem Spann- und Schweißvorgang in der Halteposition 110 verharrenden Teiletransportträger 48 abgesetzt und aus der Fügestation 43 abtransportiert. Am Teiletransportträger 48 wird der Positionierfortsatz 80 in die Positionieröffnung 7 eingefädelt und die Baugruppe 122 gegenüber dem Teiletransportträger 48 in ausreichender Genauigkeit positioniert.

Vorzugsweise werden die Zustellachsen 112a, 112b gleichermaßen die Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b der Spanneinrichtungen 194a bis 195b, 260a, 260b aus der Ausgangsposition (AP) bis zur Spannposition (ZP) geregelt verfahren. Die Regelung



der Verfahrensgeschwindigkeit der Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b kann auf unterschiedliche Arten erfolgen.

In einer ersten Ausführung, werden zunächst die Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b aus der Ausgangsposition (AP) bis knapp vor die Zwischenposition (ZP) beschleunigt und bis hin zur Zwischenposition (ZP) zum Stillstand verzögert verfahren, worauf eines oder beide Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b aus der Zwischenposition (ZP) beschleunigt und bis zur Spannposition (SP) zum Stillstand verzögert verfahren. Die Art und Weise der Regelung der Verfahrensgeschwindigkeit der Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b, wird im Nachfolgenden noch zu den Fig. 20 bis 22 genauer beschrieben.

In einer zweiten Ausführung, werden die Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b aus der Ausgangsposition (AP) bis knapp vor die Zwischenposition (ZP) beschleunigt und bis hin zur Zwischenposition (ZP) verzögert verfahren, sodann eines oder beide Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b aus der Zwischenposition (ZP) bis zur Anlage der Anschlagflächen 217a, 217b, 269a, 269b, 277a, 277b gegen den Teil 1, 2 beschleunigt, annähernd mit konstanter Verfahrensgeschwindigkeit oder weiterhin verzögernd verfahren und erst dann in Abhängigkeit des Kraftanstieges die Verfahrensgeschwindigkeit, wie zu den Fig. 20 bis 22 genauer beschrieben, geregelt bis zum Stillstand verzögert.

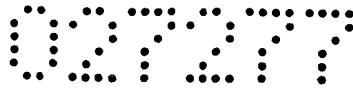
In der Zwischenposition (ZP) können die Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b den Teil 1; 2 ergreifen und in die gezeigte Bereitstellungsposition 270, 270' verstellen, wobei die Anschlagflächen 217a, 217b, 269a, 269b, 277a, 277b vom Teil 1, 2 noch entfernt sind, oder sind diese vom Teil 1; 2 noch geringfügig entfernt.

Vorzugsweise sind die Elektromotoren 197a, 197b der Zustellachsen 112a, 112b elektromechanisch gekoppelt und werden durch deren Zustellbewegung die Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b der Spanneinrichtungen 194a bis 195b, 260a, 260b aus einer Vorposition in die in Fig. 18a gezeigte Ausgangsposition (AP) verstellt. Die Verstellbewegung der Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b aus der Ausgangsposition (AP) in die Zwischen- und Spannposition (ZP, SP) erfolgt mittels der Antriebseinheiten 180a bis 181b.



In den gemeinsam beschriebenen Fig. 19a bis 19c ist das Spannsystem 143 für die zweite Fügestation 128 (wie in Fig. 3 dargestellt) und der Verfahrensablauf näher beschrieben. Das Spannsystem 143 umfasst nach dieser Ausführung die Spanneinheit 144, die durch zu beiden Seiten eines geradlinigen Transportabschnittes der zweiten Transporteinrichtung 130 angeordnete Spanneinrichtungen 280a, 280b gebildet ist. Diese Spanneinrichtungen 280a, 280b umfassen jeweils eine Antriebseinheit 281a, 281b, ein in Richtung des eingetragenen Doppelpfeiles verstellbares Spannwerkzeug 282a, 282b, einen Tragrahmen 283a, 283b, eine Höhenpositioniervorrichtung 288a, 288b sowie eine Stellvorrichtung 289a, 289b für das Spannwerkzeug 282a, 282b. Die Antriebseinheiten 281a, 281b weisen jeweils einen mittels Elektromotor 284a, 284b angesteuerten Linearantrieb 285a, 285b und eine Rüstplattform 286 auf. Die Linearantriebe 285a, 285b umfassen jeweils einen in einer horizontalen Ebene verstellbaren Schlitten 287a, 287b, an dem die Rüstplattform 286 befestigt ist. Nach gezeigter Ausführung ist die Rüstplattform 286 durch den Schlitten 287a, 287b gebildet. Das Spannwerkzeug 282a, 282b ist über den Tragrahmen 283a, 283b mit der Rüstplattform 286 der Antriebseinheit 281a, 281b verbunden. Die Tragrahmen 283a, 283b der Spanneinrichtungen 280a, 280b umfassen jeweils eine an der Rüstplattform 286 befestigte Montageplatte 290a, 290b und zwei an dieser befestigte, voneinander beabstandete angeordnete Seitenwände 291a, 291b sowie eine diese verbindende, auf einer der Transporteinrichtung 130 zugewandten Seite angeordnete Tragwand 292a, 292b.

Die Höhenpositioniervorrichtung 288a, 288b umfasst eine Hebevorrichtung 293a, 293b mit einem die vorangegangenen geschweißte Baugruppe 122 und die Teile 3a, 3b gemeinsam zwischen einer am Teiletransportträger 48' befindlichen Transportstellung 294, 294' derselben und einer gegenüber dieser ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition 302, 302' derselben anhebenden oder absenkenden Auflageelement 295a, 295b. Dieses Auflageelement 295a, 295b besitzt ausschließlich eine in Richtung der Transporteinrichtung 130 geneigt nach unten verlaufende Aufflaufschräge 296a, 296b sowie eine horizontale Auflagefläche 297a, 297b für die Baugruppe 122 und den Teil 3a, 3b. Das Auflageelement 295a, 295b der Hebevorrichtung 293a, 293b ist am Tragrahmen 283a, 283b, insbesondere an der Tragwand 292a, 292b befestigt. Natürlich kann das Auflageelement 295a, 295b der Höhenpositioniervorrichtung 288a, 288b auch nach dieser Ausführung über ein Stellantrieb vertikal verstellbar ausgebildet sein, wie in den Fig. 15 bis 17 beschrieben.



Ebenso kann die Höhenpositioniervorrichtung 288a, 288b getrennt von den Spanneinrichtungen 280a, 280b innerhalb der Fügestation 128 angeordnet sein.

Das Spannwerkzeug 282a, 282b ist nach dieser Ausführung durch eine Spannzange mit über die Stellvorrichtung 289a, 289b radial verstellbaren Spannsegmenten 298 gebildet, wie nur schematisch angedeutet. Die Stellvorrichtung 289a, 289b weist dazu einen Stellantrieb 299a, 299b auf, beispielsweise einen Fluidantrieb, mittels dem von innen die Spannsegmente 298 mit dem Druckmittel beaufschlagbar sind. Das Spannwerkzeug 282a, 282b oder der Tragrahmen 283a, 283b ist mit einer Anschlagfläche 300a, 300b versehen.

Zusätzlich umfasst die Fügestation 128 eine Anpressvorrichtung 301, die getrennt von der Spanneinheit 144 ausgebildet ist und drei voneinander getrennt angeordnete, gemäß den Doppelpfeilen verstellbare Anpresselemente 304a, 304b, 304c ausbildet. Die Anpresselemente 304a, 304b, 304c sind der vorangegangenen geschweißten Baugruppe 122 zugeordnet.

In Fig. 19a ist der Teiletransportträger 48' in die Halteposition 142 (siehe Fig. 3) zwischen die Spanneinrichtungen 280a, 280b der Spanneinheit 144 verfahren und in dieser angehalten. Zunächst werden die Spannwerkzeuge 282a, 282b der Spanneinrichtungen 280a, 280b mittels der Antriebseinheiten 281a, 281b quer zur Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 140 – der Teiletransportträger 48' aus einer von den Teilen 3a, 3b entfernten Ausgangsposition (AP), wie in strichlierte Linien in Fig. 19a eingetragen, in eine Zwischenposition (ZP), wie in strichlierte Linien in Fig. 19b eingetragen, bewegt. Demnach wird eine lichte Weite 305 bemessen zwischen den einander zugewandten Kanten der aufeinander zugerichteten Auflageelemente 295a, 295b soweit verkleinert, dass diese geringer ist als die Länge 306 der Baugruppe 122. Ebenso wird eine lichte Weite bemessen zwischen den einander zugewandten Anschlagflächen 300a, 300b verkleinert. Dadurch werden die am Teiletransportträger 48' gemeinsam angelieferten Teile 3a, 3b und Baugruppe 122 entlang der Auflaufschrägen 296a, 296b auf die Auflageelemente 295a, 295b aufgeschoben und von der Transportstellung 294, 294' am Teiletransportträger 48', insbesondere dessen Aufnahmen 51', 131a, 131b, in die Bereitstellungsposition 302, 302' angehoben sowie an den Auflageflächen 297a, 297b aufgelagert. Gleichzeitig dringen die Spannwerkzeuge 282a, 282b, insbesondere deren Spannsegmente 298 in die Hülsen 16 der Teile 3a, 3b vor und werden die



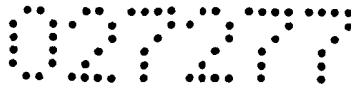
Teile 3a, 3b von den Spannwerkzeugen 282a, 282b aufgenommen. Während dem Auf-
schieben der Teile 3a, 3b auf die Spannwerkzeuge 282a, 282b sind die Spannsegmente 298
in einer unbetätigten Ausgangsstellung.

Gemäß Fig. 19b und 19c werden vorzugsweise beide Spannwerkzeuge 282a, 282b der
Spanneinheiten 280a, 280b aus den Zwischenpositionen (ZP) in die Spannpositionen (SP)
synchron aufeinander zugestellt bis die Anschlagflächen 300a, 300b gegen die Stirnflächen
der Teile 3a, 3b anliegen und die Teile 3a, 3b mit entgegengerichteten Spannkraften – ge-
mäß den eingetragenen Pfeilen 307 – gegen die Baugruppe 122 gespannt sind. Dabei wer-
den die Teile 3a, 3b und Baugruppe 122 relativ zueinander verstellt, sodass diese in Rich-
tung einer Längserstreckung der Teile 3a, 3b/Baugruppe 122 bzw. in einer ersten Raum-
richtung positioniert und gespannt sind.

In einer anderen Ausführung wird nur eines der Spannwerkzeuge 282b der Spanneinheiten
280b von der Ausgangsposition (AP) in die Spannposition (SP) verstellt, während das an-
dere Spannwerkzeuge 282a der Spanneinheiten 280a in der Zwischenposition (ZP) als
Spannposition (SP) verharret. Die Istwerte der Spannkraft bzw. Spannkraften und Spann- und
Verfahrwege werden erfasst, der Auswerteeinheit 38 gemeldet und mit den Sollwerten
verglichen sowie die Qualitätsmerkmale ausgewertet, wie noch beschrieben wird.

Gemäß den Fig. 19a und 19c werden als nächstes die Anpresselemente 202 bis 204 auf die
Baugruppe 122 zugestellt. Die Baugruppe 122 wird über die Anpresselemente 304a, 304b,
304c von oben und seitlich mit Anpresskräften beaufschlagt. Die Anpresskräfte sind so
gewählt, dass die Baugruppe 122 gegenüber die Teile 3a, 3b und/oder den Spannflächen
300a, 300b der Spannwerkzeuge 282a, 282b in einer zweiten und dritten Raumrichtung
geringfügig verschoben werden kann. Auf diese Weise wird die Baugruppe 122 auch in der
zweiten und dritten Raumrichtung positioniert sowie in die im Raum definierte Spannposi-
tion 308 bewegt als auch in dieser fixiert.

Darauffolgend werden die Teile 3a, 3b aus ihrer Bereitstellungsposition 302' in die Spann-
position 312, 313 bewegt, indem die Spannsegmente 298 der Spannwerkzeuge 282a, 282b
betätigt und aus ihrer Ausgangsstellung in eine Betätigungsstellung verstellt und dabei
gegen die Innenfläche der Hülsen 16 angepresst werden, wie in Fig. 19c eingetragen. In
der Betätigungsstellung der Spannsegmenten 298 sind die Teile 3a, 3b auf diesen zentriert



aufgenommen und bilden die Mittelachsen beider Hülsen 16 eine gemeinsame Achse. Somit werden die Teile 3a, 3b gegenüber die im Raum festgelegte Baugruppe 122 in der zweiten und dritten Raumrichtung positioniert sowie in die im Raum definierte Spannposition 312, 313 bewegt als auch in diesen fixiert gehalten.

Mit den Spannwerkzeugen 282a, 282b, insbesondere den Spannsegmenten 298, können auch Maßabweichungen der Hülse 16 korrigiert werden, indem die Spannsegmente 298 soweit radial nach außen bewegt werden, dass die Hülsen 16 der Teile 3a, 3b von einer Istform in eine Sollform umgeformt werden, wie dies in der AT 1278/2004 beschrieben ist und Gegenstand der vorliegenden Anmeldung bilden kann. Dadurch können nun auch geringfügige Formabweichungen der Hülsen 16 auf einfache Weise beseitigt werden. In der formgebenden Betätigungsstellung werden die Spannsegmente 298 der Spannwerkzeuge 282a, 282b gegen die Innenfläche der Hülse mit einer Vorspannkraft angepresst, sodass die Hülse 16 elastisch und/oder plastisch verformt wird.

Nachdem die Teile 3a, 3b und Baugruppe 122 in den drei Raumrichtungen positioniert und in die jeweilige Spannposition 308, 312, 313 bewegt, in dieser gespannt und fixiert sowie die Qualitätsmerkmale überprüft und positiv ausgewertet wurden, werden die Teile 3a, 3b mit der Baugruppe 122 an den Fügestellen 18a, 18b, 18c; 19a, 19b mittels Fügenähten 21 miteinander verbunden, insbesondere verschweißt. Die Fügenähte 21 sind durch I-Nähte gebildet, sodass eine Positioniergenauigkeit der Teile 3a, 3b in einer quer zur Längserstreckung der Baugruppe 122 verlaufenden Ebene von 0,1 mm bis 0,5 mm ausreichend ist. Während dem Fügevorgang, werden die Spannwerkzeuge 282a, 282b, die Spannsegmenten 298 und die Anpresselemente 304a, 304b, 304c ruhig gehalten.

Ist der Fügevorgang beendet ist, werden die Spannwerkzeuge 282a, 282b aus deren Spannpositionen (SP) in die Ausgangspositionen (AP) bewegt und dabei durch Vergrößerung des Abstandes 305 die fertig gefügte Baugruppe 147 wiederum auf den vorzugsweise während dem Spann- und Fügevorgang in der Halteposition 142 verharrenden Teiletransportträger 48' abgesetzt und aus der Fügestation 128 abtransportiert.

Die Zwischenposition (ZP) wird vor Inbetriebnahme des Fertigungssystems 1 für jede der oben genannten Spanneinrichtungen festgelegt und liegt etwa zwischen 0,3 mm und 5 mm,



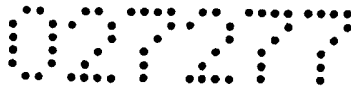
insbesondere zwischen 1 mm und 3 mm, vor den Anlageflächen 10, 12 bzw. Stirnflächen der Teile 1, 2, 3a, 3b.

Auch sei an dieser Stelle zusammenfassend erwähnt, dass von jenen Spannwerkzeugen, die aus der Zwischenposition (ZP) in die Spannposition (SP) verfahren, die Istwerte der Spannkraft und Verfahr- und Spannwege erfasst, mit den Sollwerten verglichen und die Qualitätsmerkmale ausgewertet werden, während von denjenigen Spannwerkzeugen, die ausschließlich in die einer Spannposition (SP) entsprechenden Zwischenposition (ZP) verfahren, nur die Istwerte der Verfahrwege erfasst und diese mit den Sollwerten zur Lageregelung bzw. Positionierung der Spannwerkzeuge verglichen werden.

Nach den beschriebenen Verfahrensweisen werden entweder beide Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b der Spanneinheiten 114 bis 116; 144 gegeneinander bzw. gegenläufig oder wird nur eines der Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b der Spanneinheiten 114 bis 116; 144 von der Ausgangsposition (AP) in die Spannposition (SP) verstellt. Letztere Verfahrensweise wird dann eingesetzt, wenn die Teile 1, 2, 3a, 3b mit relativ hoher Genauigkeit gefertigt sind, wie beispielsweise durch Feinstanzen, Tiefziehen oder Massivumformen.

In den gemeinsam beschriebenen Fig. 20 bis 22 wird nun ein Verfahren zum Positionieren und Überprüfen eines Qualitätsmerkmals eines weiter zu verarbeitenden Teiles 1 bis 3b sowie ein Verfahren zum Fügen der Teile 1 bis 3b in einer der vorangegangenen beschriebenen Fügestation 43; 128 näher beschrieben. Im Nachfolgenden wird der Positionier- und Spannvorgang für die Teile 1, 2 beschrieben.

Zunächst wird der erste Teil 1 mittels der Spannwerkzeuge 201a, 201b vom Teiletransportträger 48 aus der Transportstellung 219 in die Bereitstellungsposition 270 bewegt, indem die Spannwerkzeuge 201a, 201b jeweils aus der Ausgangsposition in die Zwischenposition verfahren. Dies erfolgt bevorzugt mit hoher Geschwindigkeit, um dadurch die Taktzeit für das Positionieren und Spannen des ersten Teiles 1 möglichst niedrig zu halten. In der Zwischenposition sind die Anschlagfläche 217a, 217b der Spannwerkzeuge 201a, 201b knapp vor den Stirn- bzw. Anlageflächen 12 des ersten Teiles 1 positioniert, jedoch liegt der Teil 1 bereits an den Auflaufschrägen 215a, 215b oder den horizontalen Auflageflächen 216a, 216b auf.



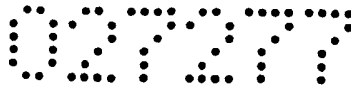
Die Fig. 20 bis 22 zeigen die Auswertung bzw. Aufzeichnung des Verfah- und Spannweges sowie der Spannkraft beispielsweise auf den Teil 1 eines zwischen der Zwischen- und Spannposition verfahrenen Spannwerkzeuges 201b. Dazu werden nun vorzugsweise die Istwerte der Verfah- und Spannwege als auch der Spannkraft laufend erfasst und der in Fig. 3 eingetragenen, elektronischen Auswerteeinheit 38 übermittelt, sodann in dieser mittels dem Vergleichsmodul 39 ein Soll- und Istwert-Vergleich der Verfah- und Spannwege als auch der Spannkraft auf den Teil 1, vorzugsweise laufend durchgeführt.

Gemäß der Erfindung ist es nun vorgesehen, dass der Sollwert für die Spannkraft des Spannwerkzeuges 201b durch ein Toleranzfeld mit einer Untergrenze 315 und einer Obergrenze 316 und der Sollwert für den zurückgelegten Verfah- und/oder Spannweg des Spannwerkzeuges 201b durch ein Toleranzfeld mit einer Untergrenze 317 und einer Obergrenze 318 begrenzt vorgegeben wird. Die Unter- und Obergrenzen 315 bis 318 definieren ein Toleranzfenster. Für die Überwachung des Spannvorganges bzw. den kontrollierten Spannvorgang wird der sich zwischen der Zwischen- und endgültigen Spannposition zurückgelegte bzw. erstreckende Verfah- und/oder Spannweg und die Spannkraft bezogen auf den Verfah- und/oder Spannweg aufgezeichnet.

Durch die Relativbewegung der Spannwerkzeuge 201a, 201b wird nachdem die Anschlagflächen 217a, 217b gegen die Stirn- bzw. Anlageflächen 10 vom Teil 1 anliegen, der Teil 1 geringfügig vorgespannt, infolge dessen die Spannkraft ansteigt.

Wie bereits oben beschrieben, ist nun mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Überprüfen eines Qualitätsmerkmals, insbesondere der Maßhaltigkeit des Teiles 1, möglich. So kann nun festgestellt werden, ob seine Länge 267 innerhalb vorgegebener Toleranzen gefertigt wurde. Beispielsweise sind abhängig vom Fügeverfahren die Toleranzgrenzen $\pm 0,2$ mm. Übersteigt die Länge 267 des ersten Teiles 1 die untere oder obere Toleranzgrenze, kann die Gesamtgenauigkeit der herzustellenden Baugruppe 122, 147 nicht mehr sichergestellt werden und muss dieser unzureichend genaue Teil 1 als Schlechtheil aus dem Fertigungsprozess ausgeschleust werden, wie zu den Diagrammen aus Fig. 21 und 22 näher erläutert.

Fig. 20 zeigt die Auswertung der Spannkraft und der Verfah- und Spannwege von einem Teil 1, dessen Qualitätsmerkmal, insbesondere die Maßhaltigkeit innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen, erfüllt ist. Wie aus dem Diagramm erkennbar, wird die Spannkraft 320

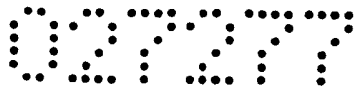


auf den Teil 1 und die Verstellgeschwindigkeit 321 des Spannwerkzeuges 201b über den Verfah- und Spannweg zwischen der Zwischen- und Spannposition ausgewertet. Vorzugsweise wird die während der Verstellung des Spannwerkzeuges 201b zwischen der Zwischen- und Spannposition auftretende Reibkraft 322 aus dem ausgeübten Drehmoment bzw. Motorstrom des Elektromotors 188b für diese Spanneinrichtung 194b während dem Spannvorgang erfasst. Die Reibkraft 322 wird an der vertikalen, strichlierten Linie in die Steuereinrichtung 36 als Betrag eingelesen und von dieser automatisch die Unter- und Obergrenze 315, 316 des Sollwertes für die Spannkraft mit dem Betrag der Reibkraft 322 beaufschlagt.

Wird das Spannwerkzeug 201b von der Zwischen- in die Spannposition verfahren, treffen die Anschlagflächen 217a, 217b an den Anlageflächen 10 des Teiles 1 auf und steigt infolge der zunehmenden Vorspannung im Teil 1 die Spannkraft an. Auf dem Verfahrweg von der Zwischenposition bis zur Anlagefläche 10 bzw. zum Spannbeginn des Teiles 1 wird nur die beim Verfahren des Spannwerkzeuges 201b vom Linearantrieb 184b zu überwindende Reibkraft erfasst. Gleichzeitig wird die Verfahrgeschwindigkeit des Spannwerkzeuges 201b bzw. der Spanneinrichtung 194b ausgewertet. Wie ersichtlich, wird das Spannwerkzeug 201b aus der Zwischenposition heraus kurzzeitig beschleunigt und danach mit zunehmend ansteigender Spannkraft vom Geschwindigkeitsmaximum bis auf ein Geschwindigkeitsminimum geregelt abgebremst. Das Geschwindigkeitsminimum beträgt 0 mm/sec. Die Geschwindigkeitsregelung erfolgt mittels an sich bekannter Regelungen.

Der Teil 1 wird als „Gutteil“ ausgewertet und das zumindest eine Spannwerkzeug 201b in seiner Spannbewegung angehalten, sofern der Istwert des zurückgelegten Verfah- und Spannweges vom aus der Zwischen- in die Spannposition verstellten Spannwerkzeuges 201b und der Istwert der Spannkraft auf den Teil 1 innerhalb des Toleranzfensters liegen. Mit anderen Worten, müssen in der Spannposition des Teiles 1, daher wenn dieser positioniert, gespannt und fixiert ist, die Spannwerkzeuge 201a, 201b soweit aufeinander zuge stellt sein, dass eine Vorspannung im Teil 1 aufgebaut wird und dabei der Istwert der Spannkraft zwischen der Unter- und Obergrenze 315, 316 liegt.

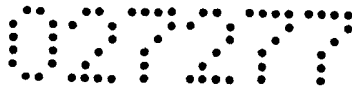
Nachdem der Teil 1 den Qualitätsanforderungen entspricht und von der Steuereinrichtung 36 als „Gutteil“ verifiziert wurde, wird der Teil 1 in seiner Spannposition 272 mittels den



Anpresselementen 230a, 230b fixiert, die Spanneinheit 115, insbesondere zumindest eine der Spanneinrichtungen 195a, 195b von der Steuereinrichtung 36 angesteuert und der Spannvorgang als auch eine Überprüfung eines Qualitätsmerkmals, insbesondere die Maßhaltigkeit des zweiten Teiles 2 gestartet. Demnach wird der erste Teil 1 nur dann einem weiteren Arbeitsprozess bereitgestellt, wenn dieser auch die Qualitätsanforderungen erfüllt. Der Teil 1 und die Spannwerkzeuge 201a, 201b werden in der Zwischenzeit in seiner Spannposition unverändert gehalten.

Zunächst wird der Teil 2 mittels der zweiten Höhenpositioniervorrichtungen in die Bereitstellungsposition 270' zwischen zwei zusammenwirkende Spannwerkzeugen 255a, 255b positioniert. Danach werden die Spannwerkzeuge 255a, 255b aus ihren Ausgangspositionen in die Zwischenpositionen verfahren und in diesen kurz angehalten. Daraufgehend wird zumindest eines der Spannwerkzeuge 255b von der Zwischen- in die Spannposition verfahren. Treffen die Anschlagflächen 269a, 269b an den Anlageflächen 12 des Teiles 2 auf und steigt infolge der zunehmenden Vorspannung im Teil 2 die Spannkraft an. Die Geschwindigkeitsregelung erfolgt auf gleicher Basis wie oben beschrieben. Der Teil 2 wird als „Gutteil“ ausgewertet und das zumindest eine Spannwerkzeug 255b in seiner Spannbewegung angehalten, sofern der Istwert des zurückgelegten Verfah- und Spannweges vom aus der Zwischen- in die Spannposition verstellten Spannwerkzeuges 255b und der Istwert der Spannkraft auf den Teil 2 innerhalb des Toleranzfensters liegen. Während der Verstellbewegung des Spannwerkzeuges 255b wird der zweite Teil 2 gegenüber dem ersten Teil 1 in zumindest eine Raumrichtung, insbesondere in Richtung deren Längserstreckung positioniert.

Vorzugsweise werden die Teile 1, 2 mittig zueinander ausgerichtet, daher verlaufen die quer zur Verstellrichtung – gemäß den in Fig. 18a eingetragenen Doppelpfeil 323 – zumindest eines Spannwerkzeuges 255b verlaufenden Mittelachsen der Teile 1, 2 deckungsgleich. Sind beide Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b der Spanneinheiten 194a, 194b, 195a, 195b relativ zueinander verstellbar, werden die Teile 1, 2 alleinig auf Grund der synchronen Zustellbewegung derselben mittig zueinander gespannt. Dadurch ist es möglich, dass die Fertigungstoleranzen der Teile 1, 2 in Verstellrichtung – gemäß Doppelpfeil 323 – so aufgeteilt werden, dass der Fügespalt 27a, 27b auf beiden gegenüberliegenden Seiten – wie in Fig. 2 für eine Seite der Baugruppe eingetragen – auf ein zulässiges



Maß gleich eingestellt wird. Liegt dieses Maß innerhalb der durch den Fokus des Laserstrahls vorgegebenen Abmessung von etwa 0,3 mm bis 0,6 mm, wird der zweite Teil 2 beim Positionier- und Spannvorgang als „Gutteil“ ausgewertet. Würde hingegen nur auf einer Seite der Fügespalt 27a eingestellt, wäre dieser unzulässig breit, der zweite Teil 2 beim Positionier- und Spannvorgang als „Schlechtteil“ ausgewertet, sodass ein Fügen, insbesondere Laserschweißen, nicht mit einer entsprechenden Qualitätsgüte erfolgen könnte. In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Spannwerkzeuge 201a, 201b, 255a, 255b der Spanneinheiten 194a, 194b, 195a, 195b synchron aufeinander zugestellt werden sollen, wenn mit höheren Fertigungstoleranzen des(r) Teile(s) 1, 2 gerechnet werden muss. Auf diese Weise können nun auch Teile 1, 2 minderwertigerer Qualität verwendet werden, ohne Einbuße der Gesamtgenauigkeit an der Baugruppe 122, 147.

Erst nachdem auch der zweite Teil 2 als „Gutteil“ ausgewertet und freigegeben wurde, werden die beiden Teile 1, 2 miteinander gefügt. Dies hat den Vorteil, dass ausschließlich Teile 1, 2 miteinander gefügt werden, die den Qualitätsmerkmalen entsprechen, insbesondere die Maßhaltigkeit einhalten, und eine Baugruppe 122 geschaffen wird, die höchsten Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit gerecht wird.

Dabei ist von Vorteil, wenn das Fügen der Teile 1, 2 mittels Laser- oder Plasmaschweißen erfolgt, da einerseits ein guter Kompromiß zwischen flexibler Fertigung und andererseits hoher Fertigungsgenauigkeit getroffen werden kann. Der beim Laser- oder Plasmaschweißen wärmebedingte Verzug infolge Schweißspannung ist nahezu vernachlässigbar gering und die hohen Anforderungen an die Maßhaltigkeit können eingehalten werden. Von Vorteil ist aber auch, wenn das Fügen durch Kleben erfolgt, wodurch die Maßgenauigkeit in noch engeren Toleranzgrenzen eingehalten werden kann.

Nachdem die Teile 1, 2 miteinander gefügt wurden, wird diese gefügte Baugruppe 122 wiederum auf einen Teiletransportträger 48 abgesetzt und mittels diesen aus der Fügestation 43 abtransportiert und gegebenenfalls einer weiteren Fügestation 128 zugeführt.

Andererseits wird das Spannwerkzeug 201b in seiner Spannbewegung angehalten und der Teil 1 aus dem aktuellen Arbeitsprozess als Schlechtteil ausgewertet, sofern der Istwert des zurückgelegten Verfah- und Spannweges vom aus der Zwischen- in die Spannposition verstellten Spannwerkzeuges 201b und/oder der Istwert für die Spannkraft auf den Teil 1



außerhalb des vorgegebenen Toleranzfensters liegt(en), wie dies in den Fig. 21 und Fig. 22 dargestellt ist. Gemäß Fig. 21 ist erkennbar, dass der Teil 1 nicht der geforderten Maßhaltigkeit entspricht und das Mindestmaß unterschreitet, daher zu kurz ist. Demnach müsste das Spannwerkzeuges 201b bis weit über die Obergrenze 318 des Verfah- und Spannweges verfahren, um den Sollwert für die Spannkraft auf den Teil 1 zu erreichen.

Da zweckmäßig in Abhängigkeit vom Kraftanstieg die Verfahrgeschwindigkeit des Spannwerkzeuges 201b geregelt, insbesondere nur mit zunehmenden Kraftanstieg die Verfahrgeschwindigkeit des Spannwerkzeuges 201b zunehmend verringert wird, ergibt sich der Vorteil, dass die Verfahrgeschwindigkeit des Spannwerkzeuges 201b über einen weiten Bereich des Verfah- und Spannweges nur um einen geringen Wert in Bezug auf das Geschwindigkeitsmaximum reduziert wird. Die Spannkraft ist über einen weiten Bereich des Verfah- und Spannweges annähernd konstant, weshalb auch die Verfahrgeschwindigkeit des Spannwerkzeuges 201b über diesen Bereich annähernd konstant gehalten wird. Erst nachdem durch die Regelung festgestellt wird, dass der Sollwert des Verfah- und Spannweges und/oder der Spannkraft außerhalb des Toleranzfensters liegen wird, wird das Spannwerkzeug 201b geregelt verzögert und angehalten.

Ist hingegen der Teil 1 zu lang, gemäß der Darstellung in Fig. 22, daher entspricht er nicht der geforderten Maßhaltigkeit und wird das Höchstmaß überschritten, erreicht die Spannkraft noch vor dem Erreichen der Untergrenze 317 für den Verfah- und Spannweges ihren Sollwert. Da die Spannkraft nun übermäßig stark ansteigt, wird gleichzeitig die geregelte Verfahrgeschwindigkeit des Spannwerkzeuges 201b stark reduziert.

Nachdem der Teil 1 den Qualitätsanforderungen nicht entspricht und von der Steuereinrichtung 36 als „Schlechtteil“ verifiziert wurde, wird der Spannvorgang beendet und dieser Teil 1 aus dem aktuellen Arbeitsprozess ausgeschleust. Dazu wird vorerst das Spannwerkzeug 201b entgegen der Spannbewegung aus der Spann- in die Zwischen- oder Ausgangsposition zurückgestellt. Mit abnehmender Spannkraft wird die Verfahrgeschwindigkeit des Spannwerkzeuges 201b zunehmend bis auf das Geschwindigkeitsmaximum erhöht. Da sämtliche Bewegungen des Spannwerkzeuges 201b mit optimierten Verfahrgeschwindigkeiten von statten gehen, wird die Fügestation 43, 128 nur für eine kurze Zeitdauer blockiert.



Wesentlich ist, dass für jedes der zwischen der Zwischen- und Spannposition verfahrenen Spannwerkzeuge 201b, 269b ein Soll-Istwert-Vergleich der Verfähr- und Spannwege sowie Spannkkräfte in der Auswerteeinheit 38 (siehe Fig. 3) durchgeführt wird und anhand dessen die Verifizierung zwischen „Gutteil“ und „Schlechtteil“ erfolgt.

In den gemeinsam beschriebenen Fig. 23 bis 25 ist eine andere Ausführung einer Baugruppe in unterschiedlichen Ansichten gezeigt, die mit der erfindungsgemäßen Fertigungsanlage mit einer anderen Ausführung von Spanneinheiten des Spannsystems bzw. nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wird. Diese Baugruppe besteht aus zumindest zwei profilartigen Teilen 330, 331, die nach diesem Ausführungsbeispiel ineinander geführt und über Einformungen 332, 333 zueinander verdrehgesichert angeordnet sind.

Die Teile 330, 331 sind vorzugsweise aus einem Umformteil, insbesondere Stanz- und Biegeteil oder Massivumformteil hergestellt. Der äußere Teil 330 weist auf seiner Innenseite einander zugewandte Führungsflächen auf, die zumindest abschnittsweise durch die Innenkontur des Teiles 330 gebildet sind und zwischen denen der innere Teil 331 aufgenommen ist. Der innere Teil 331 bildet an seiner Außenseite zumindest abschnittsweise Führungsflächen aus, die durch die Außenkontur des Teiles 331 gebildet sind und den Führungsflächen des äußeren Teiles 330 zugewandt sind.

Die Teile 330, 331 werden zunächst jeweils in eine in Fig. 23 dargestellte Bereitstellungsposition zwischen zusammenwirkende Spannwerkzeuge 334a, 334b von nur schematisch angedeuteten Spanneinrichtungen 335a, 335b einer Spanneinheit 336 verbracht und danach in oben beschriebener Weise mittels wenigstens einem aus einer Zwischenposition in eine Spannposition verstellbaren Spannwerkzeug 334a; 334b gespannt. Zuvor werden beide Spannwerkzeuge 334a, 334b in die Zwischenposition, wie in Fig. 23 dargestellt, verfahren und in diesen gegebenenfalls angehalten. Das Spannwerkzeug 334b verharrt nach diesem Ausführungsbeispiel in der, der Spannposition entsprechenden Zwischenposition, während das Spannwerkzeug 334a aus der Zwischenposition in die Spannposition bewegt und gegen den Teil 330 mit entgegengerichteten Spannkkräften bzw. Spannkraftkomponenten – gemäß den Pfeilen 338 – angepresst wird. Andererseits können auch beide Spannwerkzeuge 334a, 334b jeweils aus deren Zwischenposition in die Spannposition synchron aufeinander zugestellt werden. Die beschriebenen Spanneinrichtungen 335a, 335b umfassen An-



triebseinheiten 337a, 337b, die als Linearantriebe mit jeweils einem das Spannwerkzeug 334a, 334b lagernden Schlitten (nicht dargestellt) ausgebildet sind. Der Schlitten bildet die Rüstplattform aus.

Auch nach dieser Ausführung wird der Istwert der Spannkraft auf den Teil 330 und/oder zurückgelegtes Verfah- und Spannweges vom aus der Zwischen- in die Spannposition zu verstellenden Spannwerkzeug 334a; 334b erfasst und einer elektronischen Auswerteeinheit übermittelt, sodann in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft und/oder vom Verfah- und Spannweg durchgeführt, wie dies bereits oben hinlänglich beschrieben wurde.

Der Sollwert der Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges des(r) Spannwerkzeuge(s) 334a; 334b wird dabei so festgelegt, dass der innerhalb des äußeren Teiles 330 angeordnete, innere Teil 331 elastisch und/oder plastisch verformt wird.

Der äußere Teil 330 wird mittels dem(n) Spannwerkzeug(en) 334a; 334b solange entgegen der Wirkung der elastischen Rückstellkraft vom inneren Teil 331 verformt bzw. bewegt, bis der Istwert der Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges dem Sollwert der Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges entspricht. Dabei kommen die korrespondierenden Führungsflächen der Teile 330, 331 zur flächigen Anlage. Nachdem der Istwert den Sollwert erreicht hat und der innere Teil (331) über den äußeren Teil (330) vorgespannt ist, wird der äußere Teil 330 im Bereich seiner sich überlappenden Längsränder (Fügestelle) zumindest in Teilabschnitten miteinander gefügt, insbesondere mittels Laser-, Elektronenstrahl- oder Plasmaschweißen verschweißt oder verklebt, wie in den Fig. 24 und 25 eingetragen. Die Fügeeinrichtung, insbesondere ein Strahlschweißkopf 339, ist in Fig. 24 schematisch angedeutet. Zweckmäßig ist der Elastizitätsmodul vom inneren Teil 331 kleiner als der des äußeren Teiles 330. Beispielsweise kann der äußere Teil 330 geringfügig plastisch und der innere Teil 331 rein elastisch verformt werden. Eine solche Baugruppe kann beispielsweise als teleskopierbare Lenkwelle für ein Kraftfahrzeug eingesetzt werden.

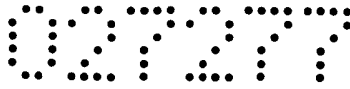
In den gemeinsam beschriebenen Fig. 26 bis 29 ist eine andere Ausführung einer Baugruppe dargestellt, die mit der erfindungsgemäßen Fertigungsanlage mit einer anderen Ausführung von Spanneinheiten des Spannsystems bzw. nach dem erfindungsgemäßen Verfahren



hergestellt wird. Diese Baugruppe besteht aus drei Teilen, den beiden äußeren Teilen 340, 341 und einem zwischen diesen gelagerten, mittleren Teil 342. Die äußeren Teile 340, 341 sind in einer zu deren Längserstreckung senkrechten Ebene, im wesentlichen U-förmig ausgebildet und weisen im Abstand voneinander angeordnete, parallele Schenkel 343, 344 und eine diese verbindende Basis 345, 346 auf. Die Schenkeln 343, 344 der äußeren Teile 340, 341 sind aufeinander zugerichtet. Dabei können die Schenkeln 343, 344 der Teile 340, 341, wie in den Fig. 26 bis 28 dargestellt, an Fügstellen 347a, 347b einander überlappend angeordnet sein, sodass gegenüberliegende Stirnkanten 348, 349 der U-Teile 340, 341 im Abstand voneinander angeordnet oder die Stirnkanten 348, 349 aufeinander zugerichtet und gegeneinander angelegt sind. Die Teile 340, 341, 342 sind aus Metall und/oder Kunststoff auf Maß hergestellt. Aufgrund von Fertigungstoleranzen ist jedoch vielfach die Maßhaltigkeit der einzelnen Teile 340 bis 342 unzureichend und die Endqualität der Baugruppe nicht zufriedenstellend.

Ist nun gefordert, dass der mittlere Teil 342 unter Krafteinwirkung, insbesondere ab einer definierten Lösekraft, gegenüber die äußeren Teile 340, 341 in Richtung der Längserstreckung der Baugruppe verschoben werden kann, wird ein reproduzierbares Verhalten der Loslöskraft dadurch erreicht, dass der mittlere Teil 342 zwischen den beiden äußeren Teilen 340, 341 vorgespannt ist, insbesondere der mittlere Teil 342 elastisch und/oder plastisch verformt wird. Eine solche Baugruppe kann beispielsweise als sogenannte Blockiervorrichtung einer Diebstahlsicherung oder Crashvorrichtung an einer Lenkwelle eines Kraftfahrzeuges oder eine Überlastsicherung an einer Fügeverbindung, insbesondere als Rutschkupplung, eingesetzt werden. Der mittlere Teil 342 ist zwischen den beiden äußeren Teilen 340, 341 reibschlüssig gelagert. Übersteigt die Loslöskraft die maximal zulässige Reibkraft, wird der Reibschluss gelöst und der innere Teil 342 kann gegenüber die äußeren Teile 340, 341 verschoben werden. Auf dem Verschiebeweg wird kinetische Energie abgebaut. Wird diese Baugruppe als Crashvorrichtung eingesetzt, kann auf dem Verschiebeweg die auf das Fahrzeug einwirkende Aufprallenergie in einem Unfall abgebaut und die Verletzungsgefahr auf den Fahrzeuglenker reduziert werden.

Die Teile 340, 341 sind vorzugsweise aus einem Blechumformteil hergestellt. Der innere Teil 342 bildet mit den miteinander gefügten, äußeren Teilen 340, 341 eine Presspassung aus. Die äußeren Teile 340, 341 weisen auf ihrer Innenseite zumindest abschnittsweise



einander zugewandte Führungsflächen auf, die an der Basis 345, 346 ausgebildet sind und zwischen denen der innere Teil 342 angeordnet ist. Der innere Teil 342 bildet an seiner Außenseite zumindest abschnittsweise Führungsflächen aus, die durch Abschnitte der Außenkontur des Teiles 342 gebildet sind und den Führungsflächen der äußeren Teile 340, 341 zugewandt sind. Der mittlere Teil ist an der Basis 345, 346 der Teile 340, 341 abgestützt. Der innere Teil 342 liegt zumindest bereichsweise mit seiner Außenkontur an der Innenkontur der äußeren Teile 340, 341 mit einer Vorspannkraft an. Die Vorspannkraft ist dabei so hoch gewählt, dass sie der maximal zulässigen Reibkraft entspricht. Vorzugsweise ist der Elastizitätsmodul vom inneren Teil 342 kleiner als der der äußeren Teile 340, 341.

Im Nachfolgenden wird das Verfahren zur Herstellung dieser Baugruppe näher beschrieben.

Die Teile 340 bis 342 werden vorzugsweise jeweils von einer Teilebereitstellung mittels mindestens einem Handhabungssystem entnommen und auf einen von mehreren Teiletransportträgern 48 in deren Lage zueinander orientiert und grob vorpositioniert abgelegt. Dazu kann, wie oben beschrieben, der Teiletransportträger 48 mit einem Positioniermittel 80 und einer der äußeren Teil 340, 341 mit einer Positionieröffnung 352 versehen werden. Diese Teile 340 bis 342 werden gemeinsam mittels dem Teiletransportträger 48 der Transporteinrichtung 46 der Fügestation 350 zugeführt und in dieser in einer Halteposition gehalten. Darauffolgend werden die Teile 340, 341 über zumindest ein Auflagerelement einer die Höhenpositioniervorrichtung aufweisenden Hebevorrichtung gemeinsam aus der Transportstellung am Teiletransportträger 48 in die gegenüber dieser ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition 270“ zwischen zusammenwirkende Spanneinrichtungen 355a, 355b, 356a, 356b der Spanneinheiten 357, 358 bewegt, insbesondere abgehoben oder abgesenkt. Dazu wird das Spannwerkzeug 354a bzw. die Spanneinrichtung 355a mittels der nicht weiters dargestellten Antriebseinheit, insbesondere einem Linearantrieb, aus deren unterhalb der Transportstellung befindlichen Ausgangsposition (AP) in eine oberhalb der Transportstellung befindliche Zwischenposition (ZP) verstellt. Die übereinander angeordneten Spanneinrichtungen 355a, 355b weisen jeweils ein Spannwerkzeug 354a, 354b und eine Antriebseinheit auf sowie bilden die erste Spanneinheit 357. Das Auflagerelement der Hebevorrichtung 353 ist nach dieser Ausführung durch das untere Spannwerkzeug 354a der ersten Spanneinheit 357 gebildet.

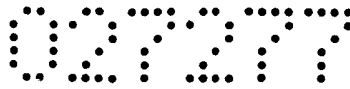


Die Spanneinrichtungen 355b, 356a, 356b bzw. Spannwerkzeuge 354b, 372a, 372b werden während der oder anschließend an die Verstellbewegung der Spanneinrichtung 355a bzw. des Spannwerkzeuges 354a mittels der nicht weiters dargestellten Antriebseinheiten, insbesondere Linearantriebe, aus deren Ausgangsposition (AP) in eine Zwischenposition (ZP) verstellt, wie in den Fig. in strichlierte Linien eingetragen.

Gemäß den Fig. werden die Spannwerkzeuge 354a, 354b der Spanneinrichtungen 355a, 355b relativ zueinander verstellt bis deren Anschlagflächen 359a, 359b gegen die Teile 340, 341 anliegen, sodass die äußeren Teile 340, 341 aufeinander zugestellt, positioniert sowie der mittlere Teil 342 in einer ersten Raumrichtung vorgespannt wird. Die Relativverstellung der Spannwerkzeuge 354a, 354b der Spanneinrichtungen 355a, 355b führt dazu, dass die Teile 340, 341 entgegen der Wirkung der elastischen Rückstellkraft des Teiles 342 aufeinander zugestellt werden. Erreicht nun der Istwert der Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges den Sollwert der Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges, wird die Relativverstellung der Spannwerkzeuge 354a, 354b zueinander gestoppt. Die Teile 340, 341 werden dabei mit entgegengerichteten Spannkraften – gemäß den in Fig. 27 eingetragenen Pfeilen 360 – beaufschlagt. Die Spannkraften werden solange aufrecht erhalten, bis die Teile 340, 341 gefügt worden sind. Auf diese Weise werden die äußeren Teile 340, 341 jeweils in einer ersten Raumrichtung und zueinander positioniert sowie festgelegt.

Danach werden die Spannwerkzeuge 372a, 372b der Spanneinrichtungen 356a, 356b relativ zueinander verstellt bis Anschlagflächen 361a, 361b gegen die Teile 340, 341, insbesondere die Schenkel 343 anliegen, sodass die äußeren Teile 340, 341 jeweils in einer zweiten Raumrichtung positioniert und in eine im Raum vorgegebene Spannposition 362 bewegt sowie gegebenenfalls der mittlere Teil 342 auch in der zweiten Raumrichtung vorgespannt wird. Die Teile 340, 341 werden dabei mit entgegengerichteten Spannkraften – gemäß in Fig. 27 eingetragenen Pfeilen 364 – beaufschlagt.

Wie in den Fig. 28 und 29 in strichpunktiierten Linien eingetragen, können zumindest die äußeren Teile 340, 341, bevor sie miteinander gefügt werden, über weitere Spanneinrichtungen 370a, 370b einer dritten Spanneinheit 371 in Richtung deren Längserstreckung positioniert und die Qualitätsmerkmale, insbesondere die Maßhaltigkeit, in oben beschriebe-



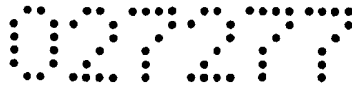
ner Weise erfasst und ausgewertet werden. Die Spanneinrichtungen 370a, 370b, wie sie oben zu Fig. 14, 14a beschrieben wurde, weisen jeweils ein Spannwerkzeug 369a, 369b und eine(n) Antriebseinheit bzw. Linearantrieb auf.

Wie bereits beschrieben, können die Spannwerkzeuge 354a, 354b, 372a, 372b; 369a, 369b der ersten, zweiten als auch der dritten Spanneinheit 357, 358; 371 jeweils von der Zwischenposition (ZP) in die Spannposition (SP) synchron verfahren, indem die Elektromotoren der Antriebseinheiten elektrisch gekoppelt werden. Andererseits kann auch nur eines der Spannwerkzeuge 354a, 354b, 372a, 372b; 369a, 369b der ersten, zweiten als auch der dritten Spanneinheit 357, 358; 371 jeweils von der Zwischenposition (ZP) in die Spannposition (SP) verfahren und auf das stillstehende Spannwerkzeug 354a, 354b, 372a, 372b; 369a, 369b zugestellt werden. Die Zwischenposition (ZP) entspricht dann der Spannposition (SP).

Der Positionier- und Spannvorgang erfolgt nach oben beschriebener Weise durch Erfassen der Istwerte für Spannkraft und/oder Verfah- und Spannweg und durch Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft und/oder des Verfah- und/oder Spannweges für die aus der Zwischenposition (ZP) in die Spannposition (SP) verfahrenen Spannwerkzeuge 354a, 354b, 372a, 372b; 369a, 369b jeder Spanneinheit 357, 358; 371. Die Sollwerte für die Spannkraft und/oder Verfah- und Spannweg ergibt sich aus der Vorgabe der Loslöskraft und wird beispielsweise empirisch aus Versuchen ermittelt, aus Erfahrungswerten gewonnen oder errechnet.

Sind nun die Spannkraft und/oder die Verfah- und Spannwege der Spannwerkzeuge 354a, 354b, 372a, 372b; 369a, 369b jeder Spanneinheit 357, 358; 371 innerhalb des oben beschriebenen Toleranzfensters, werden die Spannkraft auf die Teile 340, 341 noch so lange aufrecht gehalten, bis die Teile 340, 341 an den Fügstellen 347a, 347b zumindest bereichsweise miteinander gefügt wurden. Das Toleranzfenster für die Spannkraft und/oder den Verfah- und Spannweg eines jeden Spannwerkzeuges 354a, 354b, 372a, 372b; 369a, 369b werden vorzugsweise empirisch ermittelt, sodass die Loslöskraft zuverlässig eingestellt ist.

Zum besseren Verständnis des Aufbaus des die Spanneinheiten 357, 358; 371 umfassenden Spannsystems 351, ist dieses in Fig. 29 schematisch gezeigt.



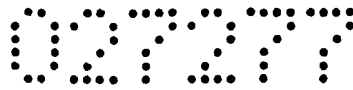
Die nebeneinander angeordneten Spanneinrichtungen 356a, 356b weisen jeweils eine Antriebseinheit und drei über die Antriebseinheit verstellbare Spannwerkzeuge 372a, 372b auf, die über einen gemeinsamen Tragrahmen 373a, 373b an der durch einen Schlitten 374a, 374b des Linearantriebes der Antriebseinheit 375a, 375b gebildeten Rüstplattform befestigt sind. Der Tragrahmen 373a, 373b ist ausgebildet wie in den Fig. 14, 14a und weist die zwei Tragwände und eine Montageplatte auf. Die Spanneinrichtungen 356a, 356b bilden die zweite Spanneinheit 358.

Die zusammenwirkenden Spanneinrichtungen 356a, 356b sind auf einer etwa U-förmigen Befestigungsplatte 376 in Vorschubrichtung – gemäß Pfeil 65 – hintereinander angeordnet. Diese Befestigungsplatte 376 ist auf einem Schlitten 377 eines als Zustellachse 378 ausgebildeten Linearantriebes mit elektronisch geregelten Elektromotor 379 gelagert. Mittels der Zustellachse 378 können nun die zusammenwirkenden Spanneinrichtungen 356a, 356b der zweiten Spanneinheit 358 gemeinsam verstellt werden. Währenddem die Teiletransportträger 48 der Transporteinrichtung 46 getaktet fortbewegt werden, sind die Spanneinrichtungen 356a, 356b in einer Vorposition seitlich zur Transporteinrichtung 46 positioniert. Während dem Stillstand zumindest des in die Halteposition eingefahrenen Teiletransportträgers 48, werden die Spannwerkzeuge 372a, 372b der Spanneinrichtungen 356a, 356b jeweils in eine Ausgangsposition verbracht.

Wie weiters in Fig. 29 eingetragen, ist an der Befestigungsplatte 376 gegebenenfalls die Spanneinrichtung 370b der dritten Spanneinheit 371 montiert. Die Spanneinrichtung 370a ist seitlich zur Transporteinrichtung 46 auf einer nicht dargestellten Montageplatte eines Grundrahmens der Fügestation befestigt und weisen jeweils die Spannwerkzeuge 369a, 369b auf.

Die Spanneinrichtungen 355a, 355b der ersten Spanneinheit 357 sind am Grundrahmen der Fügestation gelagert.

Andererseits ist es aber auch möglich, dass die Spanneinrichtungen 356a, 356b; 370a, 370b der zweiten und/oder dritten Spanneinheit 338; 371 durch Anpressvorrichtungen und die Spannwerkzeuge 372a, 372b durch Anpresselemente gebildet sind, die zwischen einer Ruheposition und einer Anpressposition verstellbar sind, wobei in der Anpressposition die Schenkel 343, 344 der Teile 340, 341 gegen Abschnitte des Außenumfangs des inneren



Teiles 342 angedrückt werden, ohne dass dabei eine Auswertung einer Spannkraft auf die Teile 340 bis 342 und/oder eines Verfah- und Spannweges erfolgt.

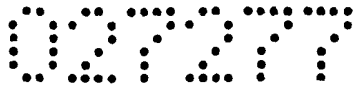
Vorzugsweise werden die Teile 340 bis 342 bereits als Teilegruppe in der Teilebereitstellung in eine Übergabeposition zugeführt und von dieser über ein Handhabungssystem an eine Übernahmeposition der Transporteinrichtung 46 übergeben. Die in der Lage orientierte Teilegruppe wird in der Halteposition vom Teiletransportträger 48 mittels einer Höhenpositioniervorrichtung abgehoben.

Werden allerdings die Teile 340 bis 342 aufeinanderfolgend und/oder gruppenweise der Fügestation zugeführt, sind für die aus den Teilen 341, 342 bestehende Teilegruppe eine erste Höhenpositioniervorrichtung und für den Teil 340 eine zweite Höhenpositioniervorrichtung vorgesehen. Beispielsweise ist die zweite Höhenpositioniervorrichtung durch ein Handhabungssystem mit einem Greifer gebildet, welcher von der Teilebereitstellung den Teil 340 entnimmt und auf die in der Halteposition befindliche Teilegruppe abgesetzt wird. Daraufgehend erfolgt der Positionier- und Spannvorgang mittels dem Spannsystem 351.

In Fig. 30 ist eine andere Ausführung einer Baugruppe, insbesondere eine Gelenkverbindung, bestehend aus drei Teilen 381 bis 383 gezeigt. Die Teile 381, 382 sind durch eine erste und zweite Gelenkstange gebildet. Der dritte Teil 383 ist durch einen Lagerbolzen gebildet, der einen konischen Kopf und einen mit diesem verbundenen zylindrischen Schaft umfasst. Der Kopf wird in eine konische Aufnahme in der ersten Gelenkstange eingesetzt.

Damit die Teile 381, 382 der Gelenkverbindung möglichst leichtgängig gegeneinander verschwenkt werden können, sind die Teile 381, 382 nicht gegeneinander vorgespannt, sondern so miteinander verbunden werden, dass ein Spiel 384 bzw. ein Abstandsmaß zwischen den Teilen 381, 382 eingestellt ist. Das Spiel 380 kann auf Null oder so eingestellt werden, dass dieses einen kleinen Spalt im Ausmaß von einigen wenigen Zehntel Millimeter ausbildet. Das Spiel 383 wird über den Lagerbolzen eingestellt.

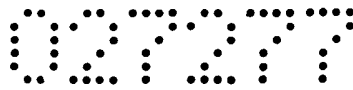
Im Nachfolgenden wird nur auf den Positionier- und Spannvorgang der Teile 381 bis 383 eingegangen, da die unterschiedlichen Möglichkeiten für den Transport derselben oben bereits ausführlich beschrieben wurden.



In gezeigter Fig. befinden sich die Teile 381 bis 383 bereits in der Bereitstellungsposition zwischen Spannwerkzeugen 385a, 385b von zusammenwirkenden Spanneinrichtungen 386a, 386b, die jeweils mittels nicht dargestellter Antriebseinheiten bzw. Linearantriebe aus der Ausgangsposition (AP) in die Zwischenposition (ZP) verfahren werden. In die Spannposition (SP) kann wiederum nur eines der Spannwerkzeuge 385a, 385b oder können beide Spannwerkzeuge 385a, 385b synchron zueinander verfahren. Im Nachfolgenden wird davon ausgegangen, dass sich die Spannwerkzeugen 385a, 385b bereits in der Zwischenposition (ZP) befinden und zumindest eines davon in die Spannposition (SP) bewegt wird. Nach gezeigter Ausführung wirken die Spannwerkzeuge 385a, 385b auf den Lagerbolzen ein.

Zunächst werden in der Bereitstellungsposition die Teile 381, 382 in deren Orientierung zueinander ausgerichtet und beispielsweise der Teil 382 fixiert gehalten, worauf der Lagerbolzen mittels dem Spannwerkzeug 385a axial verstellt wird, wobei der Istwert des Verfahrweges ermittelt und der Auswerteeinheit 38 eingegeben wird, in der ein Soll- Istwert-Vergleich des Verfahrweges durchgeführt wird. Erreicht der Istwert den Sollwert des Verfahrweges, sind die Teile 381 bis 383 in deren Spannposition und so zueinander positioniert sowie gehalten, dass das Spiel 384 zwischen den Teilen 381, 382 eingestellt ist. Das verfahrende Spannwerkzeug 385a wird in der Spannposition (SP) positioniert gehalten und danach der Schaft vom Lagerbolzen und der Teil 382 gefügt.

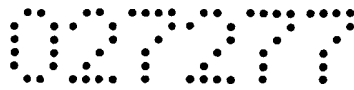
In einer anderen Ausführung, werden in der Bereitstellungsposition die Teile 381, 382 in deren Orientierung zueinander ausgerichtet und beispielsweise der Teil 382 fixiert gehalten, worauf der Lagerbolzen mittels dem Spannwerkzeug 385a axial verstellt und der Teil 381 auf den Teil 382 zugestellt sowie gegen diesen kurz angepresst wird, worauf das Spannwerkzeug 385a in entgegengesetzte Richtung in eine Spannposition (SP) bzw. soweit verstellt wird, dass das Spiel 384 zwischen den Teilen 381, 382 eingestellt ist. Hierzu ist neben dem Spannwerkzeug 385a noch ein diesem gegenüberliegendes, zweites Spannwerkzeug 385b, wie in strichlierte Linien eingetragen, erforderlich. Der Lagerbolzen ist zwischen einander zugewandten Anschlagflächen der Spannwerkzeuge 385a, 385b aufgenommen. Von den Spannwerkzeugen 385a, 385b wird der Istwert des Verfah- und/oder Spannweges laufend ermittelt und mit dem vorgegebenen Sollwert des Verfah- und/oder Spannweges verglichen sowie der Soll-Istwert-Vergleich ausgewertet. Erreichen die



Spannwerkzeuge 385a, 385b jeweils den vorgegebenen Sollwert für den Verfah- und/oder Spannweg, ist das Spiel 384 eingestellt. Nachdem das Spiel 384 bzw. Maß eingestellt wurde, werden die Teile 382, 383 gefügt.

In einer weiteren Ausführung, wird der Lagerbolzen mittels dem Spannwerkzeug 385a axial verstellt und der Teil 381 auf den Teil 382 zugestellt sowie gegen diesen mit einer Spannkraft angepresst wird. Wie in strichlierte Linien eingetragen, wirkt auf den Lagerbolzen ein zweites Spannwerkzeug 385b ein. Vom ersten und/oder zweiten Spannwerkzeug 385a; 385b wird der Istwert der Spannkraft laufend erfasst und der Auswerteeinheit 38 übermittelt. Erreicht der Istwert der Spannkraft eine vordefinierte Setzkraft, wird das verfahrenende Spannwerkzeug 385a; 385b angehalten und danach in entgegengesetzter Richtung in eine Spannposition (SP) bewegt. Dabei wird das Spannwerkzeug 385a; 385b soweit verstellt, dass der Istwert der Spannkraft einen Sollwert der Spannkraft erreicht, der gegenüber die Setzkraft kleiner und so ausgelegt ist, dass die Teile 381 bis 383 noch ausreichend gegeneinander abgestützt sind und nicht auseinander fallen. Liegt nun der Istwert der Spannkraft innerhalb der oben beschriebenen Unter- und Obergrenze 315, 316 der Spannkraft, ist das Spiel 384 auf Null eingestellt. Die Teile 381 bis 383 sind in diesem Zustand bzw. in der Spannposition (SP) im wesentlichen entspannt und kraftfrei.

Soll hingegen ein Spiel 384 von einigen Hunderstel Millimeter, beispielsweise 0,05 mm, eingestellt werden, wird vom ersten und/oder zweiten Spannwerkzeug 385a; 385b der Istwert der Spannkraft sowie Verfah- und Spannweg laufend erfasst und der Auswerteeinheit übermittelt. Erreicht der Istwert der Spannkraft eine vordefinierte Setzkraft, wird das verfahrenende Spannwerkzeug 385a; 385b angehalten und danach in entgegengesetzter Richtung in eine Spannposition (SP) bewegt. Dabei wird das Spannwerkzeug 385a; 385b soweit verstellt, dass der Istwert der Spannkraft einen Sollwert der Spannkraft erreicht, der gegenüber die Setzkraft kleiner und so ausgelegt ist, dass die Teile 381 bis 383 noch ausreichend gegeneinander abgestützt sind, aber im wesentlichen entspannt sind. Danach wird das gewünschte Spiel 384 eingestellt. Dazu wird, wenn der Sollwert der Spannkraft erreicht wurde, der Istwert des Verfah- und Spannweges erfasst. Das erste und/oder zweite Spannwerkzeug 385a; 385b wird nun um einen dem Spiel 384 entsprechenden Verfah- und Spannweg in die Spannposition (SP) verstellt und die Teile 381, 382 auseinander bewegt. Wird der Sollwert des Verfah- und Spannweges erreicht, wird das erste und/oder

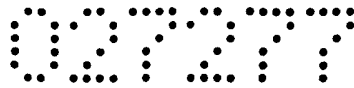


zweite Spannwerkzeug 385a; 385b in der Spannposition (SP) gehalten, solange bis die Teile 382, 383 miteinander gefügt sind.

Letztere Ausführungen haben sich von Vorteil erwiesen, da aus fertigungstechnischen Gründen die Teile 381 bis 383 üblicherweise geringfügige Oberflächenrauigkeiten aufweisen und durch das gegenseitige Anpressen der Teile 381 bis 383 die zusammengepressten Flächenabschnitte plastisch verformt werden, wie dies dem Fachmann unter dem Begriff „Setzen“ bekannt ist. Auf diese Weise kann nun auch ein Spiel 384 von Null Millimeter exakt eingestellt und auch im Betrieb der Gelenkverbindung beibehalten werden.

Wie nicht weiters dargestellt, besteht auch die Möglichkeit, dass zur Einstellung eines Maßes zwischen zwei Teilen ein Abstandhalter, beispielsweise eine Fühllehre, verwendet wird. Dieser wird gemäß der Ausführung in Fig. 30 zwischen den Teilen 381, 382 über die Zeitdauer des Spann- und Fügevorganges angeordnet und besitzt eine gegenüber dem Material der Teile 381, 382 wesentlich höhere Festigkeit. Nach diesem Ausführungsbeispiel werden zunächst in der Bereitstellungsposition die Teile 381, 382 in deren Orientierung zueinander ausgerichtet und beispielsweise der Teil 382 fixiert gehalten sowie der Abstandhalter zwischen den Teilen 381, 382 eingebracht. Darauffolgend wird zumindest eines der Spannwerkzeuge 386a, 386b gegen den Teil 381 und/oder Teil 383 angedrückt und der Teil 381 in Richtung auf den Teil 383 bis auf die dem Maß 384 entsprechende Höhe des Abstandhalters bewegt. Dabei steigt die Spannkraft an. Der Istwert der Spannkraft sowie des Verfah- und Spannweges werden laufend erfasst und der Auswerteeinheit 38 übermittelt. Erreicht der Istwert der Spannkraft oder des Verfah- und Spannweges den Sollwert der Spannkraft oder des Verfah- und Spannweges, wird das verfahrende Spannwerkzeug 385a angehalten, die Teile 381, 383 gefügt und danach der Abstandhalter entfernt und die Baugruppe von der Fügestation abtransportiert. Auf diese Weise kann das Maß 384 exakt eingestellt werden.

In Fig. 31 ist eine weitere Ausführung einer Baugruppe, bestehend aus drei Teilen 391 bis 393 gezeigt, die rohrförmig ausgebildet sind. Die Teile 392, 393 sind auf den Teil 391 an den Enden aufgeschoben.



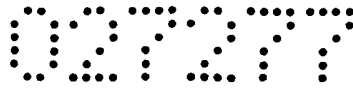
Gemäß dieser Ausführung soll ein Abstandsmaß 394 zwischen den voneinander abgewandten Stirnkanten der Teile 392, 393 bzw. eine Gesamtlänge der Baugruppe eingestellt werden.

In gezeigter Fig. befinden sich die Teile 391 bis 393 bereits in der Bereitstellungsposition zwischen Spannwerkzeugen 395a, 395b von zusammenwirkenden Spanneinrichtungen 396a, 396b, die jeweils mittels nicht dargestellter Antriebseinheiten bzw. Linearantriebe aus der Ausgangsposition (AP) in die Zwischenposition (ZP) verfahren werden. In die Spannposition (SP) kann wiederum nur eines der Spannwerkzeuge 395a, 395b oder können beide Spannwerkzeuge 395a, 395b synchron zueinander verfahren.

Zunächst werden die Teile 392, 393 auf den Teil 391 an den Enden aufgeschoben und danach die Enden über eine Spannzange oder über Innenhochdruckumformen gegenüber die Teile 392, 393 aufgeweitet. Die Enden weiten sich also plastisch auf bis sie zur umfänglichen festen Anlage an der Innenseite der Teile 392, 393 kommen. Die äußeren Teile 392, 393 weiten sich momentan zwar auch auf, jedoch nur im elastischen Bereich, sodass nach dem Entspannen der Andruckkraft das Material der Teile 392, 393 zu den plastisch aufgeweiteten Enden des inneren Teiles 391 hinfedert, wodurch ein Reibschluss zwischen den Teilen 391 bis 393 gegeben ist. Da die Enden des Teiles 391 plastisch aufgeweitet werden, wird eine hohe Positioniergenauigkeit der Teile 391 bis 393 erreicht. Die Längsachse der Teile 391 bis 393 fluchten exakt.

Die Teile 392, 393 werden danach mittels dem ersten und/oder zweiten Spannwerkzeug 395a, 395b auf den aufgeweiteten Enden gegenüber den in der Bereitstellungsposition fixierten Teil 391 in axialer Richtung soweit verschoben, dass das Abstandsmaß 394 eingestellt wird.

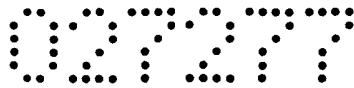
Vorzugsweise werden beide Spannwerkzeuge 395a, 395b jeweils aus deren Zwischenposition (ZP) in die Spannposition (SP) synchron aufeinander zugestellt und dabei der Istwert des Verfah- und Spannweges erfasst. Erreicht der Istwert des Verfah- und Spannweges den Sollwert des Verfah- und Spannweges, sind die Teile 392, 393 in die Spannposition verschoben und ist das Abstandsmaß 394 eingestellt. Daraufgehend werden die Teile 392, 393 mit dem Teil 391 gefügt, insbesondere verschweißt oder geklebt.



Eine solche Baugruppe kann beispielsweise als Mantelrohr für eine Lenkwelle eines Kraftfahrzeuges ausgebildet sein, bei dem in die Teile 392, 393 Lager (nicht dargestellt) eingepresst werden.

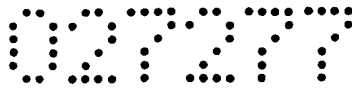
In einer anderen Ausführung bildet die Baugruppe eine Gelenkwelle, die den rohrförmigen ersten Teil 391 und an den Enden desselben angeordnete Gelenkteile 392, 393 umfasst. Eine Gelenkwelle erfordert nicht nur einen exakten Abstand von Lagerachsen der Gelenkteile 392, 393 sondern müssen die Lagerachsen der Gelenkteile 392, 393 auch senkrecht zur Längsachse des Teiles 391 und zueinander parallel verlaufen. Um dies zu erreichen, werden die Gelenkteile 392, 393 auf dem rohrförmigen Teil 391 so gegeneinander verdreht, dass ein Drehwinkel bzw. Winkelmaß zwischen den Lagerachsen der Gelenkteile 392, 393 von 0° eingestellt ist. Hierzu werden die Gelenkteile 392, 393 jeweils von einem Spannwerkzeug ergriffen und in eine Spannposition verbracht, in der das Winkelmaß und der Abstand zwischen den Lagerachsen exakt eingestellt ist. Für die Einstellung vom Winkelmaß wird der Istwert des dem Drehwinkel entsprechenden Verfahrweges vom Spannwerkzeug laufend erfasst und der Auswerteeinheit 38 übermittelt. Erreicht der Istwert des Verfahrweges den Sollwert des Verfahrweges, wird das Spannwerkzeug in der Stellbewegung angehalten. Danach werden die Teile 381, 382, 383 gefügt. Das Einstellen des Abstandsmaßes zwischen den Lagerachsen erfolgt in oben beschriebener Weise.

In den gemeinsam beschriebenen Fig. 32 und 33 ist die Schweißvorrichtung 119 für die Schweißstation in unterschiedlichen Ansichten gezeigt. Die Schweißvorrichtung 119 umfasst das in Fig. 11 dargestellte Antriebssystem 156 und einen mittels diesem im Raum positioniert bewegbaren Strahlschweißkopf 121. Der Strahlschweißkopf 121 ist über den Stellantrieb 400 zusätzlich um die vertikale Achse 177 verschwenkbar an einer Befestigungsvorrichtung 176 gelagert und umfasst einen Basisteil 402, eine Antriebsvorrichtung 403 und einen über einen zweiten Stellantrieb 404 gegenüber dem Basisteil 402 um die horizontale Achse 178 verschwenkbaren Strahlführungsteil 406, eine Düse 408 und ein Überwachungsorgan 409. Die Schweißvorrichtung 119 umfasst ferner ein Absaugrohr 164, eine Verbindungsleitung 412, insbesondere einen Lichtwellenleiter, sowie gegebenenfalls eine nicht dargestellte Gaszuleitung für ein Schweißgas, insbesondere Schutzgas, um in Schutzgasatmosphäre Schweißen zu können.



Der Basisteil 402 bildet nach dieser Ausführung ein Gehäuse mit einer Kammer 410 aus und ist mit einer optischen Anschlusskupplung 411 ausgestattet. An dieser Anschlusskupplung 411 ist die die Laserstrahlung von der in Fig. 3 dargestellten Energiequelle 34, insbesondere dem Lasergenerator, zum Strahlschweißkopf 121 führende, flexible bzw. biegeelastische Verbindungsleitung 412, insbesondere der Lichtwellenleiter (L1) über eine schematisch dargestellte Anschlusskupplung 413 angekoppelt. Die Anschlusskupplung 413 umfasst ein Kupplungsgehäuse, in dem eine Kollimatorlinse 414 angeordnet ist, über die eine Lage des Fokuspunktes des am Strahlschweißkopf 121 austretenden Strahlkegels einstellbar ist. Die voneinander lösbaren Anschlusskupplungen 411, 413 bilden eine Kupplungsvorrichtung. Die Längsachsen der optischen Anschlusskupplungen 411, 413 bilden eine gemeinsame Achse und verlaufen senkrecht zur optischen Achse 447 der auf den Spiegel 446 einfallenden Laserstrahlung.

Wie in den Fig. ersichtlich, ist die Antriebsvorrichtung 403 zweckmäßig zwischen dem Basisteil 402 und dem verschwenkbaren Strahlführungsteil 406 angeordnet. Die Antriebsvorrichtung 403 umfasst ein Gehäuse 420, das aus einem dem Strahlführungsteil 406 zugewandten, ersten Gehäuseteil und einem dem Basisteil 402 zugewandten, zweiten Gehäuseteil besteht. Die Antriebsvorrichtung 403 weist einen Zugmitteltrieb, insbesondere einen Zahnriementrieb, mit einem am Stellantrieb 404 angekoppelten, ersten Antriebselement 421, einem zweiten Antriebselement 422 sowie einem diese bewegungsmäßig verbindenden Zugmittel 423 auf. Das erste Antriebselement 421 umfasst ein über eine Antriebswelle im Gehäuse 420 gelagertes und an den Stellantrieb 404 angeflanshtes, erstes Umlenkrad und das zweite Antriebselement 422 ein über eine zweite Antriebswelle 424 im Gehäuse 420 gelagertes, zweites Umlenkrad. Die Umlenkräder sind mit den Antriebswellen jeweils drehstarr verbunden. Die Antriebswelle 424 ist durch eine Hohlwelle mit einer zur Schwenkachse 178 koaxialen Durchgangsöffnung gebildet und mit einem ersten Ende am Basisteil 402 drehbar gelagert und zweiten Ende mit dem Strahlführungsteil 406 drehstarr verbunden. Auf diese Weise wird ein Antriebsmoment vom Stellantrieb 404 auf den Strahlführungsteil 406 übertragen und kann der aus dem Strahlschweißkopf 121 austretende, fokussierte Strahlkegel um die Schwenkachse 178 um vorzugsweise 270° im Raum positioniert werden. Das Gehäuse 420 der Antriebsvorrichtung 403 ist über einen Flansch 435 mit der Befestigungsvorrichtung 176 bzw. dem Stellantrieb 400 verbunden. Der Ba-



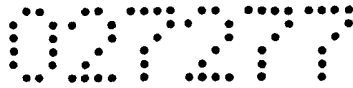
sisteil 402 und Stellantrieb 404 sind am Gehäuse 420 der Antriebsvorrichtung 403 befestigt.

Der Strahlführungsteil 406 bildet ein Strahlführungsgehäuse mit einer Kammer 436 aus und umfasst eine Fokussiereinrichtung 437, die zumindest eine Fokussierlinse aufweist und zur Bündelung des Laserstrahlung dient. Das Strahlführungsgehäuse weist einen Adapter 438 und rohrartigen Aufsatz 439 auf, die jeweils mit einer zu einer optischen Achse 448 coaxialen Durchgangsöffnung für die gebündelte Laserstrahlung versehen sind. Die Fokussiereinrichtung 437 ist strahleintrittsseitig am Adapter 438 im Bereich der Durchgangsöffnung angeordnet.

Wie in Fig. 33 weiters eingetragen, ist der Basisteil 402 mit einer Durchgangsöffnung versehen, die einen Strahleingang 443 bildet. Die Durchgangsöffnung am Strahlführungsteil 406 bildet einen Strahlausgang 444. Zwischen dem Strahleingang 443 und Strahlausgang 444 erstreckt sich ein Strahlweg für die Laserstrahlung. Entlang dem Strahlweg sind nach dieser Ausführung zwei Spiegeln 445, 446 sowie die im Nahbereich des Strahlausganges 444 vorgesehene Fokussiereinrichtung 437 angeordnet.

Zweckmäßig sind die Kammern 410, 436 der Basis- und Strahlführungsteile 402, 406 jeweils mit dem Spiegel 444, 446 ausgestattet, die unter einem Winkel von vorzugsweise 45° zu einer mit der Schwenkachse 178 zusammenfallenden, optischen Achse 447 der Laserstrahlung angeordnet sind. Es besteht die Möglichkeit, dass die Fokussiereinrichtung 437 durch den Spiegel 446 gebildet ist und dadurch die zusätzliche Fokussiereinrichtung entfallen kann. Der Spiegel 446 bildet nach dieser Ausführung die Fokussierlinse. Die optische Achse 447 des auf den im Strahlführungsteil 406 angeordneten Spiegel 446 auftreffenden Laserstrahls und die Schwenkachse 178 bilden eine gemeinsam Achse. Eine optische Achse 448 des von der Fokussiereinrichtung 437 abgestrahlten Laserstrahls bzw. vom Spiegel 446 reflektierten Laserstrahls verläuft orthogonal zur optischen Achse 447.

Die vom Lasergenerator in den Lichtwellenleiter (L1; L2; L3) eingekoppelte Laserstrahlung wird über die Kollimatorlinse 414 gesammelt, orthogonal auf die optische Achse 447 gestrahlt, am ersten Spiegel 444 um 45° umgelenkt, von diesem parallel in Richtung der Schwenkachse 178 auf den zweiten Spiegel 446 gespiegelt und von diesem wiederum um 90° umgelenkt und über die Fokussiereinrichtung 437 fokussiert aus dem Strahlschweiß-



kopf 121 als Strahlkegel auf die zu verschweißenden Teile 1 bis 3b, etc. abgestrahlt. Der Strahlweg ist demgemäß in drei Strahlabschnitte unterteilt und verlaufen die optischen Achsen des in Richtung der Laserstrahlung betrachtet, ersten Strahlabschnittes und dritten Strahlabschnittes achsparallel und die optische Achse des zweiten Strahlabschnittes orthogonal zu diesen.

Die Schweißvorrichtung 119 ist zusätzlich mit dem Absaugrohr 164 ausgestattet, das zumindest zwei Abschnitte 449, 450 ausbildet, die über ein Gelenk 451 miteinander verbunden sind. Der erste Abschnitt 449 erstreckt vom Bereich des Strahlausganges 444 des Strahlschweißkopfes 121 in Richtung der Schwenkachse 178 des Strahlführungsteiles 406 und der zweite Abschnitt 450 vom Bereich der Schwenkachse 178 des Strahlführungsteiles 406 in Richtung des Anslusselementes der am Portal 154 befestigten Anschlusschnittstelle 163 (siehe Fig. 3 und Fig. 10). Eine Gelenkachse 452 des Gelenks 451, die Schwenkachse 178 vom Strahlführungsteil 406 und die optische Achse 447 des zweiten Strahlabschnittes vom Strahlweg bilden eine gemeinsam Achse. Der erste Abschnitt 449 des Absaugrohres 164 ist mit dem Strahlführungsteil 406, insbesondere dem Aufsatz 439 des Strahlführungsgehäuses bewegungsfest verbunden. Über das Absaugrohr 164 werden die beim Schweißen entstehenden Schweißdämpfe aus der Schweißstation abgesaugt und dem zentralen Entlüftungssystem (nicht gezeigt) zugeleitet.

Wie oben beschrieben, kann die Schweißvorrichtung 119 zusätzlich mit der Gaszuleitung ausgestattet sein. Diese Gaszuleitung ist durch ein Rohr gebildet, das zwei Abschnitte ausbildet, die über ein Gelenk miteinander verbunden sind. Der erste Abschnitt erstreckt vom Bereich des Strahlausganges 444 des Strahlschweißkopfes 121 in Richtung der Schwenkachse 178 des Strahlführungsteiles 406 und der zweite Abschnitt vom Bereich der Schwenkachse 178 des Strahlführungsteiles 406 in Richtung des Anslusselementes der am Portal 154 befestigten Anschlusschnittstelle 163 (siehe Fig. 3 und Fig. 10). Eine Gelenkachse des Gelenks fällt mit der Schwenkachse 178 vom Strahlführungsteil 406 und der optischen Achse 447 des zweiten Strahlabschnittes vom Strahlweg zusammen.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Schweißkopfes 121 wird nun erreicht, dass der gegen Biege- und/oder Torsionsbelastung empfindliche Lichtwellenleiter (L1; L2; L3) aber auch der zweite Abschnitt 450 vom Absaugrohr 164 und gegebenenfalls der zweite



Abschnitt der Gaszuleitung in der Fügestation, die flexiblen Verbindungsleitungen, wie Fluid- oder Stromleitungen, zu den Stellantrieben 400, 404 stets im wesentlichen vertikal geführt sind und nur entlang einer Kreisbogenbahn in einem Winkel von ca. 270° bewegt werden. Letztere energieführende, flexible Verbindungsleitung ist am Stellantrieb 404 und gegebenenfalls unter Zwischenschaltung der Anschlussschnittstelle 163 an der Energiequelle 37 angeschlossen.

Der Strahlschweißkopf 121 ist im Bereich des Strahlausganges 443 mit der seitlich vom fokussierten Schweißstrahl angeordneten Düse 408 ausgestattet ist. Diese ist am Strahlführungshäusle des Strahlführungsteiles 406 befestigt und über eine Zuluftleitung 453 mit einer nicht dargestellten Druckluftversorgungsanlage verbunden. Die Düse 408 erzeugt einen, auf die optische Achse 448 der Fokussiereinrichtung 437 in einer senkrecht verlaufenden Ebene wirkenden, flächigen Luftstrahl, insbesondere Luftvorhang (Luftströmung), der den vom Strahlschweißkopf 121 abgestrahlten Strahlkegel schneidet. Dies ist dem Fachmann unter dem Begriff „Crossjet“ bekannt, der dafür sorgt, dass die während dem Schweißprozess entstehenden Schweißspritzer von der Optik, insbesondere der Fokussiereinrichtung 437 und Spiegel 446 ferngehalten werden. Die Düse 408 besitzt einen Düsenkörper, in dem ein Druckraum 455 ausgebildet ist, der über eine Zuführöffnung mit der Zuluftleitung 453 verbunden ist. Ein Ausgang des Druckraumes 455 ist als Schlitz ausgebildet, durch den die Druckluft mit hoher Geschwindigkeit auf den Schweißstrahl bzw. Strahlkegel hinausgepresst wird.

Zusätzlich ist zum Schutz der Optik gegen Schweißspritzer ein Schutzglas 458 vorgesehen, das als Kassette 459 in einem Aufnahmefach im Strahlführungshäusle des Strahlführungsteiles 406 auswechselbar angeordnet ist.

Wie in Fig. 33 weiters ersichtlich, ist am gehäuseartigen Basisteil 402 das Überwachungsorgan 409, insbesondere eine CCD-Kamera, befestigt, mit der vor der Inbetriebnahme des Fertigungssystems 1 die durch die Position der herzustellenden Fügenähte 21 vorgegebene Bewegungsbahn des Strahlschweißkopfes 121 im Teach-In-Verfahren programmiert und/oder während dem Fügen eine Kontrolle der Qualitätsgüte der herzustellenden Fügenähte 21 entlang der definierten Fügestellen (wie in Fig. 2 eingetragen) zwischen zwei miteinander zu verbindenden Teilen 1 bis 3b etc. durchgeführt wird.



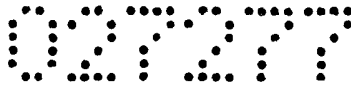
Somit sind die Teile der Baugruppe nicht nur auf deren Maßhaltigkeit überprüft, sondern wird zusätzlich noch eine Aussage über die Qualität der Fügenähte, insbesondere Schweißnähte, getroffen. Damit ist eine hohe Prozesssicherheit geschaffen.

Der Sende- und Empfangsstrahl 461 der CCD-Kamera werden an einem Spiegel 462 und am Spiegel 446 jeweils vorzugsweise um 45° bezüglich der Schwenkachse 178 umgelenkt und von der CCD-Kamera auf die Oberfläche der miteinander zu verbindenden Teile projiziert bzw. das reflektierte Licht von der CCD-Kamera empfangen. Damit die Position der Fügestellen im Teach-In-Verfahren exakt ermittelt werden können, wird mittels einer Beleuchtungsquelle 463 ein nicht weiters dargestelltes Fadenkreuz auf die Oberfläche der miteinander zu verbindenden Teile projiziert und der Strahlschweißkopf 121 bzw. die optische Achse 448 exakt anhand dem Fadenkreuz positioniert verfahren und der dabei zurückgelegte Verfahrensweg als Bewegungsbahn für den Strahlschweißkopf 121 programmiert und abgespeichert. Ein von der Beleuchtungsquelle 463 abgestrahlter Lichtstrahl 464 wird wiederum an einem Spiegel 465 vorzugsweise um 45° gegenüber die Schwenkachse 178 und dem Spiegel 446 umgelenkt und auf die Oberfläche der Teile projiziert.

Die Spiegel 445, 465 sind durch sogenannte halb- bzw. teildurchlässige Spiegel gebildet, sodass der Sende- und Empfangsstrahl 461 durch die Spiegel 445, 465 und der Lichtstrahl 464 durch den Spiegel 445 hindurchtreten kann.

Abschließend sei auch noch darauf hingewiesen, dass aus dem Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft und/oder des Verfah- und/oder Spannweges auch die Abmessung, insbesondere die Länge jedes Teiles ausgewertet werden kann.

Genauso gut kann alternativ zum eine Gewindespindel und Spindelmutter aufweisenden Linearantrieb der Spanneinheiten, Zustellachsen oder des Antriebssystems für die Schweißvorrichtung auch ein Linearmotor, insbesondere Asynchron- und Synchron-Linearmotor eingesetzt werden. Linearmotoren erlauben die direkte Erzeugung linearer Bewegung ohne Getriebe. Sie bestehen aus einem stromdurchflossenen Primärteil (vergleichbar mit dem Stator eines Rotationsmotors) und einem Reaktionsteil, dem Sekundärteil (vergleichbar mit dem Rotor eines Rotationsmotors). Zweckmäßig ist der Primärteil ortsfest angeordnet und beispielsweise an der Tragkonstruktion der Fügestation befestigt, während der Sekundärteil an dem im Wesentlichen spielfrei geführt verstellbaren Schlitten

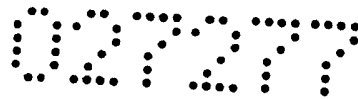


der Antriebseinheiten angeordnet ist. Für den berührungsfreien Antrieb des Schlittens bietet sich beispielsweise ein Langstator-Synchronmotor an. Dabei wird die Antriebsleistung dem im Verstellweg befindlichen Primärteil zugeführt, während der Schlitten nur den Erregerteil enthält. Der Erregerteil ist so angeordnet, dass der Schlitten von den Magnetfeldkräften getragen wird. Nach dieser Ausführung wird der Strom des stromdurchflossenen Primärteiles erfasst und daraus in der Auswerteeinheit 38 der Istwert des Verfahr- und/oder Spannweges und/oder der Spannkraft ermittelt.

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. Es sind also auch sämtliche denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombinationen einzelner Details der dargestellten und beschriebenen Ausführungsvariante möglich sind, vom Schutzzumfang mitumfasst.

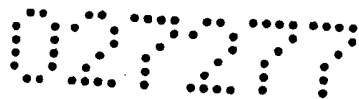
Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Fertigungssystems, der Spannsysteme und Baugruppen dieses bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Vor allem können die einzelnen in den Fig. 1 bis 33 gezeigten Ausführungen den Gegenstand von eigenständigen, erfindungsgemäßen Lösungen bilden. Die diesbezüglichen, erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.



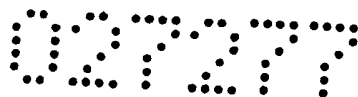
Bezugszeichenaufstellung

1	Teil	46	Transporteinrichtung
2	Teil	47a,b	Führungsbahn
3a,b	Teil	48	Teiletransportträger
5	Basis	48'	Teiletransportträger
		49	Teilespeicher
6	Schenkel	50	Teilespeicher
7	Positionieröffnung		
8	Auflagefortsatz	51	Aufnahme
9	Auflagefläche	52	Transportkette
10	Anlagefläche	54	Umlenkstation
		55	Gehäuseteil
11	Positionieröffnung		
12	Anlagefläche	56	Stirnplatte
15	Tragplatte	57	Kupplungsvorrichtung
		58	Stützvorrichtung
16	Hülse	59	Aufstandsfläche
17a,b	Fügestelle	60	Symmetrieebene
18a,b,c	Fügestelle		
19a,b	Fügestelle	61	Befestigungsvorrichtung
		62	Seitenwand
21	Fügenaht	63	Höhenführungsbahn
22	Anlagefläche	64	Seitenführungsbahn
23	Anlagefläche	65	Pfeil
24a,b	Fügestoß		
25	Anlagefläche	66	Stützrolle
		67	Druckrolle
26a,b,c	Fügestoß	68	Seitenfläche
27a,b	Fügespalt	69	Seitenfläche
		70	Laufrolle
31	Fertigungssystem		
32	Fertigungsanlage	71	Kettenbolzen
33	Fertigungsanlage	72	Kupplungsfortsatz
34	Energiequelle	73	Kupplungsaufnahme
		74	Montageplatte
36	Steuereinrichtung	75	Stützsäule
37	Energiequelle		
38	Auswerteeinheit	76	Trägerplatte
39	Vergleichsmodul	77a,b	Aufnahmebügel
40	Auswertemodul	78	Führungssteg
		79	Basis
41	Verbindungsleitung	80	Positioniermittel
42	Transportsystem		
43	Fügestation		
44	Übernahmebereich		
45	Weitergabebereich		



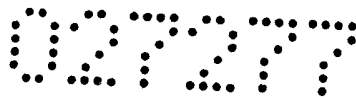
Bezugszeichenaufstellung

81	Seitenführungsfläche	121	Strahlschweißkopf
82a,b	Auflagefläche	122	Baugruppe
83	Zufördereinrichtung	123	Handhabungssystem
84	Zufördereinrichtung	124	Schlechtteilebox
85	Grundrahmen	125	Endposition
86	Pfeil	126	zweiter Übernahmebereich
87	Hilfsteiletransportträger	127	zweites Transportsystem
90	Führungsbahn	128	zweite Fügestation
91	Zugmittel	129	zweiter Weitergabebereich
92	Antriebsmotor	130	zweite Transporteinrichtung
93	Fahrgestell	131a,b	Aufnahme
94	Laufrolle	132	Vorrichtung
95	Aufnahme	133	Vorrichtung
96a,b	Aufnahmebügel	134	Behälter
97	Führungssteg	135	Teilespeicher
98	Basis	136	Übergabeposition
99	Positioniermittel	136'	Übergabeposition
100	Seitenführungsfläche	137	Handhabungssystem
101a,b	Auflagefläche	138	Übernahmeposition
102	Anhaltevorrichtung	138'	Übernahmeposition
103a,b	Anschlagelement	139	Handhabungssystem
104	Übergabeposition	140	Pfeil
104'	Übergabeposition	142	Halteposition
105	Handhabungssystem	143	Spannsystem
106	Übernahmeposition	144	Spanneinheit
106'	Übernahmeposition	145	Schweißvorrichtung
107	Handhabungssystem	146a,b	Strahlschweißkopf
110	Halteposition	147	Baugruppe
111	Spannsystem	148	Handhabungssystem
112a,b	Zustellachse	149	Schlechtteilebox
114	Spanneinheit	150	Endposition
115	Spanneinheit	151	Abfördervorrichtung
116	Spanneinheit	152	Steher
119	Schweißvorrichtung	153	Portal
		154	Portal
		155	Konsole



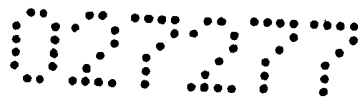
Bezugszeichenaufstellung

156	Antriebssystem	201a,b	Spannwerkzeug
157	Montageplatte	202a,b	Tragrahmen
158	Tragprofil	203a,b	Anpressvorrichtung
159	Stützkonsole	204a,b	Widerlager
160	Tragprofil	205a,b	Montageplatte
161	Trägerplatte	206a,b	Tragwand
162	Aussparung	207a,b	Tragwand
163	Anschlusschnittstelle	208a,b	Tragwand
164	Absaugrohr	209a,b	Montageplatte
170a,b	Linearantrieb	210a,b	Tragplatte
171a,b	Elektromotor	211a,b	Kragarm
172	Linearantrieb	212a,b	Spannbacke
173	Elektromotor	213a,b	Auflagerelement
174	Linearantrieb	214a,b	Hebevorrichtung
175	Elektromotor	215a,b	Auflaufschräge
176	Befestigungsvorrichtung	216a,b	Auflagefläche
177	Schwenkachse	217a,b	Anschlagfläche
178	Schwenkachse	218a,b	Kante
180a,b	Antriebseinheit	219	Transportstellung
181a,b	Antriebseinheit	219'	Transportstellung
182a,b	Antriebseinheit	220a,b	Hebevorrichtung
184a,b	Linearantrieb	221a,b	Schieberelement
185a,b	Linearantrieb	222a,b	Führungsorgan
186a,b	Linearantrieb	223a,b	Führungsbahn
187	Rüstplattform	224a,b	Stellantrieb
188a,b	Elektromotor	225a,b	Schlitten
189a,b	Elektromotor	226a,b	Übertragungselement
190a,b	Elektromotor	227a,b	Anschlagelement
191a,b	Schlitten	228a,b	Stellvorrichtung
192a,b	Schlitten	229a,b	Stellvorrichtung
193a,b	Schlitten	230a,b	Anpresselement
194a,b	Spanneinrichtung	231a,b	Anpresselement
195a,b	Spanneinrichtung	232a,b	Gehäuseteil
196a,b	Linearantrieb	233a,b	Seitenwand
197a,b	Elektromotor	234a,b	Boden
198a,b	Schlitten	235a,b	Deckel
200a,b	Höhenpositioniervorrichtung		



Bezugszeichenaufstellung

236a,b	Führungsfläche	271	Spannkraft
237a,b	Horizontalschieber	272	Spannposition
238a,b	Horizontalschieber	273	Spannkraft
239a,b	Führungsfläche	274	Spannposition
240a,b	Führungsfläche		
		277a,b	Anschlagfläche
241a,b	Vertikalschieber	278	Spannkraft
242	Kulissenanordnung	280a,b	Spanneinrichtung
242'	Kulissenanordnung		
243	Kulissenelement	281a,b	Antriebseinheit
243'	Kulissenelement	282a,b	Spannwerkzeug
244	Kulissenbahn	283a,b	Tragrahmen
244'	Kulissenbahn	284a,b	Elektromotor
245	Durchtrittsöffnung	285a,b	Linearantrieb
245'	Durchtrittsöffnung		
		286	Rüstplattform
246a,b	Koppelement	287a,b	Schlitten
247a,b	Antriebsmotor	288a,b	Höhenpositioniervorrichtung
248a,b	Vertikalschieber	289a,b	Stellvorrichtung
249a,b	Koppelement	290a,b	Montageplatte
250a,b	Montagewinkel		
		291a,b	Seitenwand
251a,b	Antriebsmotor	292a,b	Tragwand
252a,b	Spannbacke	293a,b	Hebevorrichtung
254a,b	Tragrahmen	294	Transportstellung
255a,b	Spannwerkzeug	294'	Transportstellung
		295a,b	Auflageelement
256a,b	Montageplatte		
257a,b	Tragwand	296a,b	Auflaufschräge
258a,b	Tragwand	297a,b	Auflagefläche
259a,b	Tragplatte	298	Spannsegment
260a,b	Spanneinrichtung	299a,b	Stellantrieb
		300a,b	Anschlagfläche
261a,b	Tragrahmen		
262a,b	Spannwerkzeug	301	Anpressvorrichtung
263	Befestigungsplatte	302	Bereitstellungsposition
264a,b	Montageplatte	302'	Bereitstellungsposition
265a,b	Tragwand	304a,b,c	Anpresselement
		305	Weite
266	Weite		
267	Länge	306	Länge
268	Weite	307	Spannkraft
269a,b	Anschlagfläche	308	Spannposition
270	Bereitstellungsposition		
270'	Bereitstellungsposition		



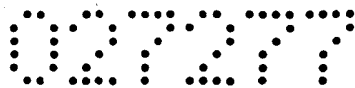
Bezugszeichenaufstellung

312	Spannposition	356a,b	Spanneinrichtung
313	Spannposition	357	Spanneinheit
315	Untergrenze	358	Spanneinheit
		359a,b	Anschlagfläche
316	Obergrenze	360	Spannkraft
317	Untergrenze		
318	Obergrenze	361a,b	Anschlagfläche
320	Spannkraftverlauf	362	Spannposition
		364	Spannkraft
321	Geschwindigkeitsprofil		
322	Reibkraft	369a,b	Spannwerkzeug
323	Doppelpfeil	370a,b	Spanneinrichtung
330	Teil	371	Spanneinheit
		372a,b	Spannwerkzeug
331	Teil	373a,b	Tragrahmen
332	Einformung	374a,b	Schlitten
333	Einformung	375a,b	Antriebseinheit
334a,b	Spannwerkzeug		
335a,b	Spanneinrichtung	376	Befestigungsplatte
		377	Schlitten
336	Spanneinheit	378	Zustellachse
337a,b	Antriebseinheit	379	Elektromotor
338	Spannkraft		
339	Strahlschweißkopf	381	Teil
340	Teil	382	Teil
		383	Teil
341	Teil	384	Spiel
342	Teil	385a,b	Spannwerkzeug
343	Schenkel		
344	Schenkel	386a,b	Spanneinrichtung
345	Basis		
		391	Teil
346	Basis	392	Teil
347a,b	Fügestelle	393	Teil
348	Stirnkante	394	Abstandsmaß
349	Stirnkante	395a,b	Spanneinrichtung
350	Fügesation		
		396a,b	Spanneinrichtung
351	Spannsystem	400	Stellantrieb
352	Positionieröffnung		
353	Hebevorrichtung	402	Basisteil
354a,b	Spannwerkzeug	403	Antriebsvorrichtung
355a,b	Spanneinrichtung	404	Stellantrieb



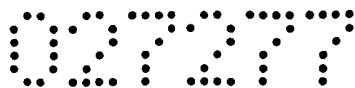
Bezugszeichenaufstellung

406	Strahlführungsteil	461	Sende- und Empfangsstrahl
408	Düse	462	Spiegel
409	Überwachungsorgan	463	Beleuchtungsquelle
410	Kammer	464	Lichtstrahl
		465	Spiegel
411	Anschlusskupplung		
412	Verbindungsleitung		
413	Anschlusskupplung		
414	Kollimatorlinse		
420	Gehäuse		
421	Antriebselement		
422	Antriebselement		
423	Zugmittel		
424	Antriebswelle		
435	Flansch		
436	Kammer		
437	Fokussierungseinrichtung		
438	Adapter		
439	Aufsatz		
443	Strahleingang		
444	Strahlausgang		
445	Spiegel		
446	Spiegel		
447	optische Achse		
448	optische Achse		
449	Abschnitt		
450	Abschnitt		
451	Gelenk		
452	Gelenkachse		
453	Zuluftleitung		
455	Druckraum		
458	Schutzglas		
459	Kassette		



Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Baugruppe aus mehreren miteinander gefügten Teilen (1 bis 3b; 340 bis 342), bei dem der erste Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) und zweite Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) von einer Teilebereitstellung im Nahbereich einer Transporteinrichtung (46; 130) entnommen und auf einen von mehreren Teiletransportträgern (48, 48') der Transporteinrichtung (46; 130) in der Lage orientiert abgelegt und danach gemeinsam mit dem Teiletransportträger (48, 48') der Transporteinrichtung (46; 130) zu einer zur Teilebereitstellung entfernt gelegene Fügestation (43; 128) transportiert werden, dadurch gekennzeichnet, dass der Teiletransportträger (48, 48') der Transporteinrichtung (46; 130) in der Fügestation (43; 128) in einer Halteposition (110; 142) angehalten wird, worauf die zueinander orientierten Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) in der Fügestation (43; 128) mittels zumindest einer Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b; 288a, 288b) gemeinsam aus einer Transportstellung (219, 219'; 294, 294') am Teiletransportträger (48, 48') der Transporteinrichtung (46; 130) in eine Bereitstellungsposition (270, 270'; 302, 302') bewegt, insbesondere angehoben, sodann zueinander positioniert, gespannt und hernach zur Baugruppe gefügt werden, worauf die gefügte Baugruppe auf einen von mehreren Teiletransportträgern (48, 48') wiederum abgelegt und mit diesem abtransportiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) in der Fügestation (43; 128) in einer Bereitstellungsposition (270, 270'; 302, 302') zwischen zwei eine erste Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b; 288a, 288b) aufweisende Spannwerkzeugen (201a, 201b; 282a, 282b; 354a, 354b) einer ersten Spanneinheit (114; 144; 357) aufgenommen und danach in eine in der Fügestation (43; 128) vorgegebene Spannposition positioniert sowie in dieser fixiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) in der Fügestation (43; 128) in einer Bereitstellungsposition (270, 270'; 294') zwischen zwei eine zweite Höhenpositioniervorrichtung aufweisende Spann-

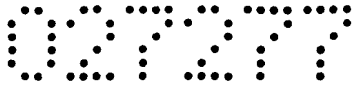


werkzeugen (255a, 255b; 372a, 372b) einer zweiten Spanneinheit (115; 358) aufgenommen und danach gegenüber den ersten Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) und in eine in der Führung (43; 128) vorgegebene Spannposition positioniert sowie in dieser fixiert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) und/oder zweite Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) mittels dem zwischen einer den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) freigebenden Ausgangsposition (AP) und einer den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) fixierenden Spannposition (SP) verstellbaren Spannwerkzeug (201a, 201b; 255a, 255b; 282a, 282b; 354a, 354b; 372a, 372b) der ersten und/oder zweiten Spanneinheit (114; 144; 357; 115; 358) gegen ein stillstehendes, weiteres Spannwerkzeug (201a, 201b; 255a, 255b; 282a, 282b; 354a, 354b; 372a, 372b) gespannt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass vorerst beide Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b; 354a, 354b; 372a, 372b) aus der Ausgangsposition (AP) in eine Zwischenposition (ZP) und von dieser zumindest eines der beiden Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b; 354a, 354b; 372a, 372b) in die Spannposition (SP) verfahren werden, wobei das eine Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b; 354a, 354b; 372a, 372b) während der Zustellbewegung des anderen Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b; 354a, 354b; 372a, 372b) in der Zwischenposition (ZP) verharret, sodass der Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) mittels dem verstellbaren Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b; 354a, 354b; 372a, 372b) gegen das in der Zwischenposition (ZP) verharrende Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b; 354a, 354b; 372a, 372b) gespannt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass vorerst beide Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b; 354a, 354b; 372a, 372b) der ersten und/oder zweiten Spanneinheit (114; 144; 357; 115; 358) aus einer den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine Zwischenposition (ZP) und von dieser beide Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b; 354a, 354b; 372a, 372b) gleichsinnig und synchron zueinander verstellt werden und der Teil (1



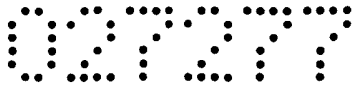
bis 3b; 340 bis 342) zwischen den Spannwerkzeugen (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b; 354a, 354b; 372a, 372b) und gegenüber die Fügestation (43; 128) zentrisch gespannt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenposition (ZP) zwischen der Ausgangs- und Spannposition (AP, SP) des (der) Spannwerkzeuge(s) definiert und in dieser der Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) ergriffen wird und dass das (die) Spannwerkzeug(e) der ersten und/oder zweiten Spanneinheit (114; 144; 357; 115; 358) aus der Ausgangsposition (AP) bis knapp vor die Zwischenposition (ZP) im Eilgang beschleunigt und bis hin zur Zwischenposition (ZP) verzögert, sodann von der Zwischenposition (ZP) beginnend mit gegenüber dem Eilgang reduzierter Verfahrensgeschwindigkeit verfahren wird (werden) bis eine Anschlagfläche des(r) Spannwerkzeuge(s) gegen den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) anliegt(en), worauf die Verfahrensgeschwindigkeit des (der) in die Spannposition (SP) verfahrenen Spannwerkzeuge(s) in Abhängigkeit von der Änderung der Spannkraft geregelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Teiletransportträger (48, 48') der Transporteinrichtung (46; 130) entlang einer am Grundrahmen der Transporteinrichtung (46; 130) angeordneten Führungsbahn (47a) zwischen der Teilebereitstellung und der Halteposition (110; 142) in der Fügestation (43; 128) getaktet fortbewegt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Teiletransportträger (48, 48') entlang einer am Grundrahmen der Transporteinrichtung (46; 130) angeordneten Führungsbahn geführt und mittels mindestens einem Vorschubantrieb entlang der Führungsbahn zwischen der Teilebereitstellung und der Halteposition (110; 142) in der Fügestation (43; 128) unabhängig voneinander fortbewegt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Baugruppe gefügten Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) wiederum auf den während der Dauer des Fügeprozesses in der Halteposition (110; 142) verharrenden Teiletransportträger (48, 48') abgelegt,

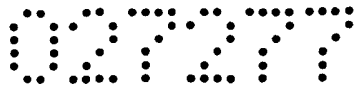


sodann an eine andere Prozessstation, insbesondere eine weitere Fügestation (128), oder einen Weitergabebereich (45) für die Baugruppe abtransportiert werden.

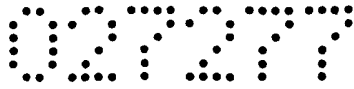
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Baugruppe gefügten Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) auf einen während der Dauer des Fügeprozesses in die Halteposition (110; 142) einfahrenden, nächsten Teiletransportträger (48, 48') abgelegt, sodann an eine andere Prozessstation, insbesondere eine weitere Fügestation (128), oder einen Weitergabebereich (45) für die Baugruppe abtransportiert werden.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) miteinander verschweißt werden, wobei ein Schweißstrahl, insbesondere Laser-, Plasma- oder Elektronenstrahl, entlang einer zwischen einander zugewandten Seitenflächen der Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) gebildeten Fügestelle (17a, 17b bis 20a, 20b) geführt wird und dabei die Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) zumindest in Teilabschnitten miteinander verschweißt werden.

13. Transportsystem (42; 127) zur Beförderung von Teilen (1 bis 3b; 340 bis 342) zu einer Fügestation (43; 128), das eine sich zwischen einem Übernahmebereich (44; 126) für die Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) und Weitergabebereich (45; 129) für eine aus den Teilen (1 bis 3b; 340 bis 342) gefügte Baugruppe erstreckende Transporteinrichtung (46; 130) mit entlang einer Führungsbahn verfahrbaren Teiletransportträgern (48; 48'), und zumindest eine dieser in Vorschubrichtung (65; 140) der Teiletransportträger (48; 48') vorgeordnete und im Übernahmebereich (44; 126) angeordnete Teilebereitstellung umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Teiletransportträger (48; 48') der Transporteinrichtung (46; 130) jeweils eine Aufnahme (51; 51') mit ausschließlich zumindest einem Positioniermittel (80) zum Halten eines der Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) während dem Transport, und in Vorschubrichtung (65; 140) der Teiletransportträger (48; 48') im Abstand voneinander angeordneten, aufragenden Seitenführungsflächen (81) zwischen denen die Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) anordenbar sind sowie zwei Auflageflächen (82a, 82b) für wenigstens einen an diesen abstützenden Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) umfassen.



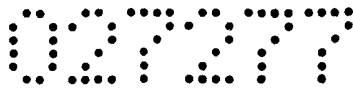
14. Transportsystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die der Transporteinrichtung (46; 130) vorgeordnete Teilebereitstellung zumindest einen Teilespeicher (49, 50) umfasst.
15. Transportsystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilespeicher (49, 50) zumindest eine Zufördereinrichtung (83, 84) mit mehreren entlang einer Führungsbahn verfahrbaren Hilfsteiletransportträgern (87) mit jeweils einer Aufnahme (95) umfasst, welche ausschließlich zumindest ein Positioniermittel (99) zum Halten eines Teiles (1 bis 3b; 340 bis 342) während seinem Transport und in Vorschubrichtung (86) der Hilfsteiletransportträger (87) im Abstand voneinander angeordnete, aufragende Seitenführungsflächen (100) zwischen denen der Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) anordenbar ist und zwei Auflageflächen (101a, 101b) für den an diesen abstützenden Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) umfasst.
16. Transportsystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die der Transporteinrichtung (46; 130) vorgeordnete Teilebereitstellung durch eine Vorrichtung (132, 133) zum Vereinzeln, Fördern und Ausrichten von in einem Behälter (134) als Schüttgut aufgenommenen Teile (3a, 3b) gebildet ist, wobei diese Vorrichtung (132, 133) den Teilespeicher umfasst.
17. Transportsystem nach Anspruch 13 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahme (51, 51', 95) eine etwa rechteckförmige Trägerplatte (76) und zwei mit dieser verbundene, gabelartige Aufnahmebügel (77a, 77b, 96a, 96b) aufweist, wobei jeder Aufnahmebügel (77a, 77b, 96a, 96b) zwei an der Trägerplatte (76) senkrecht aufragende, fingerartige Führungsstege (78, 97) und eine diese verbindende Basis (79, 98) umfasst und eine Basis (79, 98) mit dem an dieser senkrecht vorragenden Positioniermittel (80, 99) und der Auflagefläche (82b, 101b) und die andere Basis (79, 98) mit der Auflagefläche (82a, 101a) versehen sind.
18. Transportsystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die der Transporteinrichtung (46; 130) vorgeordnete Teilebereitstellung zumindest eine Übergabe-



position (104; 136) und die Transporteinrichtung (46; 130) zumindest eine Übernahmeposition (106; 138) ausbildet und dass im Nahbereich der Transporteinrichtung (46; 130) zumindest ein Handhabungssystem (105; 137) für die Übergabe der Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) von der Übergabeposition (104; 136) an die Übernahmeposition (106; 138) angeordnet ist.

19. Fertigungsanlage (32; 33) zur Herstellung einer Baugruppe aus mehreren Teilen (1 bis 3b; 340 bis 342) durch Fügen, mit wenigstens einer Fügestation (43; 128) und einem Transportsystem (42; 127), das ein sich zwischen einem Übernahmebereich (44; 126) für die Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) und einem Weitergabebereich (45; 129) für eine aus den Teilen (1 bis 3b; 340 bis 342) gefügte Baugruppe erstreckende Transporteinrichtung (46; 130) mit entlang einer Führungsbahn verfahrbaren Teiletransportträgern (48; 48'), und zumindest eine dieser in Vorschubrichtung (65; 140) der Teiletransportträger (48; 48') vorgeordnete und im Übernahmebereich (44; 126) angeordnete Teilebereitstellung umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Fügestation (43; 128) im Bereich der Transporteinrichtung (46; 130) zwischen dem Übernahmebereich (44; 126) und Weitergabebereich (45; 129) angeordnet ist und im Nahbereich einer Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) ein Spannsystem (111; 143; 351) für die Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) sowie wenigstens eine Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b; 288a, 288b) umfasst, die eine Hebevorrichtung (214a, 214b; 220a, 220b; 293a, 293b; 353) mit einem die Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) gemeinsam zwischen einer am Teiletransportträger (48; 48') befindlichen Transportstellung (219, 219'; 294, 294') der Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) und einer gegenüber diese ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition (270, 270'; 302, 302') der Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) anhebenden oder absenkenden Auflagerelement (213a, 213b; 295a, 295b) ausbildet und dass das Spannsystem (111; 143; 351) als auch die Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b; 288a, 288b) getrennt vom Teiletransportträger (48; 48') angeordnet sind.

20. Fertigungsanlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass im Nahbereich der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) zwei voneinander getrennt ausgebildete und einander gegenüberliegende Höhenpositioniervorrichtungen (200a, 200b; 288a, 288b) angeordnet sind und jeweils eine Hebevorrichtung (214a, 214b; 220a, 220b;



293a, 293b; 353) ausbilden, wobei die Hebevorrichtungen (214a, 214b; 220a, 220b; 293a, 293b; 353) synchron zueinander sowie die Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) gemeinsam zwischen einer am Teiletransportträger (48; 48') befindlichen Transportstellung (219, 219'; 294, 294') der Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) und einer vorzugsweise ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition (270, 270'; 302, 302') der Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) anhebende oder absenkende Auflagerelemente (213a, 213b; 295a, 295b) aufweisen.

21. Fertigungsanlage nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebevorrichtung (220a, 220b) der Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b) einen Stellantrieb (224a, 224b) umfasst, mit dem das die Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) zwischen der Transportstellung (219, 219'; 294, 294') und Bereitstellungsposition (270, 270'; 302, 302') vertikal bewegende Auflagerelement (213a, 213b) gekoppelt ist.

22. Fertigungsanlage nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Auflagerelement (213a, 213b; 295a, 295b) eine in Richtung zur Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) geneigt nach unten verlaufende Auflaufschräge (215a, 215b; 296a, 296b), eine horizontale Auflagefläche (216a, 216b; 297a, 297b) für einen an dieser aufzulagernden Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) und gegebenenfalls eine aufragende Anschlagfläche (217a, 217b) ausbildet.

23. Fertigungsanlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannsystem (111; 143; 351) eine erste Spanneinheit (114; 144; 357) für den ersten Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) mit zumindest zwei zusammenwirkenden Spanneinrichtungen (194a, 194b; 280a, 280b; 355a, 355b) aufweist.

24. Fertigungsanlage nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (194a, 194b; 280a, 280b; 355a, 355b) der Spanneinheit (114; 144; 357) zu beiden Seiten oder unter- und oberhalb der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) angeordnet sind.



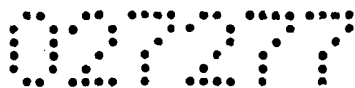
25. Fertigungsanlage nach einem der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (194a, 194b; 280a, 280b; 355a, 355b) der ersten Spanneinheit (114; 144; 357) jeweils eine Hebevorrichtung (214a, 214b; 220a, 220b; 293a, 293b; 353), einen elektronisch geregelten Linearantrieb (184a, 184b; 285a, 285b) sowie ein mittels dem Linearantrieb (184a, 184b; 285a, 285b) in einer horizontalen Ebene zwischen einer den zu spannenden Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) freigebenden Ausgangsstellung (AP) und den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) spannenden Spannposition (SP) verstellbares Spannwerkzeug (201a, 201b; 282a, 282b; 354a, 354b) umfassen.

26. Fertigungsanlage nach einem der Ansprüche 19 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Auflagerelement (213a, 213b) der Hebevorrichtung (214a, 214b; 220a, 220b; 293a, 293b; 353) durch das Spannwerkzeug (201a, 201b; 282a, 282b; 354a, 354b) der Spanneinrichtungen (194a, 194b; 280a, 280b; 355a, 355b) gebildet ist.

27. Fertigungsanlage nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebevorrichtung (214a, 214b; 220a, 220b; 293a, 293b; 353) und das Spannwerkzeug (201a, 201b; 282a, 282b; 354a, 354b) der Spanneinrichtungen (194a, 194b; 280a, 280b; 355a, 355b) auf einem mittels einem Elektromotor (188a, 188b; 284a, 284b) ausschließlich in einer horizontalen Ebene verstellbaren Schlitten (191a, 191b; 287a, 287b; 374a, 374b) des Linearantriebes (184a, 184b; 285a, 285b) gelagert sind.

28. Fertigungsanlage nach einem der Ansprüche 19 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (194a, 194b) der ersten Spanneinheit (114) jeweils eine Anpressvorrichtung (203a, 203b) zur Fixierung des ersten Teiles (1) in die Spannposition umfassen, die mit wenigstens einem zwischen einer Ruheposition und einer Anpressposition verstellbaren Anpresselement (230a, 230b) versehen ist, wobei in der Anpressposition der erste Teil (1) über das Anpresselement (230a, 230b) gegen das (die) Auflagerelement(e) (213a, 213b) angedrückt ist.

29. Fertigungsanlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannsystem (111; 351) eine zweite Spanneinheit (115; 358) für den weiteren Teil (1 bis



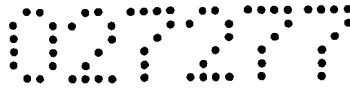
3b; 340 bis 342) im Nahbereich der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) aufweist, die zumindest zwei zusammenwirkende Spanneinrichtungen (195a, 195b; 356a, 356b) ausbildet.

30. Fertigungsanlage nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (195a, 195b; 356a, 356b) der zweiten Spanneinheit (115; 358) zu beiden Seiten oder unter- und oberhalb der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) angeordnet sind.

31. Fertigungsanlage nach Anspruch 29 oder 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (195a, 195b; 356a, 356b) der zweiten Spanneinheit (115; 358) jeweils einen elektronisch geregelten Linearantrieb (185a, 185b) sowie ein mittels dem Linearantrieb (185a, 185b) in einer horizontalen Ebene zwischen einer den zu spannenden Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) freigebenden Ausgangsstellung (AP) und den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) spannenden Spannposition (SP) verstellbares Spannwerkzeug (255a, 255b; 372a, 372b) umfassen.

32. Fertigungsanlage nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannwerkzeug (255a, 255b; 372a, 372b) der zweiten Spanneinrichtungen (195a, 195b; 356a, 356b) auf einem mittels einem Elektromotor (189a, 189b) ausschließlich in einer horizontalen Ebene verstellbaren Schlitten (192a, 192b; 374a, 374b) des Linearantriebes (185a, 185b) gelagert ist.

33. Fertigungsanlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass im Nahbereich der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) eine zweite Höhenpositioniervorrichtung vorgesehen ist, die eine zweite Hebevorrichtung mit den weiteren Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) zwischen einer am Teiletransportträger (48; 48') befindlichen Transportstellung (219') des Teiles (1 bis 3b; 340 bis 342) und einer gegenüber diese ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition (270') des Teiles (1 bis 3b; 340 bis 342) anhebenden oder absenkenden Auflagerelement (213a, 213b; 295a, 295b) ausbildet.



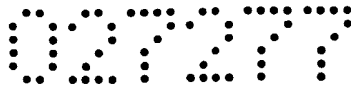
34. Fertigungsanlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass im Nahbereich der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) paarweise gegenüberliegende und voneinander getrennt ausgebildete, zweite Höhenpositioniervorrichtungen angeordnet sind und jeweils eine zweite Hebevorrichtung ausbilden, wobei die Hebevorrichtungen synchron zueinander sowie den weiteren Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) zwischen einer am Teiletransportträger (48; 48') befindlichen Transportstellung (219') den weiteren Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) und einer vorzugsweise ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition (270') des weiteren Teiles (1 bis 3b; 340 bis 342) anhebende oder absenkende Auflagerelemente aufweisen.

35. Fertigungsanlage nach Anspruch 33 oder 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebevorrichtung der zweiten Höhenpositioniervorrichtung einen Stellantrieb umfasst, mit dem das den weiteren Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) zwischen der Transportstellung (219'; 294) und Bereitstellungsposition (270'; 294') vertikal bewegendes Auflagerelement gekoppelt ist.

36. Fertigungsanlage nach einem der Ansprüche 33 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass das Auflagerelement eine in Richtung zur Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) geneigt nach unten verlaufende Auflaufschräge für einen an diesem aufzulagernden Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) ausbildet.

37. Fertigungsanlage nach Anspruch 23, 33 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (194a, 194b) der ersten Spanneinheit (114) jeweils eine zweite Hebevorrichtung aufweisen, wobei das Auflagerelement der zweiten Hebevorrichtung durch ein vertikal verstellbares und den weiteren Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) in die Bereitstellungsposition (270') bewegendes als auch diesen in der Spannposition fixierendes Anpresselement (231a, 231b) der Anpressvorrichtung (203a, 203b) gebildet ist.

38. Fertigungsanlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannsystem (111; 351) eine dritte Spanneinheit (116; 371) für die Teile (1 bis 3b; 340 bis



342) mit zumindest zwei zusammenwirkenden Spanneinrichtungen (260a, 260b; 370a, 370b) umfasst.

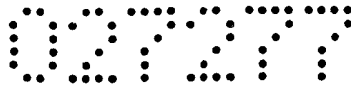
39. Fertigungsanlage nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (260a, 260b; 370a, 370b) der dritten Spanneinheit (115; 358) in Richtung der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) hintereinander oder zu beiden Seiten der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) angeordnet sind.

40. Fertigungsanlage nach Anspruch 38 oder 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (260a, 260b; 370a, 370b) der dritten Spanneinheit (115; 358) jeweils einen elektronisch geregelten Linearantrieb (186a, 186b) sowie ein mittels dem Linearantrieb (186a, 186b) in einer horizontalen Ebene zwischen einer die zu spannenden Teilen (1 bis 3b; 340 bis 342) freigebenden Ausgangsstellung (AP) und die Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) miteinander verspannenden Spannposition (SP) verstellbares Spannwerkzeug (262a, 262b) umfassen.

41. Fertigungsanlage nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannwerkzeug (262a, 262b) der dritten Spanneinrichtungen (260a, 260b; 370a, 370b) auf einem mittels einem Elektromotor (190a, 190b) ausschließlich in einer horizontalen Ebene verstellbaren Schlitten (193a, 193b) des Linearantriebes (186a, 186b) gelagert ist.

42. Fertigungsanlage nach einem der Ansprüche 19 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (195a, 195b; 356a, 356b) der zweiten Spanneinheit (115; 358) und die zweiten Höhenpositioniervorrichtungen an den verstellbaren Schlitten (191a, 191b) der ersten Spanneinheit (114) aufgebaut sind.

43. Fertigungsanlage nach einem der Ansprüche 19 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Fügestation (43) zusätzlich zwei im Nahbereich der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46) ortsfest angeordnete, elektronisch geregelte Zustellachse (112a, 112b) umfasst, die mit einem über Elektromotor (197a, 197b) verstellbaren Schlitten (198a, 198b) versehen sind und dass am Schlitten (198a, 198b) die Spanneinrichtungen



(194a, 194b, 195a, 195b, 260a, 260b) der ersten und/oder zweiten und/oder dritten Spanneinheit (114, 115, 116) angeordnet sind.

44. Fertigungsanlage nach einem der Ansprüche 27, 32, 41 oder 43, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromotoren (188a, 188b, 189a, 189b, 190a, 190b, 197a, 197b) durch einen stufenlos steuerbaren Servo- oder Schrittschaltmotor gebildet und über eine Steuerleitung mit einer elektronischen Auswerteeinheit (38) verbunden sind, die ein Istwerte einer Spannkraft und/oder des Verfähr- und Spannweges mit Sollwerten der Spannkraft und/oder des Verfähr- und Spannweges vergleichendes Vergleichsmodul (39) und ein aus dem Soll-Istwert-Vergleich eine Qualitätsbeurteilung der einzelnen Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) ausgebendes Auswertemodul (40) umfasst.

45. Fertigungsanlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Fügestation (43; 128) im Nahbereich der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) eine Schweißvorrichtung (119; 145) mit zumindest einem im Raum positioniert bewegbaren Strahlschweißkopf (121; 146a, 146b) umfasst.

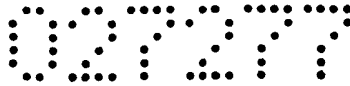
46. Fertigungsanlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Transporteinrichtung (46; 130) einen Grundrahmen und eine um am Grundrahmen drehbar gelagerte Kettenräder umgelenkte Transportkette (52) sowie eine Antriebsvorrichtung mit einem an einem der Kettenräder gekoppelten, intermittierenden Vorschubantrieb, insbesondere Servo- oder Schrittschaltmotor, aufweist, wobei die Transportkette (52) in Höhen- und Seitenrichtung geführt ist und deren einzelnen Kettenglieder die Teiletransportträger (48, 48') bilden oder auf deren einzelnen Kettenglieder die Aufnahmen (51, 51') für die Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) aufgebaut sind.

47. Fertigungsanlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Transporteinrichtung (46; 130) einen Grundrahmen und einen Vorschubantrieb sowie die auf einer am Grundrahmen angeordneten Führungsbahn geführten und mittels zumindest der Antriebsvorrichtung entlang der Führungsbahn verfahrbaren Teiletransportträger (48, 48') mit den Aufnahmen (51, 51') für die Teile (1 bis 3b; 340 bis 342) umfasst, wobei der



Vorschubantrieb entweder am Teiletransportträger (48, 48') oder zwischen Höhen- und Seitenführungsbahnen der Führungsbahn und getrennt von diesen angeordnet oder durch die Höhen- und/oder Seitenführungsbahnen der Führungsbahn gebildet ist.

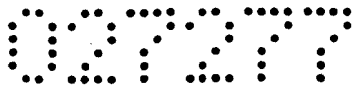
48. Fertigungsverfahren zur Herstellung einer Baugruppe aus mehreren Teilen (1 bis 3b) mit einem mehrere aneinander gereihte Fertigungsanlagen (32, 33) umfassenden Fertigungssystem (31) in mehreren aufeinander folgenden Schritten, bei dem in der ersten Fertigungsanlage (32) die von einer ersten Teilebereitstellung in einem ersten Übernahmebereich (44) übernommenen Teile (1 bis 3b) entlang einer ersten Transporteinrichtung (46) zu einer ersten Strahlschweißstation mit einem ersten Strahlschweißkopf (121) befördert, in dieser zueinander positioniert und mittels einem Spannsystem (111) gespannt sowie mittels Strahlschweißen miteinander verschweißt, sodann an einen ersten Weitergabebereich (45) befördert werden, von dem aus die geschweißte Baugruppe (122) an die zweite Fertigungsanlage (33) übergeben wird, in der von einer zweiten Teilebereitstellung wenigstens ein weiterer Teil (1 bis 3b) übernommen und die vorhergehend, geschweißte Baugruppe (122) entlang einer zweiten Transporteinrichtung (130) zu einer zweiten Strahlschweißstation mit einem zweiten Strahlschweißkopf (146a) befördert, in dieser zueinander positioniert und mittels einem Spannsystem (143) der weitere Teil (1 bis 3b) und die vorhergehend, geschweißte Baugruppe (122) gespannt sowie mittels Strahlschweißen miteinander verschweißt werden, hernach die geschweißte Baugruppe (147) an einen zweiten Weitergabebereich (129) befördert wird, dadurch gekennzeichnet, dass den Strahlschweißköpfen (121, 146a) der ersten und zweiten Strahlschweißstation die Schweißstrahlung von einer Energiequelle (34) abwechselnd zugeführt wird und dass innerhalb eines ersten Zeitintervalls die Teile (1 bis 3b) zur ersten Strahlschweißstation antransportiert und eine geschweißte Baugruppe (122) des vorangegangenen Zyklus von der Strahlschweißstation abtransportiert und währenddessen in der zweiten Strahlschweißstation die in der ersten Fertigungsanlage (32) vorhergehend, geschweißte Baugruppe (122) und ein von der zweiten Teilebereitstellung zugeführter, weiterer Teil (1 bis 3b) gespannt und zur Baugruppe (147) geschweißt werden und dass innerhalb eines zweiten Zeitintervalls in der ersten Fertigungsanlage (32) Teile (1 bis 3b) von der ersten Teilebereitstellung zugeführt, gespannt und zur Baugruppe (122) geschweißt und währenddessen in der zweiten Fertigungsanlage (33) eine in der ersten Fertigungsanlage (32) vorhergehend, geschweißte Baugruppe (147)



zur zweiten Strahlschweißstation der zweiten Fertigungsanlage (33) antransportiert und eine in der zweiten Strahlschweißstation der zweiten Fertigungsanlage (33) geschweißte Baugruppe (147) des vorangegangenen Zyklus an den zweiten Weitergabebereich (129) abtransportiert werden.

49. Fertigungsverfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Teile (1 bis 3b) mittels einem von mehreren Teiletransportträgern (48) der Transporteinrichtungen (46) vom ersten Übernahmebereich (44) zur ersten Strahlschweißstation befördert werden und dass der Teiletransportträger (48) mit den Teilen (1 bis 3b) in der ersten Strahlschweißstation in einer Halteposition (110) angehalten wird, worauf die Teile (1 bis 3b) in der ersten Strahlschweißstation mittels zumindest einer Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b; 288a, 288b) gemeinsam aus einer Transportstellung (219, 219'; 294, 294') am Teiletransportträger (48, 48') der Transporteinrichtung (46; 130) in eine Bereitstellungsposition (270, 270'; 302, 302') bewegt, insbesondere abgehoben, sodann zueinander positioniert und gespannt und hernach zur Baugruppe (122) geschweißt werden, worauf die geschweißte Baugruppe (122) wiederum auf einen von mehreren Teiletransportträgern (48) abgelegt und mit diesem von der ersten Strahlschweißstation zum ersten Weitergabebereich (45) abtransportiert wird.

50. Fertigungsverfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Teile (1 bis 3b) getrennt voneinander auf je einem Teiletransportträger (48) der Transporteinrichtungen (46) vom ersten Übernahmebereich (44) zur ersten Strahlschweißstation befördert werden und dass der erste Teiletransportträger (48) mit dem ersten Teil (1 bis 3b) in der ersten Strahlschweißstation in einer Halteposition (110) angehalten wird, worauf der erste Teil (1 bis 3b) in der ersten Strahlschweißstation mittels zumindest einer Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b; 288a, 288b) aus einer Transportstellung (219, 294) am Teiletransportträger (48) der Transporteinrichtung (46) in eine Bereitstellungsposition (270; 302) bewegt, insbesondere abgehoben, wird, worauf der nächste Teiletransportträger (48) mit dem zweiten Teil (1 bis 3b) in der ersten Strahlschweißstation in einer Halteposition (110) angehalten wird, worauf der zweite Teil (1 bis 3b) in der ersten Strahlschweißstation mittels zumindest einer weiteren Höhenpositioniervorrichtung aus einer Transportstellung (219', 294') am Teiletransportträger (48) der Transporteinrichtung (46) in eine



Bereitstellungsposition (270', 302') bewegt, insbesondere abgehoben, wird und darauffolgend die Teile (1 bis 3b) zueinander positioniert und gespannt und hernach zur Baugruppe (122) geschweißt werden, worauf die geschweißte Baugruppe (122) wiederum auf einen von mehreren Teiletransportträgern (48) abgelegt und mit diesem von der ersten Strahlschweißstation zum ersten Weitergabebereich (45) abtransportiert wird.

51. Fertigungsverfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die vorhergehend geschweißte Baugruppe (122) und der von der Teilebereitstellung zugeführte, weitere Teil (1 bis 3b) auf einen von mehreren Teiletransportträgern (48') der Transporteinrichtungen (130) abgelegt und vom zweiten Übernahmebereich (126) zur zweiten Strahlschweißstation befördert werden und dass der Teiletransportträger (48') mit der Baugruppe (122) und dem weiteren Teil (1 bis 3b) in der zweiten Strahlschweißstation in einer Halteposition (142) angehalten wird, worauf die Baugruppe (122) und der dritte Teil (1 bis 3b) in der zweiten Strahlschweißstation mittels zumindest einer Höhenpositioniervorrichtung (288a, 288b) gemeinsam aus einer Transportstellung (294, 294') am Teiletransportträger (48') der Transporteinrichtung (130) in eine Bereitstellungsposition (302, 302') bewegt, insbesondere abgehoben, sodann zueinander positioniert und gespannt und hernach zur Baugruppe (147) geschweißt werden, worauf die geschweißte Baugruppe (147) wiederum auf einen von mehreren Teiletransportträgern (48') abgelegt und mit diesem von der zweiten Strahlschweißstation zum zweiten Weitergabebereich (129) abtransportiert wird.

52. Fertigungsverfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die vorhergehend geschweißte Baugruppe (122) und der weitere Teil (1 bis 3b) getrennt voneinander auf je einem Teiletransportträger (48') der Transporteinrichtungen (130) vom zweiten Übernahmebereich (126) zur zweiten Strahlschweißstation befördert werden und dass der erste Teiletransportträger (48') mit der Baugruppe (122) in der zweiten Strahlschweißstation in einer Halteposition (110) angehalten wird, worauf die Baugruppe (122) in der zweiten Strahlschweißstation mittels zumindest einer Höhenpositioniervorrichtung (288a, 288b) aus einer Transportstellung (294, 294') am Teiletransportträger (48') der Transporteinrichtung (130) in eine Bereitstellungsposition (302, 302') bewegt, insbesondere abgehoben, wird, worauf der nächste Teiletransportträger (48') mit dem weiteren Teil (1 bis 3b) in der zweiten Strahlschweißstation in einer Halteposition (110) angehalten wird,

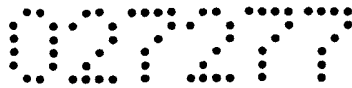


worauf der weitere Teil (1 bis 3b) in der zweiten Strahlschweißstation mittels zumindest einer weiteren Höhenpositioniervorrichtung aus einer Transportstellung (294') am Teiletransportträger (48') der Transporteinrichtung (130) in eine Bereitstellungsposition (302') bewegt, insbesondere abgehoben, wird und darauffolgend die Baugruppe (122) und der weitere Teil (1 bis 3b) zueinander positioniert und gespannt und hernach zur Baugruppe (147) geschweißt werden, worauf die geschweißte Baugruppe (147) wiederum auf einen von mehreren Teiletransportträgern (48') abgelegt und mit diesem von der zweiten Strahlschweißstation zum zweiten Weitergabebereich (129) abtransportiert wird.

53. Fertigungsverfahren nach einem der Ansprüche 49 bis 52, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teil (1 bis 3b) in den Strahlschweißstationen jeweils in einer Bereitstellungsposition (270, 270'; 302, 302') zwischen zwei die erste Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b; 288a, 288b) aufweisende Spannwerkzeugen (201a, 201b; 282a, 282b) einer ersten Spanneinheit (114; 144) aufgenommen und danach in eine in der Strahlschweißstation vorgegebene Spannposition positioniert sowie in dieser fixiert wird.

54. Fertigungsverfahren nach einem der Ansprüche 49 bis 52, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Teil (1 bis 3b) in den Strahlschweißstation jeweils in einer Bereitstellungsposition (270, 270'; 294') zwischen zwei die weitere Höhenpositioniervorrichtung aufweisende Spannwerkzeugen (255a, 255b) einer zweiten Spanneinheit (115) aufgenommen und danach gegenüber den ersten Teil (1 bis 3b) und in eine in der Strahlschweißstation vorgegebene Spannposition positioniert sowie in dieser fixiert wird.

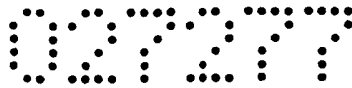
55. Fertigungsverfahren nach Anspruch 53 oder 54, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teil (1 bis 3b) und/oder zweite Teil (1 bis 3b) mittels dem zwischen einer den Teil (1 bis 3b) freigebenden Ausgangsposition (AP) und einer den Teil (1 bis 3b) fixierenden Spannposition (SP) verstellbaren Spannwerkzeug (201a, 201b; 255a, 255b; 282a, 282b) der ersten und/oder zweiten Spanneinheit (114; 144; 115) gegen ein stillstehendes, weiteres Spannwerkzeug (201a, 201b; 255a, 255b; 282a, 282b) gespannt wird.



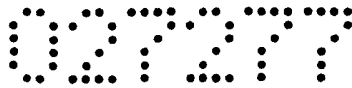
56. Fertigungsverfahren nach Anspruch 55, dadurch gekennzeichnet, dass vorerst beide Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b) aus der Ausgangsposition (AP) in eine Zwischenposition (ZP) und von dieser zumindest eines der beiden Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b) in die Spannposition (SP) verfahren werden, wobei das eine Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b) während der Zustellbewegung des anderen Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b) in der Zwischenposition (ZP) verharret, sodass der Teil (1 bis 3b) mittels dem verstellbaren Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b) gegen das in der Zwischenposition (ZP) verharrende Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b) gespannt wird.

57. Fertigungsverfahren nach Anspruch 53 oder 54, dadurch gekennzeichnet, dass vorerst beide Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b) der ersten und/oder zweiten Spanneinheit (114; 144; 115) aus einer den Teil (1 bis 3b) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine Zwischenposition (ZP) und von dieser beide Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b) gleichsinnig und synchron zueinander verstellt werden und der Teil (1 bis 3b) zwischen den Spannwerkzeugen (201a, 201b, 255a, 255b; 282a, 282b) und gegenüber die Strahlschweißstation zentrisch gespannt wird.

58. Fertigungsverfahren nach Anspruch 56 oder 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenposition (ZP) zwischen der Ausgangs- und Spannposition (AP, SP) des (der) Spannwerkzeuge(s) definiert und in dieser der Teil (1 bis 3b) ergriffen wird und dass das (die) Spannwerkzeug(e) der ersten und/oder zweiten Spanneinheit (114; 144; 115) aus der Ausgangsposition (AP) bis knapp vor die Zwischenposition (ZP) im Eilgang beschleunigt und bis hin zur Zwischenposition (ZP) verzögert, sodann von der Zwischenposition (ZP) beginnend mit gegenüber dem Eilgang reduzierter Verfahrensgeschwindigkeit verfahren wird (werden) bis eine Anschlagfläche des(r) Spannwerkzeuge(s) gegen den Teil (1 bis 3b) anliegt(en), worauf die Verfahrensgeschwindigkeit des (der) in die Spannposition (SP) verfahrenen Spannwerkzeuge(s) in Abhängigkeit von der Änderung der Spannkraft geregelt wird.



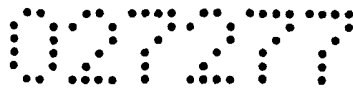
59. Fertigungsverfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Teiletransportträger (48, 48') der Transporteinrichtung (46; 130) entlang einer am Grundrahmen der Transporteinrichtung (46; 130) angeordneten Führungsbahn (47a) zwischen der Teilebereitstellung und der Halteposition (110; 142) in der Strahlschweißstation getaktet fortbewegt werden.
60. Fertigungsverfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Teiletransportträger (48, 48') entlang einer am Grundrahmen der Transporteinrichtung (46; 130) angeordneten Führungsbahn geführt und mittels mindestens einem Vorschubantrieb entlang der Führungsbahn zwischen der Teilebereitstellung und der Halteposition (110; 142) in der Strahlschweißstation unabhängig voneinander fortbewegt werden.
61. Fertigungsverfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Baugruppe gefügten Teile (1 bis 3b) wiederum auf den während der Dauer des Schweißprozesses in der Halteposition (110; 142) verharrenden Teiletransportträger (48, 48') abgelegt, sodann an eine andere Prozessstation, insbesondere eine weitere Strahlschweißstation, oder einen Weitergabebereich (45) für die Baugruppe abtransportiert werden.
62. Fertigungsverfahren nach Anspruch 49, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Baugruppe gefügten Teile (1 bis 3b) auf einen während der Dauer des Schweißprozesses in die Halteposition (110; 142) einfahrenden, nächsten Teiletransportträger (48, 48') abgelegt, sodann an eine andere Prozessstation, insbesondere eine weitere Strahlschweißstation, oder einen Weitergabebereich (45) für die Baugruppe abtransportiert werden.
63. Fertigungsverfahren nach Anspruch 49, dadurch gekennzeichnet, dass die Teile (1 bis 3b) miteinander verschweißt werden, wobei ein Schweißstrahl, insbesondere Laser-, Plasma- oder Elektronenstrahl, entlang einer zwischen einander zugewandten Seitenflächen der Teile (1 bis 3b) gebildeten Fugestelle (17a, 17b bis 20a, 20b) geführt wird und dabei die Teile (1 bis 3b) zumindest in Teilabschnitten miteinander verschweißt werden.



64. Fertigungsverfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitintervalle zeitlich aufeinanderfolgen und/oder dass innerhalb des ersten Zeitintervalls zumindest einem Strahlschweißkopf (146a, 146b) der zweiten Strahlschweißstation und innerhalb des zweiten Zeitintervalls zumindest einem Strahlschweißkopf (121) der ersten Strahlschweißstation die Schweißstrahlung von der Energiequelle (37) zugeführt wird.

65. Fertigungsverfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitdauer für den Positionier- und Spannvorgang der Teile (1 bis 3b) geringer ist als die Zeitdauer für die Positionierung des Strahlschweißkopfes (121, 146a, 146b) in eine Startposition zum Schweißen oder der Zeitdauer für die Positionierung des Strahlschweißkopfes (121, 146a, 146b) in eine Startposition zum Schweißen entspricht und dass während dem Positionier- und Spannvorgang der Teile (1 bis 3b) der Strahlschweißkopfes (121, 146a, 146b) in die Startposition verfahren wird.

66. Fertigungssystem zur Durchführung des Fertigungsverfahrens nach einem der Ansprüche 48 bis 65, mit mehreren aneinander gereihten und von einer Steuereinrichtung (36) ansteuerbare Fertigungsanlagen (32, 33), wovon die erste Fertigungsanlage (32) eine sich zwischen einem ersten Übernahmebereich (44) für die Teile (1 bis 3b) und ersten Weitergabebereich (45; 129) für eine aus den Teilen (1 bis 3b) gefügte Baugruppe (122) erstreckende, erste Transporteinrichtung (46) mit Teiletransportträgern (48) für die zu transportierenden Teile (1 bis 3b) und Baugruppe (122), eine im Übernahmebereich (44) angeordnete, erste Teilebereitstellung für die Teile (1 bis 3b) sowie eine zwischen dem ersten Übernahme- und Weitergabebereich (44, 45) im Nahbereich der ersten Transporteinrichtung (46) angeordnete, erste Strahlschweißstation mit einem Spannsystem (111) für die Teile (1 bis 3b) und einem von einer Energiequelle (34) versorgten, ersten Strahlschweißkopf (121) zum Fügen der Teile (1 bis 3b) zu einer Baugruppe (122) umfasst, und die zweite Fertigungsanlage (33) eine sich zwischen einem zweiten Übernahmebereich (126) für zumindest einen weiteren Teil (1 bis 3b) und die vorhergehend, geschweißte Baugruppe (122) und zweiten Weitergabebereich (129) für eine aus dem weiteren Teil (1 bis 3b) und der Baugruppe (122) geschweißte Baugruppe (147) erstreckende, zweite Transporteinrichtung (130) mit Teiletransportträgern (48') für die zu transportierenden Teile (1 bis 3b) und Baugruppen (122, 147), eine im Übernahmebereich (126) angeordnete,



zweite Teilebereitstellung für die weiteren Teile (1 bis 3b) sowie eine zwischen dem zweiten Übernahme- und Weitergabebereich (126, 129) im Nahbereich der zweiten Transporteinrichtung (130) angeordnete, zweite Strahlschweißstation mit einem Spannsystem (143) für die Baugruppe (122) und den weiteren Teil (1 bis 3b) und einem von einer Energiequelle (34) versorgten, zweiten Strahlschweißkopf (146a) zum Fügen der Baugruppe (122) und den weiteren Teil (1 bis 3b) zu einer Baugruppe (122) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlschweißköpfe (121, 146a) der ersten und zweiten Strahlschweißstation mit einer Energiequelle (34) abwechselnd verbindbar sind und dass Vorschubantriebe für die Teiletransportträger (48, 48') der ersten und zweiten Transporteinrichtung (46, 130) und Antriebseinheiten (180a bis 182b; 281a, 281b; 337a, 337b; 375a, 375b) der ersten und zweiten Spannsysteme (111; 143) abwechselnd angesteuert sind.

67. Fertigungssystem nach Anspruch 66, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlschweißstation der ersten und/oder zweiten Fertigungsanlage (32, 33) im Bereich der Transporteinrichtung (46; 130) zwischen dem Übernahmebereich (44; 126) und Weitergabebereich (45; 129) angeordnet ist und im Nahbereich einer Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) das Spannsystem (111; 143) für die Teile (1 bis 3b) sowie wenigstens eine Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b; 288a, 288b) umfasst, die eine Hebevorrichtung (214a, 214b; 220a, 220b; 293a, 293b) mit einem die Teile (1 bis 3b) gemeinsam zwischen einer am Teiletransportträger (48; 48') befindlichen Transportstellung (219, 219'; 294, 294') der Teile (1 bis 3b) und einer gegenüber diese ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition (270, 270'; 302, 302') der Teile (1 bis 3b) anhebenden oder absenkenden Auflagerelement (213a, 213b; 295a, 295b) ausbildet.

68. Fertigungssystem nach Anspruch 66, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlschweißstation der ersten und/oder zweiten Fertigungsanlage (32, 33) im Nahbereich einer Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) zwei voneinander getrennt ausgebildete und einander gegenüberliegende Höhenpositioniervorrichtungen (200a, 200b; 288a, 288b) aufweist und jeweils eine Hebevorrichtung (214a, 214b; 220a, 220b; 293a, 293b) ausbildet, wobei die Hebevorrichtungen (214a, 214b; 220a, 220b; 293a, 293b) synchron zueinander sowie die Teile (1 bis 3b) gemeinsam zwischen einer am Teiletransportträger (48; 48') befindlichen Transportstellung (219, 219'; 294, 294') der Teile (1 bis 3b)



und einer vorzugsweise ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition (270, 270'; 294, 294') der Teile (1 bis 3b) anhebende oder absenkende Auflagerelemente (213a, 213b; 295a, 295b) aufweisen.

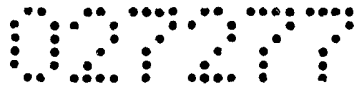
69. Fertigungssystem nach Anspruch 67 oder 68, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebevorrichtung (220a, 220b) der Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b) einen Stellantrieb (224a, 224b) umfasst, mit dem das die Teile (1 bis 3b) zwischen der Transportstellung (219, 219'; 294, 294') und Bereitstellungsposition (270, 270'; 302, 302') vertikal bewegende Auflagerelement (213a, 213b; 295a, 295b) gekoppelt ist.

70. Fertigungssystem nach einem der Ansprüche 67 bis 69, dadurch gekennzeichnet, dass das Auflagerelement (213a, 213b; 295a, 295b) eine in Richtung zur Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) geneigt nach unten verlaufende Auflaufschräge (215a, 215b; 296a, 296b), eine horizontale Auflagefläche (216a, 216b; 297a, 297b) für einen an dieser aufzulagernden Teil (1 bis 3b) und gegebenenfalls eine aufragende Anschlagfläche (217a, 217b) ausbildet.

71. Fertigungssystem nach Anspruch 66, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannsystem (111; 143) eine erste Spanneinheit (114; 144) für den ersten Teil (1 bis 3b) mit zumindest zwei zusammenwirkenden Spanneinrichtungen (194a, 194b; 280a, 280b) aufweist.

72. Fertigungssystem nach Anspruch 71, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (194a, 194b; 280a, 280b) der Spanneinheit (114; 144) zu beiden Seiten oder unter- und oberhalb der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) angeordnet sind.

73. Fertigungssystem nach einem der Ansprüche 67 bis 72, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (194a, 194b; 280a, 280b) der ersten Spanneinheit (114; 144) jeweils eine Hebevorrichtung (214a, 214b; 220a, 220b; 293a, 293b), einen elektronisch geregelten Linearantrieb (184a, 184b; 285a, 285b) sowie ein mittels dem Line-



arantrieb (184a, 184b; 285a, 285b) in einer horizontalen Ebene zwischen einer den zu spannenden Teil (1 bis 3b) freigebenden Ausgangsstellung (AP) und den Teil (1 bis 3b) spannenden Spannposition (SP) verstellbares Spannwerkzeug (201a, 201b; 282a, 282b) umfassen.

74. Fertigungssystem nach einem der Ansprüche 67 bis 73, dadurch gekennzeichnet, dass das Auflagerelement (213a, 213b; 295a, 295b) der Hebevorrichtung (214a, 214b; 220a, 220b; 293a, 293b) durch das Spannwerkzeug (201a, 201b; 282a, 282b) der Spanneinrichtungen (194a, 194b; 280a, 280b) gebildet ist.

75. Fertigungssystem nach Anspruch 73 oder 74, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebevorrichtung (214a, 214b; 220a, 220b; 293a, 293b) und das Spannwerkzeug (201a, 201b; 282a, 282b) der Spanneinrichtungen (194a, 194b; 280a, 280b) auf einem mittels einem Elektromotor (188a, 188b; 284a, 284b) ausschließlich in einer horizontalen Ebene verstellbaren Schlitten (191a, 191b; 287a, 287b) des Linearantriebes (184a, 184b; 285a, 285b) gelagert sind.

76. Fertigungssystem nach einem der Ansprüche 67 bis 75, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (194a, 194b) der ersten Spanneinheit (114) jeweils eine Anpressvorrichtung (203a, 203b) zur Fixierung des ersten Teiles (1) in die Spannposition umfassen, die mit wenigstens einem zwischen einer Ruheposition und einer Anpressposition verstellbaren Anpresselement (230a, 230b) versehen ist, wobei in der Anpressposition der erste Teil (1) über das Anpresselement (230a, 230b) gegen das (die) Auflagerelement(e) (213a, 213b) angedrückt ist.

77. Fertigungssystem nach Anspruch 66, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannsystem (111) eine zweite Spanneinheit (115) für den weiteren Teil (1 bis 3b) im Nahbereich der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) aufweist, die zumindest zwei zusammenwirkende Spanneinrichtungen (195a, 195b) ausbildet.



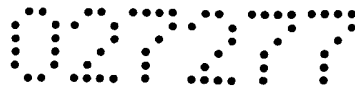
78. Fertigungssystem nach Anspruch 77, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (195a, 195b) der zweiten Spanneinheit (115) zu beiden Seiten oder unter- und oberhalb der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) angeordnet sind.

79. Fertigungssystem nach Anspruch 77 oder 78, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (195a, 195b) der zweiten Spanneinheit (115) jeweils einen elektronisch geregelten Linearantrieb (185a, 185b) sowie ein mittels dem Linearantrieb (185a, 185b) in einer horizontalen Ebene zwischen einer den zu spannenden Teil (1 bis 3b) freigebenden Ausgangsstellung (AP) und den Teil (1 bis 3b) spannenden Spannposition (SP) verstellbares Spannwerkzeug (255a, 255b) umfassen.

80. Fertigungssystem nach Anspruch 79, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannwerkzeug (255a, 255b) der zweiten Spanneinrichtungen (195a, 195b) auf einem mittels einem Elektromotor (189a, 189b) ausschließlich in einer horizontalen Ebene verstellbaren Schlitten (192a, 192b) des Linearantriebes (185a, 185b) gelagert ist.

81. Fertigungssystem nach Anspruch 66, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlschweißstation der ersten und/oder zweiten Fertigungsanlage (32, 33) im Nahbereich der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) eine zweite Höhenpositioniervorrichtung vorgesehen ist, die eine zweite Hebevorrichtung mit den weiteren Teil (1 bis 3b) zwischen einer am Teiletransportträger (48; 48') befindlichen Transportstellung (219') des Teiles (1 bis 3b) und einer gegenüber diese ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition (270') des Teiles (1 bis 3b) anhebenden oder absenkenden Auflagerelement (213a, 213b; 295a, 295b) ausbildet.

82. Fertigungssystem nach Anspruch 66, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlschweißstation der ersten und/oder zweiten Fertigungsanlage (32, 33) im Nahbereich der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) paarweise gegenüberliegende und voneinander getrennt ausgebildete, zweite Höhenpositioniervorrichtungen angeordnet sind und jeweils eine zweite Hebevorrichtung ausbilden, wobei die Hebevorrichtungen syn-



chron zueinander sowie den weiteren Teil (1 bis 3b) zwischen einer am Teiletransportträger (48; 48') befindlichen Transportstellung (219') den weiteren Teil (1 bis 3b) und einer vorzugsweise ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition (270') des weiteren Teiles (1 bis 3b) anhebende oder absenkende Auflagerelemente aufweisen.

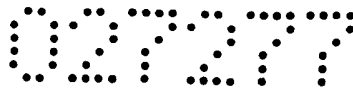
83. Fertigungssystem nach Anspruch 81 oder 82, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebevorrichtung der zweiten Höhenpositioniervorrichtung einen Stellantrieb umfasst, mit dem das den weiteren Teil (1 bis 3b) zwischen der Transportstellung (219'; 294) und Bereitstellungsposition (270'; 294') vertikal bewegende Auflagerelement gekoppelt ist.

84. Fertigungssystem nach einem der Ansprüche 81 bis 83, dadurch gekennzeichnet, dass das Auflagerelement eine in Richtung zur Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) geneigt nach unten verlaufende Auflaufschräge für einen an diesem aufzulagernden Teil (1 bis 3b) ausbildet.

85. Fertigungssystem nach Anspruch 71, 81 bis 83, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (194a, 194b) der ersten Spanneinheit (114) jeweils eine zweite Hebevorrichtung aufweisen, wobei das Auflagerelement der zweiten Hebevorrichtung durch ein vertikal verstellbares und den weiteren Teil (1 bis 3b) in die Bereitstellungsposition (270') bewegendes als auch diesen in der Spannposition fixierendes Anpresselement (231a, 231b) der Anpressvorrichtung (203a, 203b) gebildet ist.

86. Fertigungssystem nach Anspruch 66, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannsystem (111) eine dritte Spanneinheit (116) für die Teile (1 bis 3b) mit zumindest zwei zusammenwirkenden Spanneinrichtungen (260a, 260b) umfasst.

87. Fertigungssystem nach Anspruch 86, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (260a, 260b) der dritten Spanneinheit (115) in Richtung der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) hintereinander oder zu beiden Seiten der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46; 130) angeordnet sind.



88. Fertigungssystem nach Anspruch 86 oder 87, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (260a, 260b) der dritten Spanneinheit (115) jeweils einen elektronisch geregelten Linearantrieb (186a, 186b) sowie ein mittels dem Linearantrieb (186a, 186b) in einer horizontalen Ebene zwischen einer die zu spannenden Teilen (1 bis 3b) freigegebenen Ausgangsstellung (AP) und die Teile (1 bis 3b) miteinander verspannenden Spannposition (SP) verstellbares Spannwerkzeug (262a, 262b) umfassen.

89. Fertigungssystem nach Anspruch 88, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannwerkzeug (262a, 262b) der dritten Spanneinrichtungen (260a, 260b) auf einem mittels einem Elektromotor (190a, 190b) ausschließlich in einer horizontalen Ebene verstellbaren Schlitten (193a, 193b) des Linearantriebes (186a, 186b) gelagert ist.

90. Fertigungssystem nach einem der Ansprüche 77 bis 89, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtungen (195a, 195b) der zweiten Spanneinheit (115) und die zweiten Höhenpositioniervorrichtungen an den verstellbaren Schlitten (191a, 191b) der ersten Spanneinheit (114) aufgebaut sind.

91. Fertigungssystem nach einem der Ansprüche 66 bis 89, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlschweißstation der ersten und/oder zweiten Fertigungsanlage (32, 33) zusätzlich zwei im Nahbereich der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46) ortsfest angeordnete, elektronisch geregelte Zustellachse (112a, 112b) umfasst, die mit einem über Elektromotor (197a, 197b) verstellbaren Schlitten (198a, 198b) versehen sind und dass am Schlitten (198a, 198b) die Spanneinrichtungen (194a, 194b, 195a, 195b, 260a, 260b) der ersten und/oder zweiten und/oder dritten Spanneinheit (114, 115, 116) angeordnet sind.

92. Fertigungssystem nach einem der Ansprüche 75, 80, 89 oder 91, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromotoren (188a, 188b, 189a, 189b, 190a, 190b, 197a, 197b) durch einen stufenlos steuerbaren Servo- oder Schrittschaltmotor gebildet und über eine Steuerleitung mit einer elektronischen Auswerteeinheit (38) verbunden sind, die ein Istwerte einer Spannkraft und/oder des Verfah- und Spannweges mit Sollwerten der Spann-



kraft und/oder des Verfahr- und Spannweges vergleichendes Vergleichsmodul (39) und ein aus dem Soll-Istwert-Vergleich eine Qualitätsbeurteilung der einzelnen Teile (1 bis 3b) ausgebendes Auswertemodul (40) umfasst.

93. Fertigungssystem nach Anspruch 66, dadurch gekennzeichnet, dass die Transporteinrichtung (46; 130) der ersten und/oder zweiten Fertigungsanlage (32, 33) einen Grundrahmen und eine um am Grundrahmen drehbar gelagerte Kettenräder umgelenkte Transportkette (52) sowie eine Antriebsvorrichtung mit einem an einem der Kettenräder gekoppelten, intermittierenden Vorschubantrieb, insbesondere Servo- oder Schrittschaltmotor, aufweist, wobei die Transportkette (52) in Höhen- und Seitenrichtung geführt ist und deren einzelnen Kettenglieder die Teiletransportträger (48, 48') bilden oder auf deren einzelnen Kettenglieder die Aufnahmen (51, 51') für die Teile (1 bis 3b) aufgebaut sind.

94. Fertigungssystem nach Anspruch 66, dadurch gekennzeichnet, dass die Transporteinrichtung (46; 130) der ersten und/oder zweiten Fertigungsanlage (32, 33) einen Grundrahmen und einen Vorschubantrieb sowie die auf einer am Grundrahmen angeordneten Führungsbahn geführten und mittels zumindest der Antriebsvorrichtung entlang der Führungsbahn verfahrbaren Teiletransportträger (48, 48') mit den Aufnahmen (51, 51') für die Teile (1 bis 3b) umfasst, wobei der Vorschubantrieb entweder am Teiletransportträger (48, 48') oder zwischen Höhen- und Seitenführungsbahnen der Führungsbahn und getrennt von diesen angeordnet oder durch die Höhen- und/oder Seitenführungsbahnen der Führungsbahn gebildet ist.

95. Schweißstation zum Schweißen von Teilen (1 bis 3b; 340 bis 342) mittels Schweißstrahl, die zumindest eine Schweißvorrichtung (119; 145) mit zumindest einem Antriebssystem (156) und einem mittels diesem im Raum positioniert bewegbaren Strahlschweißkopf (119; 146a, 146b) aufweist, welcher Strahlschweißkopf (119; 146a, 146b) mit einem Strahleingang (443), Strahlausgang (444) und wenigstens einem entlang einem Strahlweg zwischen diesen angeordneten Spiegel (446) sowie gegebenenfalls einer Fokussiereinrichtung (437) versehen ist, wobei eine optische Achse (447) des auf den Spiegel



(446) einfallenden Schweißstrahls und eine optische Achse (448) des vom Spiegel (446) reflektierten Schweißstrahls orthogonal verlaufen, und der Strahlschweißkopf (119; 146a, 146b) einen Basisteil (402) und einen gegenüber diesem mittels dem Stellantrieb (404) verschwenkbaren Strahlführungsteil (406) umfasst, wobei eine Schwenkachse (178) vom Strahlführungsteil (406) und die optische Achse (447) des auf den Spiegel (446) einfallenden Schweißstrahls eine gemeinsame Achse bilden, dadurch gekennzeichnet, dass der Basisteil (402) vom Strahlschweißkopf (119; 146a, 146b) um eine vertikale Achse (177) verschwenkbar ist und eine optische und/oder mechanische und/oder elektrische Anschlusskupplung (411) umfasst, welche über wenigstens eine energieführende, flexible Verbindungsleitung (412) gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer Anschlussschnittstelle (163) mit einer Energiequelle (34) verbunden ist, und dass der Stellantrieb (404) mit dem Basisteil (402) vom Strahlschweißkopf (119; 146a, 146b) gekoppelt ist.

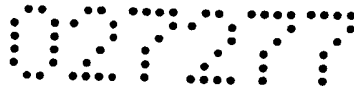
96. Schweißstation nach Anspruch 95, dadurch gekennzeichnet, dass eine Längsachse der optischen Anschlusskupplung (411) orthogonal zur optischen Achse (447) des auf den Spiegel (446) einfallenden Schweißstrahls verläuft.

97. Schweißstation nach Anspruch 95, dadurch gekennzeichnet, dass die Fokussiereinrichtung (437) durch den Spiegel (446) gebildet ist.

98. Schweißstation nach Anspruch 95, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Basisteil (402) und dem gegenüber diesem verschwenkbaren Strahlführungsteil (406) eine der Strahlschweißkopf (119; 146a, 146b) aufweisende Antriebsvorrichtung (403) angeordnet ist.

99. Schweißstation nach Anspruch 98, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsvorrichtung (403) durch einen Zugmitteltrieb, insbesondere Zahnriemen- oder Kettentrieb, gebildet und innerhalb eines Gehäuses (420) angeordnet ist.

100. Schweißstation nach Anspruch 99, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugmitteltrieb ein mit dem Stellantrieb (404) gekoppeltes, erstes Antriebselement (421) und



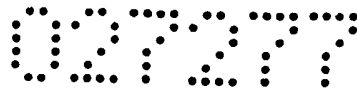
ein mit dem Strahlführungsteil (406) drehstarr verbundenes, zweites Antriebselement (422) sowie ein diese antriebsmäßig verbindendes Zugmittel (423) umfasst und dass der Stellantrieb (404) am Gehäuse (420) befestigt ist.

101. Schweißstation nach Anspruch 100, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Antriebselement (422) einen hülsenartigen Abschnitt mit einer zur optischen Achse (447) und Schwenkachse (178) coaxialen Durchgangsgangsöffnung sowie ein Umlenkrad mit Eingriffselementen für das Zugmittel (423) umfasst.

102. Schweißstation nach Anspruch 98 oder 99, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsvorrichtung (403) über einen ersten Gehäuseteil am Basisteil (402) und über einen diesen gegenüberliegenden, zweiten Gehäuseteil des Gehäuses (420) an einer mit dem Antriebssystem (156) verbundenen Befestigungsvorrichtung (176) befestigt ist.

103. Schweißstation nach Anspruch 95, dadurch gekennzeichnet, dass der Basisteil (402) ein Gehäuse mit dem Strahleingang (443) ausbildet, wobei innerhalb dieses Gehäuses eine weiterer Spiegel (445) angeordnet ist, derart, dass ein vom Schweißstrahl zurückgelegter Strahlweg zwischen Strahleingang (443) und Strahlausgang (444) in drei Strahlabschnitte unterteilt ist und die optische Achse des ersten Strahlabschnittes und dritten Strahlabschnittes achsparallel und die optische Achse (447) des zweiten Strahlabschnittes orthogonal zu diesen verlaufen.

104. Schweißstation nach Anspruch 95, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißvorrichtung (119; 145) zusätzlich ein Absaugrohr (164) umfasst, das zumindest zwei Abschnitte (449, 450) ausbildet, die über ein Gelenk (451) miteinander verbunden sind und der erste Abschnitt (449) sich vom Bereich des Strahlausganges (444) des Strahlschweißkopfes (119; 146a, 146b) in Richtung der Schwenkachse (178) des Strahlführungsteiles (406) und der zweite Abschnitt (460) sich vom Bereich der Schwenkachse (178) des Strahlführungsteiles (406) in Richtung der die Schweißstation aufweisenden Anschlusschnittstelle (163) erstreckt, wobei eine Gelenkachse (452) des Gelenks (451),



Schwenkachse (178) vom Strahlführungsteil (406) und die optische Achse (447) des auf den Spiegel (446) einfallenden Schweißstrahls eine gemeinsame Achse bilden.

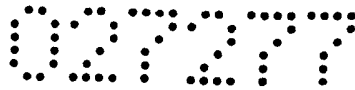
105. Schweißstation nach Anspruch 95, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlschweißkopf (119; 146a, 146b) zusätzlich ein Überwachungsorgan, insbesondere eine Kamera, zur Programmierung einer Bewegungsbahn des Strahlschweißkopfes (119; 146a, 146b) oder zur Kontrolle der Qualitätsgüte der herzustellenden Schweißnaht entlang einer Fügestelle (17a bis 19b) zwischen zwei miteinander zu fügenden Teilen (1 bis 3b; 340 bis 342) umfasst, die am Basisteil (402) befestigt ist.

106. Schweißstation nach Anspruch 95, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlschweißkopf (119; 146a, 146b) im Bereich des Strahlausganges (444) mit einer seitlich zum fokussierten Schweißstrahl angeordneten Düse (408) zur Erzeugung eines den fokussierten Schweißstrahl in einer zur optischen Achse (448) des vom Spiegel (446) reflektierten Schweißstrahls etwa senkrechten Ebene verlaufenden Luftvorhanges ausgestattet ist.

107. Schweißstation nach Anspruch 95, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlschweißkopf (119; 146a, 146b) mit einem die Schweißvorrichtung (119; 145) aufweisenden, weiteren Stellantrieb (400) gekoppelt und um eine vertikale Achse (177) verschwenkbar auf der Befestigungsvorrichtung (176) gelagert ist, wobei dieser Stellantrieb (400) an der Befestigungsvorrichtung (176) montiert ist.

108. Schweißstation nach Anspruch 107, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse des ersten Stellantriebes (404) parallel zur Schwenkachse (178) und die Schwenkachse (177) des weiteren Stellantriebes (400) orthogonal zur Schwenkachse (178) verlaufen.

109. Verfahren zum Positionieren und Überprüfen eines Qualitätsmerkmals, insbesondere der Maßhaltigkeit, eines weiter zu verarbeitenden Teiles (1 bis 3b; 340 bis 342) in einer Fügestation (43; 128) einer Fertigungsanlage (32, 33), bei dem der Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) in eine Bereitstellungsposition (270, 270'; 302, 302') zwischen zwei zusammen-



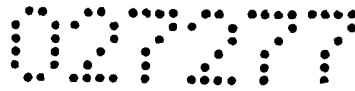
wirkende Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) verbraucht und danach mittels wenigstens einem aus einer den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) spannende Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb (184a, 184b; 285a, 285b) verstellbaren Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) gespannt wird, wobei die Spannkraft des bewegbaren Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) auf den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) sowie der zwischen der Ausgangs- und Spannposition (AP, SP) zurückgelegte Verfah- und Spannweg des verstellbaren Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) vorzugsweise laufend als Istwert erfasst und einer elektronischen Auswerteeinheit (38) übermittelt wird, sodann in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft auf den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) und vom Verfah- und Spannweg des verstellbaren Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) vorzugsweise laufend durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwert für die Spannkraft des verstellbaren Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) auf den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) durch ein Toleranzfeld mit einer Untergrenze (315) und einer Obergrenze (316) und der Sollwert für den zurückzulegenden Verfah- und Spannweg des Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) durch ein Toleranzfeld mit einer Untergrenze (317) und einer Obergrenze (318) begrenzt vorgegeben wird und dass das verstellbare Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) in seiner Spannbewegung angehalten und der Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) als Gutteil ausgewertet wird, sofern der Istwert für die Spannkraft auf den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) und der Istwert für den Verfah- und Spannweg innerhalb der vorgegebenen Toleranzgrenzen liegt, und das Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) in seiner Spannbewegung angehalten und der Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) als Schlechtteil ausgewertet wird, sofern der Istwert für die Spannkraft auf den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) und/oder der Istwert für den Verfah- und Spannweg außerhalb der vorgegebenen Toleranzgrenzen liegt.



110. Verfahren nach Anspruch 109, dadurch gekennzeichnet, dass der Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) mittels dem zwischen einer den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) freigebenden Ausgangsposition (AP) und einer den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) spannenden Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb (184a, 184b; 285a, 285b) verstellbaren Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) gegen ein ortsfest angeordnetes, weiteres Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) gespannt wird.

111. Verfahren nach Anspruch 109, dadurch gekennzeichnet, dass vorerst beide Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) aus der Ausgangsposition (AP) in eine Zwischenposition (ZP) und von dieser zumindest eines der beiden Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) in die Spannposition (SP) verfahren werden, wobei das eine Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) während der Zustellbewegung des anderen Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) in der Zwischenposition (ZP) verharret, sodass der Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) mittels dem verstellbaren Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) gegen das in der Zwischenposition (ZP) verharrende Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) gespannt wird.

112. Verfahren nach Anspruch 109, dadurch gekennzeichnet, dass vorerst beide Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) aus der den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine Zwischenposition (ZP) und von dieser beide Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) gleichsinnig und synchron zueinander verstellt werden und der Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) zwischen den Spannwerkzeugen (201a, 201b, 255a, 255b, 262a, 262b; 282a, 282b; 354a, 354b, 369a, 369b; 372a, 372b) und gegenüber die Fügestation (43; 128) zentrisch gespannt wird.



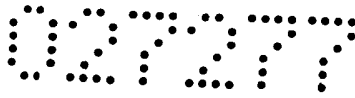
113. Verfahren nach Anspruch 111 oder 112, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenposition (ZP) zwischen der Ausgangs- und Spannposition (AP, SP) des (der) Spannwerkzeuge(s) definiert und in dieser der Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) ergriffen wird und dass das (die) Spannwerkzeug(e) aus der Ausgangsposition (AP) bis knapp vor die Zwischenposition (ZP) im Eilgang beschleunigt und bis hin zur Zwischenposition (ZP) verzögert, sodann von der Zwischenposition (ZP) beginnend mit gegenüber dem Eilgang reduzierter Verfahrensgeschwindigkeit verfahren wird (werden) bis eine Anschlagfläche des(r) Spannwerkzeuge(s) gegen den Teil (1 bis 3b; 340 bis 342) anliegt(en), worauf die Verfahrensgeschwindigkeit des (der) in die Spannposition (SP) verfahrenen Spannwerkzeuge(s) in Abhängigkeit von der Änderung der Spannkraft geregelt wird.

114. Verfahren nach Anspruch 111 oder 112, dadurch gekennzeichnet, dass die Verfahrensgeschwindigkeit des (der) Spannwerkzeuge(s) von der Zwischenposition (ZP) zur Spannposition (SP) in Abhängigkeit von der Änderung der Spannkraft während dem Spannvorgang eingestellt wird.

115. Verfahren nach einem der Ansprüche 113 oder 114, dadurch gekennzeichnet, dass das (die) Spannwerkzeug(e) in der Zwischenposition (ZP) kurzzeitig angehalten werden.

116. Verfahren nach Anspruch 109, dadurch gekennzeichnet, dass die Untergrenze (315, 317) und/oder Obergrenze (316, 318) der Spannkraft und/oder des Verfah- und/oder Spannweges vor der Inbetriebnahme der Fügestation (43; 128) empirisch ermittelt und eingestellt werden.

117. Verfahren nach Anspruch 109, dadurch gekennzeichnet, dass die Untergrenze (315, 317) und/oder Obergrenze (316, 318) der Spannkraft und/oder des Verfah- und/oder Spannweges anhand von in zumindest einem vorangegangenen Spann- und/oder Fügevorgang elektronisch erfassten Daten betreffend Spannkraft und/oder Verfah- und/oder Spannweges und/oder Qualitätsgüte der Fügeverbindung, beispielsweise der Schweißnaht, verändert und selbsttätig eingestellt werden.

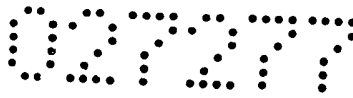


118. Verfahren nach Anspruch 109, dadurch gekennzeichnet, dass die Untergrenze (315, 317) und/oder Obergrenze (316, 318) der Spannkraft und/oder des Verfah- und/oder Spannweges anhand von an zumindest einer gefügten Baugruppe (122, 147) ermittelten Abweichungen eines Qualitätsmerkmals, insbesondere der Maßhaltigkeit, der gefügten Baugruppen (122, 147) korrigiert werden.

119. Verfahren nach Anspruch 109, dadurch gekennzeichnet, dass von der Auswerteeinheit (38) aus dem ausgeübten Drehmoment bzw. den Motorstrom eines Elektromotors, insbesondere Schrittschalt- oder Servomotor, vom Linearantrieb (184a, 184b; 285a, 285b) der Istwert der Spannkraft ermittelt und ausgewertet wird.

120. Verfahren nach Anspruch 109, dadurch gekennzeichnet, dass während der Verfah- und/oder Spannbewegung des(r) verstellbaren Spannwerkzeuge(s) von der Auswerteeinheit (38) aus dem ausgeübten Drehmoment bzw. den Motorstrom eines Elektromotors vom Linearantrieb (184a, 184b; 285a, 285b) die auftretende Reibkraft (322) ermittelt, ausgewertet und anhand deren die Untergrenze (315, 317) und Obergrenze (316, 318) der Spannkraft korrigiert wird.

121. Verfahren zum Herstellen einer Verbindung zwischen Teilen (1, 2; 340, 341) in einer Fügestation (43; 350) einer Fertigungsanlage (32), bei dem die Teile (1, 2; 340, 341) jeweils in eine Bereitstellungsposition (270, 270'; 270'') zwischen zusammenwirkende Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) von Spanneinheiten (114, 115; 357, 358) verbracht und danach mittels wenigstens einem aus einer die Teile (1, 2; 340, 341) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine die Teile (1, 2; 340, 341) spannende Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb (184a, 184b) verstellbaren Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) gespannt und darauffolgend an einer zwischen diesen ausgebildeten Fügestelle (17a bis 19b) zumindest in Teilabschnitten miteinander gefügt werden, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teil (1; 341) in eine Bereitstellungsposition (270; 270'') zwischen zwei zusammenwirkende Spannwerkzeuge (201a, 201b; 354a, 354b) einer ersten Spanneinheit (114; 357) verbracht und danach mittels wenigstens einem aus einer den ersten Teil (1; 340) freigeben-

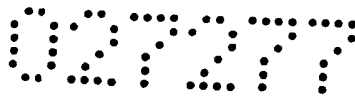


den Ausgangsposition (AP) in eine den ersten Teil (1; 340) spannende Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb (184a, 184b) verstellbaren Spannwerkzeug (201a, 201b; 354a, 354b) der ersten Spanneinheit (114; 357) gespannt wird und der zweite Teil (2; 340) in eine Bereitstellungsposition (270'; 270'') zwischen zwei zusammenwirkende Spannwerkzeuge (255a, 255b; 372a, 372b) einer zweiten Spanneinheit (115; 358) verbracht und danach mittels wenigstens einem aus einer den zweiten Teil (2; 340) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine den zweiten Teil (2; 340) spannende Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb (185a, 185b) verstellbaren Spannwerkzeug (255a, 255b; 372a, 372b) der zweiten Spanneinheit (115; 358) gespannt wird und dass der zwischen der Ausgangs- und Spannposition (AP, SP) zurückgelegte Verfahr- und Spannweg des verstellbaren Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) jeder Spanneinheit (114, 115; 357, 358) und/oder die Spannkraft des bewegbaren Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) auf den entsprechenden Teil (1, 2; 340, 341) jeder Spanneinheit (114, 115; 357, 358) als Istwert vorzugsweise fortlaufend erfasst und einer elektronischen Auswerteeinheit (38) übermittelt wird, sodann in dieser für jede Spanneinheit (114, 115; 357, 358) ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft auf den entsprechenden Teil (1, 2; 340, 341) und/oder vom Verfahr- und Spannweg des verstellbaren Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) vorzugsweise laufend durchgeführt wird und dass die Teile (1, 2; 340, 341) miteinander gefügt werden, sofern in der Spannposition eines jeden Teiles (1, 2; 340, 341) der Istwert der Spannkraft auf den entsprechenden Teil (1, 2; 340, 341) vom Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) jeder Spanneinheit (114, 115; 357, 358) und/oder der Istwert für den Verfahr- und Spannweg vom Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) jeder Spanneinheit (114, 115; 357, 358) dem Sollwert der Spannkraft auf den entsprechenden Teil (1, 2; 340, 341) und/oder des Verfahr- und Spannweges jeder Spanneinheit (114, 115; 357, 358) entspricht.

122. Verfahren zum Herstellen einer Verbindung zwischen Teilen (1, 2; 340, 341) in einer Fügestation (43; 350) einer Fertigungsanlage (32), bei dem die Teile (1, 2; 340, 341) jeweils in eine Bereitstellungsposition (270, 270'; 270'') zwischen zusammenwirkende Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) von Spanneinheiten (114, 115, 116; 357, 358, 371) verbracht und danach mittels wenigstens einem aus



einer die Teile (1, 2; 340, 341) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine die Teile (1, 2; 340, 341) spannende Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb (184a, 184b) verstellbaren Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) gespannt und darauffolgend an einer zwischen diesen ausgebildeten Fügestelle (17a bis 19b) zumindest in Teilabschnitten miteinander gefügt werden, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teil (1; 341) in eine Bereitstellungsposition (270; 270'') zwischen zwei zusammenwirkende Spannwerkzeuge (201a, 201b; 354a, 354b) einer ersten Spanneinheit (114; 357) verbracht und danach mittels wenigstens einem aus einer den ersten Teil (1; 341) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine den ersten Teil (1; 341) spannenden Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb (184a, 184b) verstellbaren Spannwerkzeug (201a, 201b; 354a, 354b) der ersten Spanneinheit (114; 357) gespannt wird und der zweite Teil (2; 340) in eine Bereitstellungsposition (270'; 270'') zwischen zwei zusammenwirkende Spannwerkzeugen (255a, 255b; 372a, 372b) einer zweiten Spanneinheit (115; 358) verbracht und danach mittels wenigstens einem aus einer den zweiten Teil (2; 340) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine den zweiten Teil (2; 340) spannende Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb (185a, 185b) verstellbaren Spannwerkzeug (255a, 255b; 372a, 372b) der zweiten Spanneinheit (115; 358) gespannt wird, wobei die beiden Teile (1, 2; 340, 341) während deren Spannvorgänge mittels zumindest einem der Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) der ersten und zweiten Spanneinheit (114, 115; 357, 358) jeweils in eine erste Raumrichtung und über eine Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b; 288a, 288b) in eine zweite Raumrichtung zueinander positioniert sowie in eine Bereitstellungsposition zwischen zwei zusammenwirkende Spannwerkzeuge (262a, 262b) einer dritten Spanneinheit (116; 371) verbracht werden, worauf die zwischen den zusammenwirkenden Spannwerkzeugen (262a, 262b; 369a, 369b) der dritten Spanneinheit (116; 371) befindlichen Teile (1, 2; 340, 341) mittels wenigstens einem aus einer die Teile (1, 2; 340, 341) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine die Teile (1, 2; 340, 341) spannenden Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb (186a, 186b) verstellbaren Spannwerkzeug (262a, 262b; 369a, 369b) der dritten Spanneinheit (116; 371) mit einer Spannkraft gegeneinander angepresst werden, sodass die Teile (1, 2; 340, 341) während dem Spannvorgang des Spannwerkzeuges (262a, 262b; 369a, 369b) der dritten Spanneinheit (116; 371) in eine dritte Raumrichtung zueinander positioniert werden und dass nach



dem Positionieren der Teile (1, 2; 340, 341) in die drei Raumrichtungen, diese in Position gehalten und miteinander gefügt werden.

123. Verfahren nach Anspruch 122, dadurch gekennzeichnet, dass der zwischen der Ausgangs- und Spannposition (AP, SP) zurückgelegte Verfah- und Spannweg des verstellbaren Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) jeder Spanneinheit (114, 115; 357, 358) sowie die Spannkraft des bewegbaren Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) auf den Teil (1, 2; 340, 341) jeder Spanneinheit (114, 115; 357, 358, 371) als Istwert vorzugsweise fortlaufend erfasst und einer elektronischen Auswerteeinheit (38) übermittelt wird, sodann in dieser für jede Spanneinheit (114, 115, 116; 357, 358) ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft auf den entsprechenden Teil (1, 2; 340, 341) und vom Verfah- und Spannweg des verstellbaren Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) vorzugsweise laufend durchgeführt wird.

124. Verfahren nach Anspruch 121 oder 123, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwert für die Spannkraft des verstellbaren Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) auf den entsprechenden Teil (1, 2; 340, 341) durch ein Toleranzfeld mit einer Untergrenze (315) und einer Obergrenze (316) und der Sollwert für den zurückzulegenden Verfah- und Spannweg des Spannwerkzeuges (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) durch ein Toleranzfeld mit einer Untergrenze (317) und einer Obergrenze (318) für jede Spanneinheit (114, 115; 357, 358, 371) begrenzt vorgegeben wird und dass die Teile (1, 2; 340, 341) miteinander gefügt werden, sofern in der Spannposition eines jeden Teiles (1, 2; 340, 341) der Istwert der Spannkraft auf den entsprechenden Teil (1, 2; 340, 341) vom Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) jeder Spanneinheit (114, 115; 357, 358) und der Istwert für den Verfah- und Spannweg vom Spannwerkzeug (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) jeder Spanneinheit (114, 115; 357, 358) innerhalb der vorgegebenen Toleranzgrenzen für den Sollwert der Spannkraft auf den entsprechenden Teil (1, 2; 340, 341) und des Verfah- und Spannweges jeder Spanneinheit (114, 115; 357, 358) liegen.



125. Fertigungsanlage zur Herstellung einer Baugruppe aus Teilen (1, 2; 340, 341) durch Fügen, insbesondere nach Anspruch 122, mit einer Transporteinrichtung (46) für den Transport der Teile (1, 2; 340, 341) mittels zumindest einem Teiletransportträger (48) zu wenigstens einer Fügestation (43; 350), die eine erste Spanneinheit (114; 357) mit im Nahbereich einer Transportstrecke der Transporteinrichtung (46) angeordneten Spanneinrichtungen (194a, 194b; 355a, 355b) mit zwei zusammenwirkenden und den ersten Teil (1, 2; 340, 341) in eine erste Raumrichtung positionierenden Spannwerkzeugen (201a, 201b; 354a, 354b), und eine zweite Spanneinheit (115; 358) mit im Nahbereich einer Transportstrecke der Transporteinrichtung (46) angeordneten Spanneinrichtungen (195a, 195b; 356a, 356b) mit zwei zusammenwirkenden und den zweiten Teil (1, 2; 340, 341) in eine erste Raumrichtung positionierenden Spannwerkzeugen (255a, 255b; 372a, 372b) aufweist, wobei zumindest eines der zusammenwirkenden Spannwerkzeuge (201a, 201b, 255a, 255b; 354a, 354b; 372a, 372b) der ersten und zweiten Spanneinheit (114; 357, 115; 358) über jeweils einen elektronisch geregelten Linearantrieb (184a, 184b, 185a, 185b) aus einer den entsprechenden Teil (1, 2; 340, 341) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine den entsprechenden Teil (1, 2; 340, 341) spannende Spannposition (SP) verstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Fügestation (43; 350) zusätzlich wenigstens eine den ersten Teil (1, 2; 340, 341) in eine zweite Raumrichtung positionierende, erste Höhenpositioniervorrichtung (200a, 200b), eine den zweiten Teil (1, 2; 340, 341) in eine zweite Raumrichtung positionierende, zweite Höhenpositioniervorrichtung sowie eine beide Teile (1, 2; 340, 341) in eine dritte Raumrichtung positionierende, dritte Spanneinheit (116; 371) mit zwei zusammenwirkenden Spanneinrichtungen (260a, 260b; 370a, 370b) aufweist, wobei zumindest eine der Spanneinrichtungen (260a, 260b; 370a, 370b) der dritten Spanneinheit (116; 371) ein aus einer die Teile (1, 2; 340, 341) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine die Teile (1, 2; 340, 341) spannende Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb (186a, 186b) verstellbares Spannwerkzeug (262a, 262b; 370a, 370b) umfasst und dass die Spanneinheiten (114, 115, 116; 357, 358, 371) als auch die Höhenpositioniervorrichtungen (200a, 200b) getrennt vom Teiletransportträger (48) der Transporteinrichtung (46) ausgebildet sind.

126. Fertigungsanlage nach Anspruch 125, dadurch gekennzeichnet, dass die Fügestation (43; 350) im Nahbereich der Transportstrecke der Transporteinrichtung (46) zwei

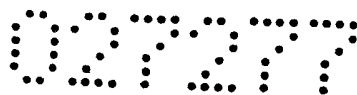


voneinander getrennt ausgebildete und einander gegenüberliegende Höhenpositioniervorrichtungen (200a, 200b) aufweist und jeweils eine Hebevorrichtung (214a, 214b; 220a, 220b; 353) ausbilden, wobei die Hebevorrichtungen (214a, 214b; 220a, 220b; 353) synchron zueinander sowie die Teile (1 bis 3b; 340, 341) gemeinsam zwischen einer am Teiletransportträger (48) befindlichen Transportstellung (219, 219') der Teile (1 bis 3b; 340, 341) und einer vorzugsweise ober- oder unterhalb liegende Bereitstellungsposition (270, 270'; 270'') der Teile (1 bis 3b; 340, 341) anhebende oder absenkende Auflagerelemente (213a, 213b) aufweisen.

127. Fertigungsanlage nach Anspruch 126, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Auflagerelement (213a, 213b) eine in Richtung zur Transportstrecke der Transporteinrichtung (46) geneigt nach unten verlaufende Auflaufschräge (215a, 215b), eine horizontale Auflagefläche (216a, 216b) für einen an dieser aufzulagernden Teil (1 bis 3b; 340, 341) und gegebenenfalls eine aufragende Anschlagfläche (217a, 217b) ausbildet.

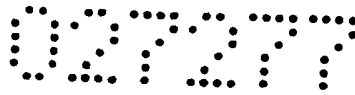
128. Fertigungsanlage nach Anspruch 126, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Auflagerelement (213a, 213b) der Hebevorrichtung (214a, 214b; 220a, 220b; 353) durch das Spannwerkzeug (201a, 201b; 354a, 354b) der ersten Spanneinheit (114; 357) gebildet ist.

129. Verfahren zum Fügen von Teilen (330, 331) in einer Fügestation (43) einer Fertigungsanlage (32), bei dem die Teile (330, 331) jeweils in eine Bereitstellungsposition zwischen zusammenwirkende Spannwerkzeuge (334a, 334b) verbracht und danach mittels wenigstens einem aus einer die Teile (330, 331) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine die Teile (330, 331) spannende Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb verstellbaren Spannwerkzeug (334a, 334b) gespannt und darauffolgend zumindest in Teilabschnitten miteinander gefügt werden, wobei der zwischen der Ausgangs- und Spannposition (AP, SP) zurückgelegte Verfah- und Spannweg des verstellbaren Spannwerkzeuges (334a, 334b) und/oder die Spannkraft des bewegbaren Spannwerkzeuges (334a, 334b) auf den entsprechenden Teil (330, 331) als Istwert vorzugsweise laufend erfasst und einer elektronischen Auswerteeinheit (38) übermittelt wird, sodann in die-



ser ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft auf den entsprechenden Teil (330, 331) und/oder vom Verfah- und Spannweg des verstellbaren Spannwerkzeuges (334a, 334b) vorzugsweise laufend durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst ein innerer, profilartiger Teil (331) zwischen Führungsflächen wenigstens eines äußeren, profilartigen Teiles (330) angeordnet wird, sodann mittels dem verstellbaren Spannwerkzeug (334a, 334b) der äußere Teil (330) entgegen der Wirkung einer elastischen Rückstellkraft vom inneren Teil (331) verformt wird bis der Istwert der Spannkraft und/oder des Spannweges dem Sollwert der Spannkraft und/oder des Spannweges entspricht und nachdem der Istwert den Sollwert erreicht hat und der innere Teil (331) über den äußeren Teil (330) vorgespannt ist, der äußere Teil (330) in Position gehalten und im Bereich seiner Längsränder zumindest in Teilabschnitten miteinander gefügt werden.

130. Verfahren zum Fügen von Teilen (340 bis 342) in einer Fügestation (43) einer Fertigungsanlage (32), bei dem die Teile (340 bis 342) jeweils in eine Bereitstellungsposition (270'') zwischen zusammenwirkende Spannwerkzeuge (354a, 354b) verbracht und danach mittels wenigstens einem aus einer die Teile (340 bis 342) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine die Teile (340 bis 342) spannende Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb verstellbaren Spannwerkzeug (354a, 354b) gespannt und darauffolgend zumindest in Teilabschnitten miteinander gefügt werden, wobei der zwischen der Ausgangs- und Spannposition (AP, SP) zurückgelegte Verfah- und Spannweg des verstellbaren Spannwerkzeuges (354a, 354b) und/oder die Spannkraft des bewegbaren Spannwerkzeuges (354a, 354b) auf den entsprechenden Teil (340 bis 342) als Istwert vorzugsweise laufend erfasst und einer elektronischen Auswerteeinheit (38) übermittelt wird, sodann in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft auf den entsprechenden Teil (340 bis 342) und/oder vom Verfah- und Spannweg des verstellbaren Spannwerkzeuges (354a, 354b) vorzugsweise laufend durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst zwischen Führungsflächen von äußeren Teilen (340, 341) ein innerer Teil (342) angeordnet wird, sodann mittels dem verstellbaren Spannwerkzeug (354a, 354b) zumindest einer der äußeren Teile (340, 341) entgegen der Wirkung einer elastischen Rückstellkraft vom inneren Teil (342) in Richtung zum anderen, äußeren Teil (340, 341) bewegt wird bis der Istwert der Spannkraft und/oder des Spannweges dem Sollwert der Spannkraft und/oder des Spannweges entspricht und nachdem der Istwert den Sollwert erreicht hat und



der innere Teil (342) zwischen den äußeren Teilen (340, 341) vorgespannt ist, die äußeren Teile (340, 341) in deren Position gehalten und miteinander gefügt werden.

131. Verfahren nach Anspruch 129 oder 130, dadurch gekennzeichnet, dass der innere Teil (331; 342) während der Zustellbewegung eines äußeren Teiles (330; 340, 341) auf den inneren Teil (331; 342) elastisch und/oder plastisch verformt wird.

132. Verfahren zum Fügen von Teilen (381 bis 383; 391 bis 393) in einer Fügestation (43) einer Fertigungsanlage (32), bei dem die Teile (381 bis 383; 391 bis 393) jeweils in eine Bereitstellungsposition zwischen zusammenwirkende Spannwerkzeuge (385a, 385b; 395a, 395b) verbracht und danach mittels wenigstens einem aus einer die Teile (381 bis 383; 391 bis 393) freigebenden Ausgangsposition (AP) in eine die Teile (381 bis 383; 391 bis 393) spannende Spannposition (SP), durch einen elektronisch geregelten Linearantrieb verstellbaren Spannwerkzeug (385a, 385b; 395a, 395b) gespannt und darauffolgend zumindest in Teilabschnitten miteinander gefügt werden, wobei der zwischen der Ausgangs- und Spannposition (AP, SP) zurückgelegte Verfah- und/oder Spannweg des verstellbaren Spannwerkzeuges (385a, 385b; 395a, 395b) und/oder die Spannkraft des bewegbaren Spannwerkzeuges (385a, 385b; 395a, 395b) auf den entsprechenden Teil (330, 331) als Istwert vorzugsweise laufend erfasst und einer elektronischen Auswerteeinheit (38) übermittelt wird, sodann in dieser ein Soll-Istwert-Vergleich der Spannkraft auf den entsprechenden Teil (381 bis 383; 391 bis 393) und/oder vom Verfah- und/oder Spannweg des verstellbaren Spannwerkzeuges (385a, 385b; 395a, 395b) vorzugsweise laufend durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Teile (381 bis 383; 391 bis 393) zueinander positioniert und zur Einstellung eines Maßes (384; 394) zwischen den Teilen (381 bis 383; 391 bis 393) derart zueinander bewegt werden bis der Istwert der Spannkraft und/oder des Verfah- und/oder Spannweges dem Sollwert der Spannkraft und/oder des Verfah- oder Spannweges entspricht und nachdem der Istwert den Sollwert erreicht hat, die Teile (381 bis 383; 391 bis 393) in deren Position gehalten und miteinander gefügt werden.



133. Verfahren nach einem der Ansprüche 129 bis 132, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwert für die Spannkraft des verstellbaren Spannwerkzeuges (334a, 334b; 354a, 354b; 385a, 385b; 395a, 395b) auf den Teil (330, 331; 340 bis 342; 381 bis 383; 391 bis 393) durch ein Toleranzfeld mit einer Untergrenze (315) und einer Obergrenze (316) und der Sollwert für den zurückzulegenden Spannweg des Spannwerkzeuges (334a, 334b; 354a, 354b; 385a, 385b; 395a, 395b) durch ein Toleranzfeld mit einer Untergrenze (317) und einer Obergrenze (318) begrenzt vorgegeben wird.

134. Verfahren nach einem der Ansprüche 129 bis 132, dadurch gekennzeichnet, dass die Teile (330, 331; 340 bis 342; 381 bis 383; 391 bis 393) über mehrere Strahlschweißköpfe (121; 146a, 146b) gleichzeitig an mehreren zueinander versetzten Stellen entlang der Fügestelle (17a bis 19b) miteinander verschweißt werden.

135. Verfahren nach einem der Ansprüche 129 bis 133, dadurch gekennzeichnet, dass die Teile (330, 331; 340 bis 342; 381 bis 383; 391 bis 393) verschweißt werden, vorzugsweise mit dem Laserschweiß-, Plasmaschweiß- oder Elektronenschweißverfahren.

136. Verfahren nach einem der Ansprüche 129 bis 133, dadurch gekennzeichnet, dass die Teile (330, 331; 340 bis 342; 381 bis 383; 391 bis 393) geklebt werden.

STIWA-Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.

durch

(Dr. Secklehner)

027277

Fig.3

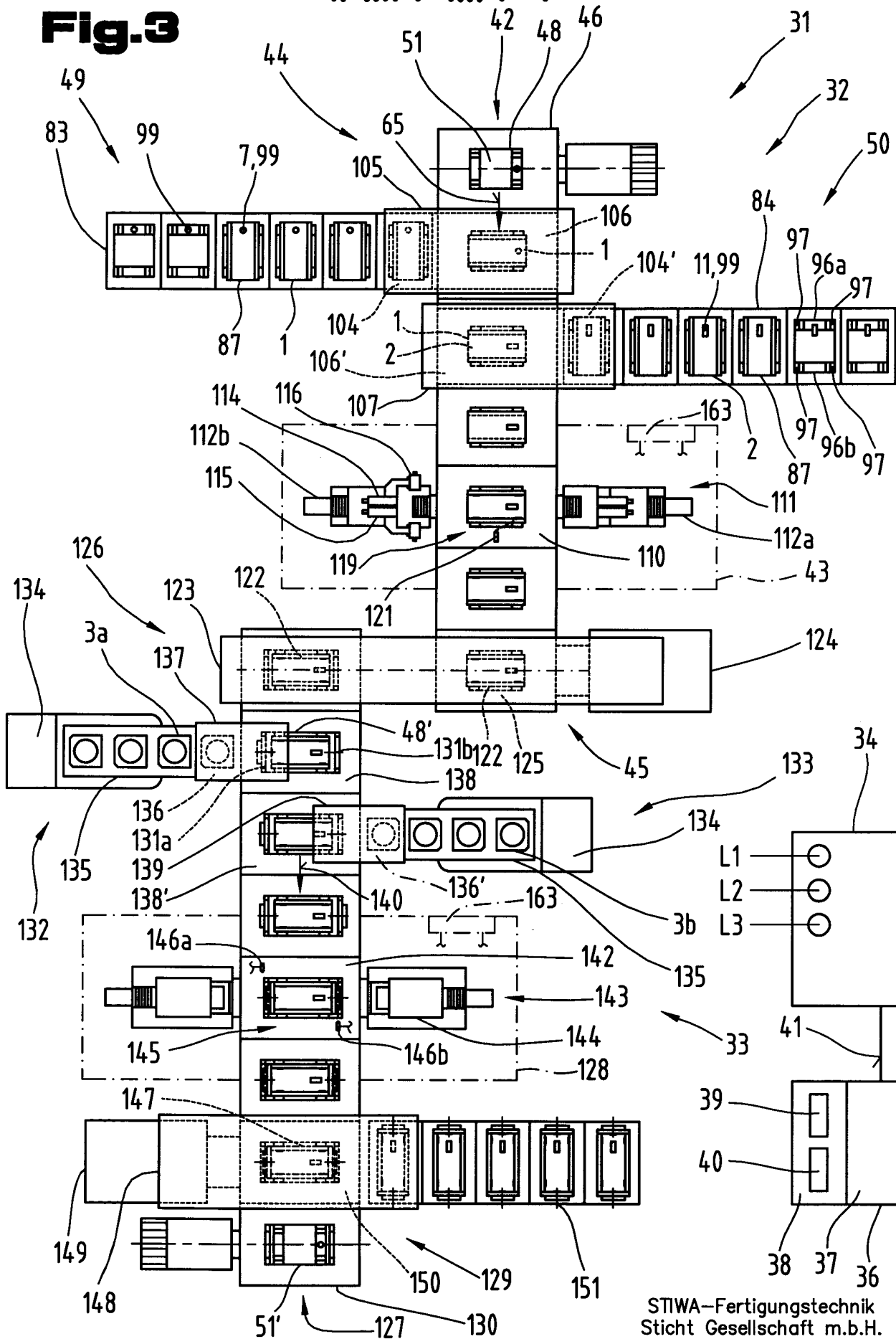
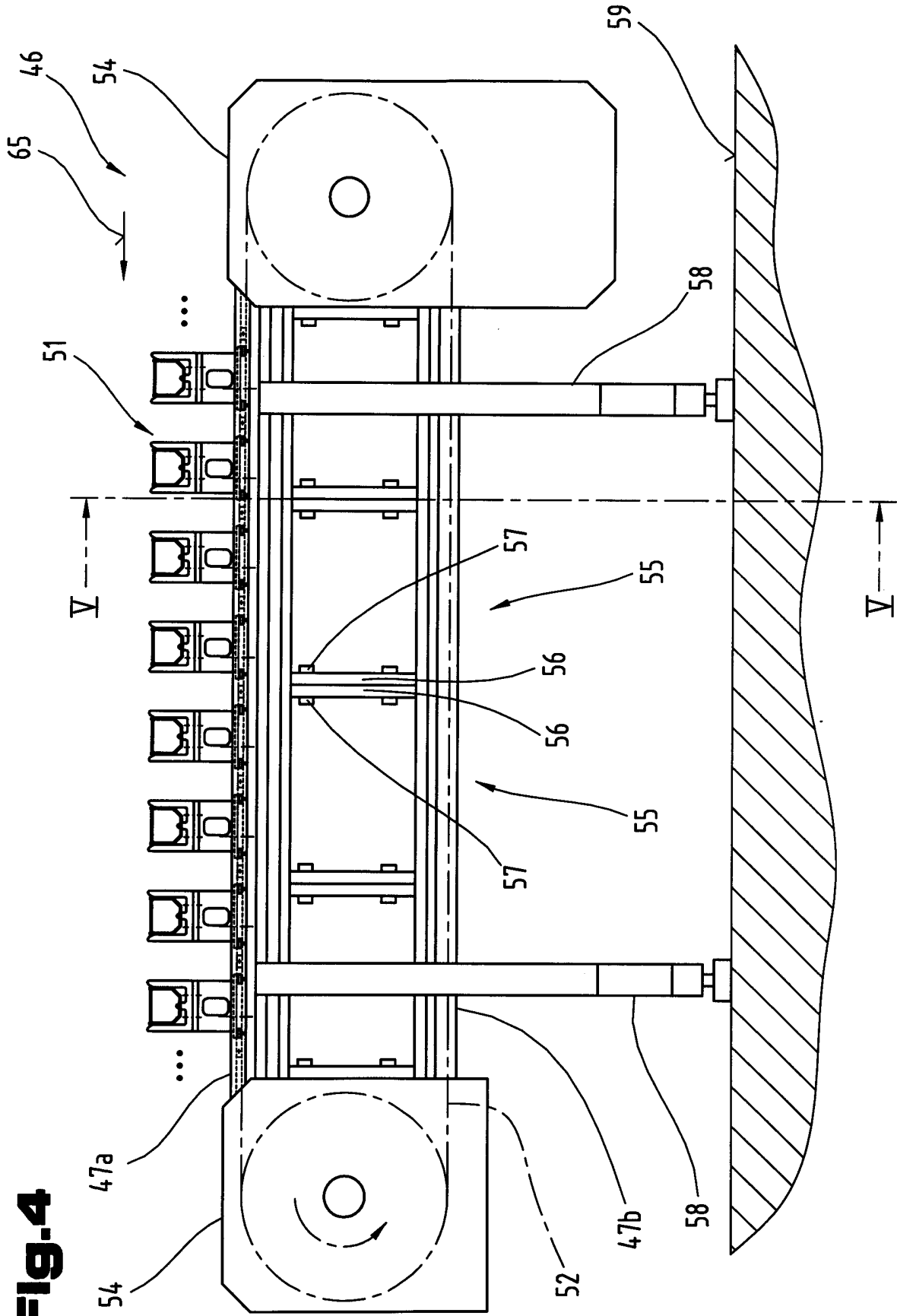


Fig.4



02707

027277

Fig.6

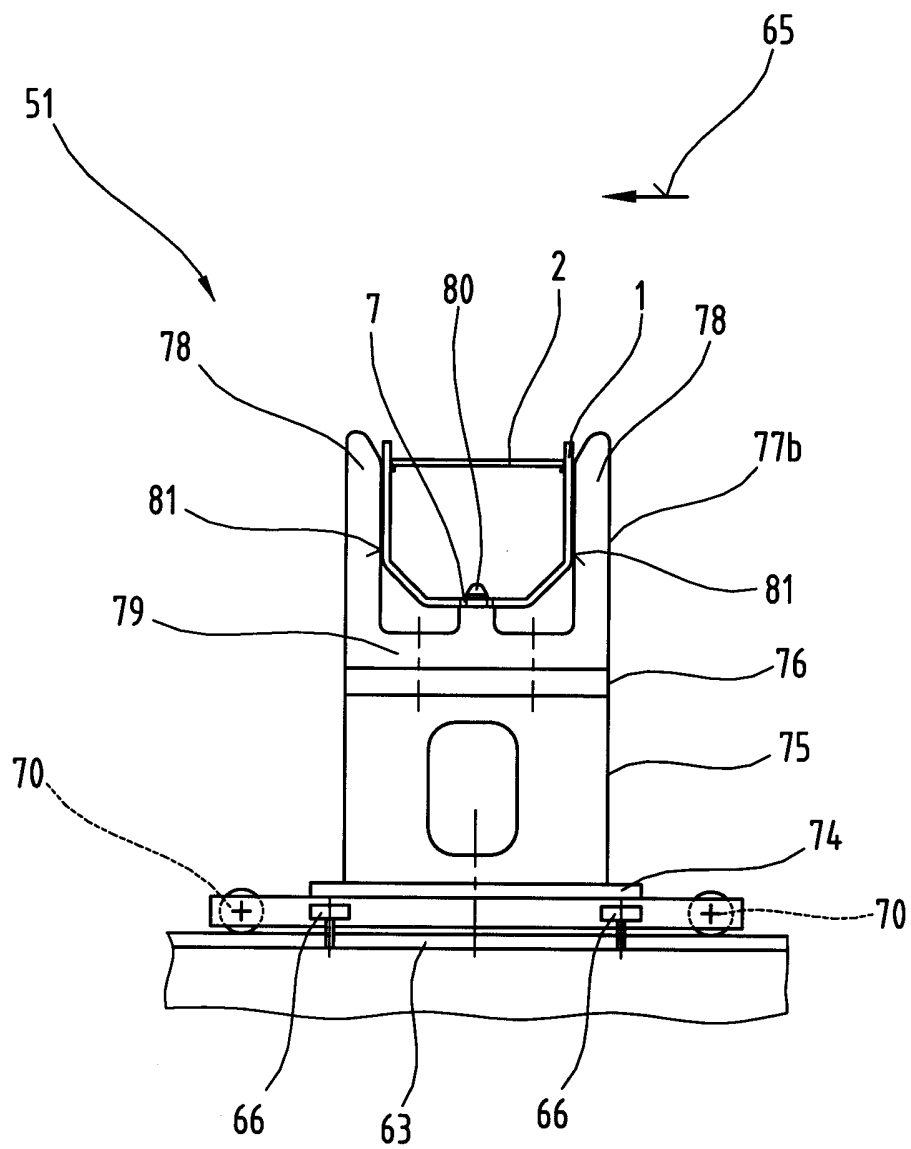
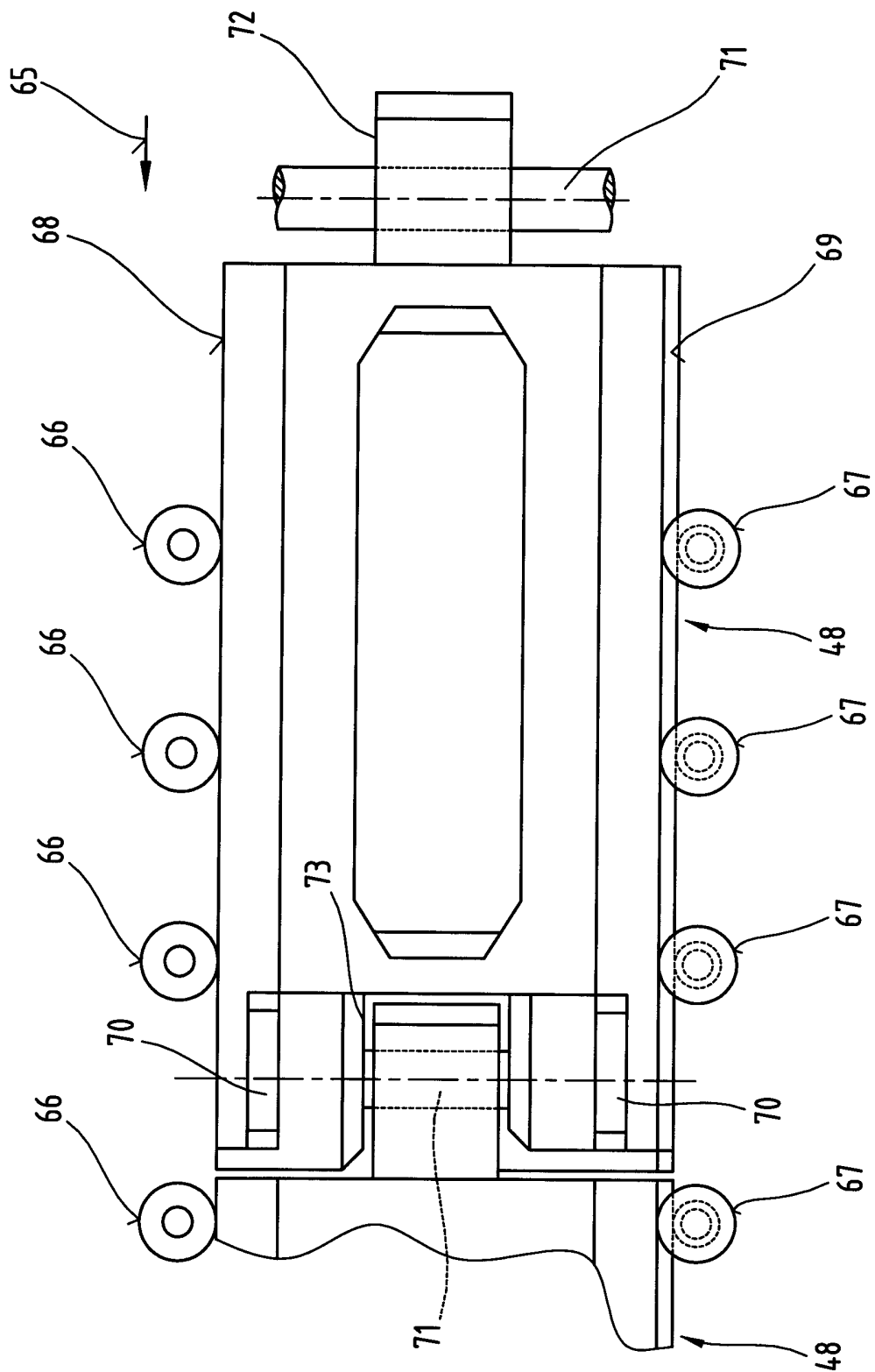


Fig. 7



007277

027277

Fig.8

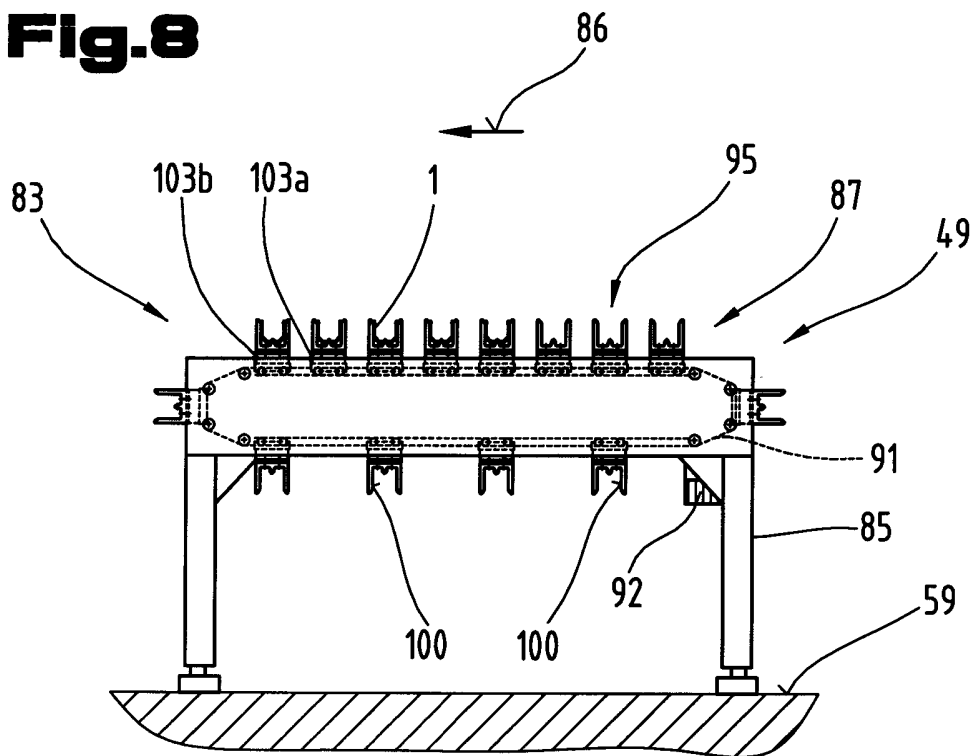
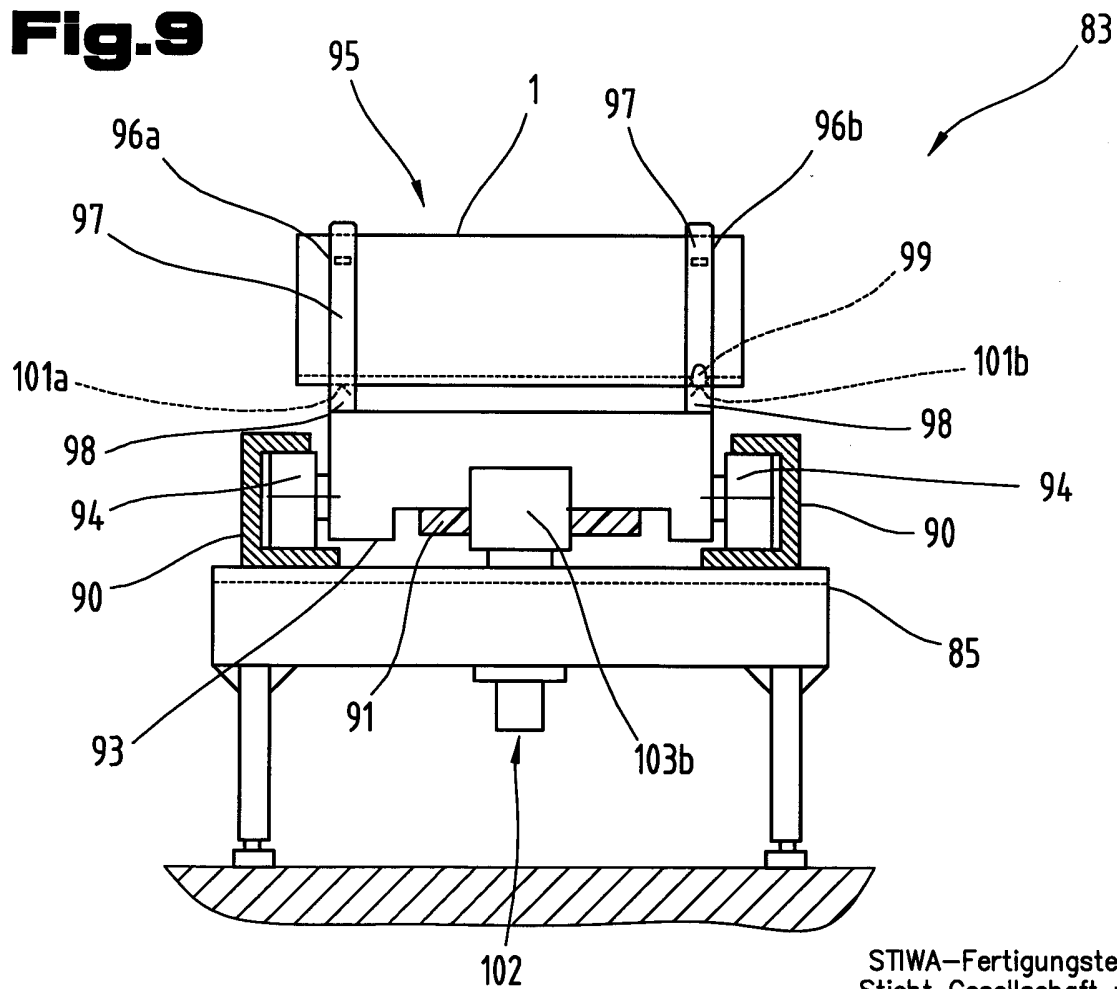


Fig.9



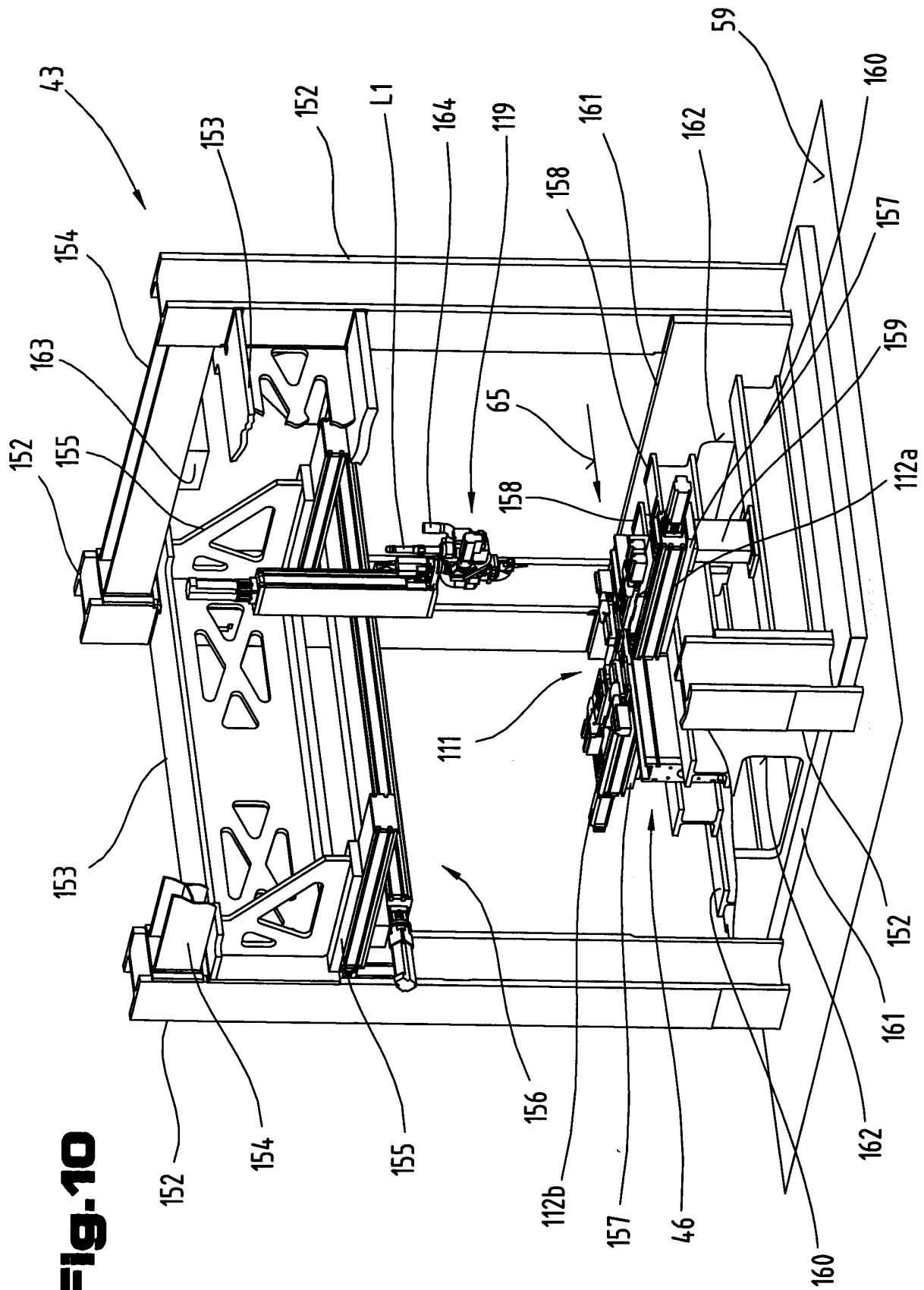


Fig. 10

027277

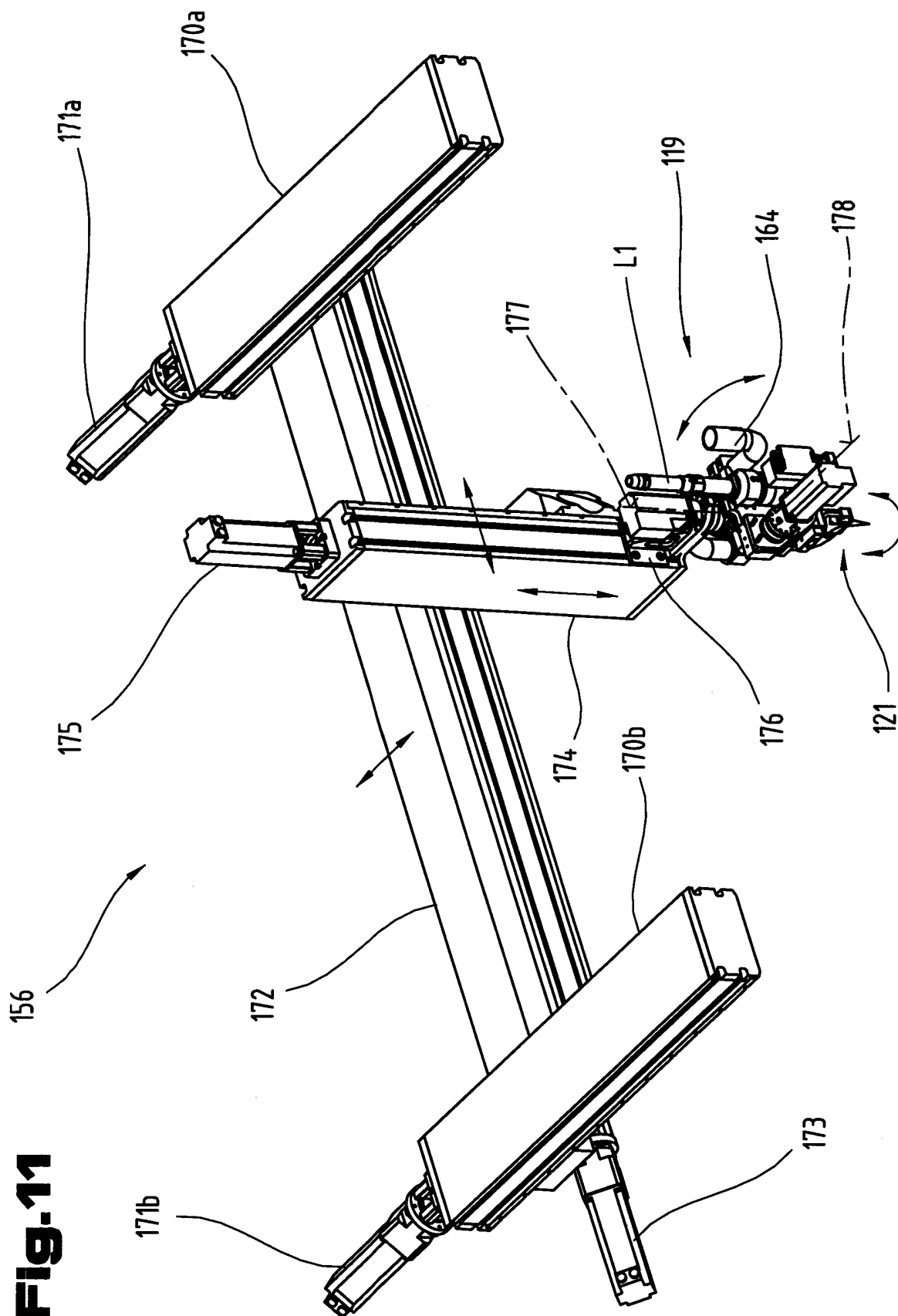
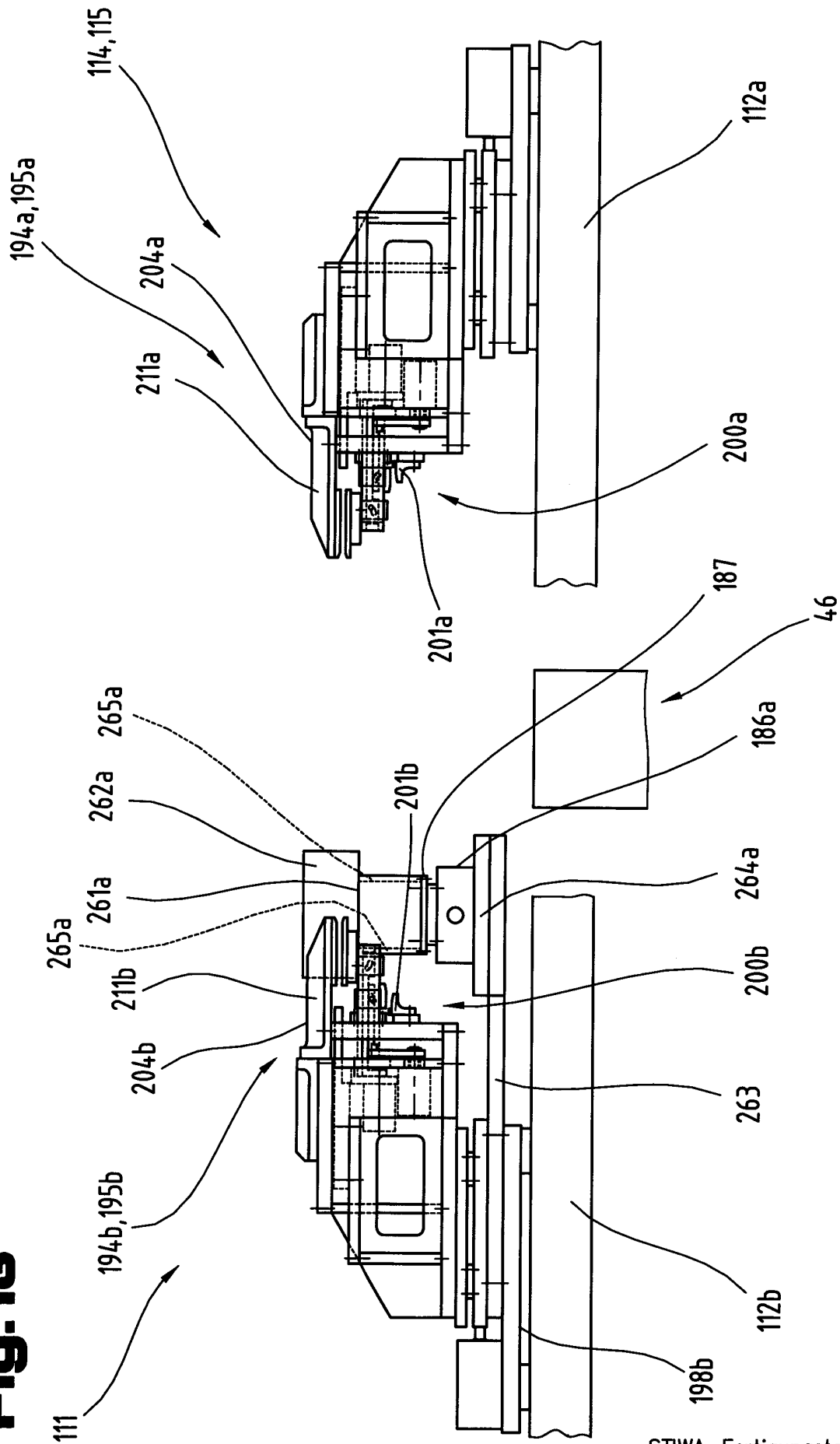


Fig. 11

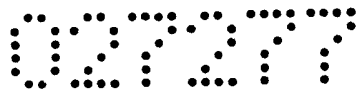
STIWA-Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.



Fig. 13



A 7x10 grid of dots forming the number 02727. The dots are arranged in a way that the number is clearly visible against the empty space.



A 7x10 grid of dots forming the number 02727. The dots are arranged in a way that the number is clearly visible against the empty space.

Fig. 14

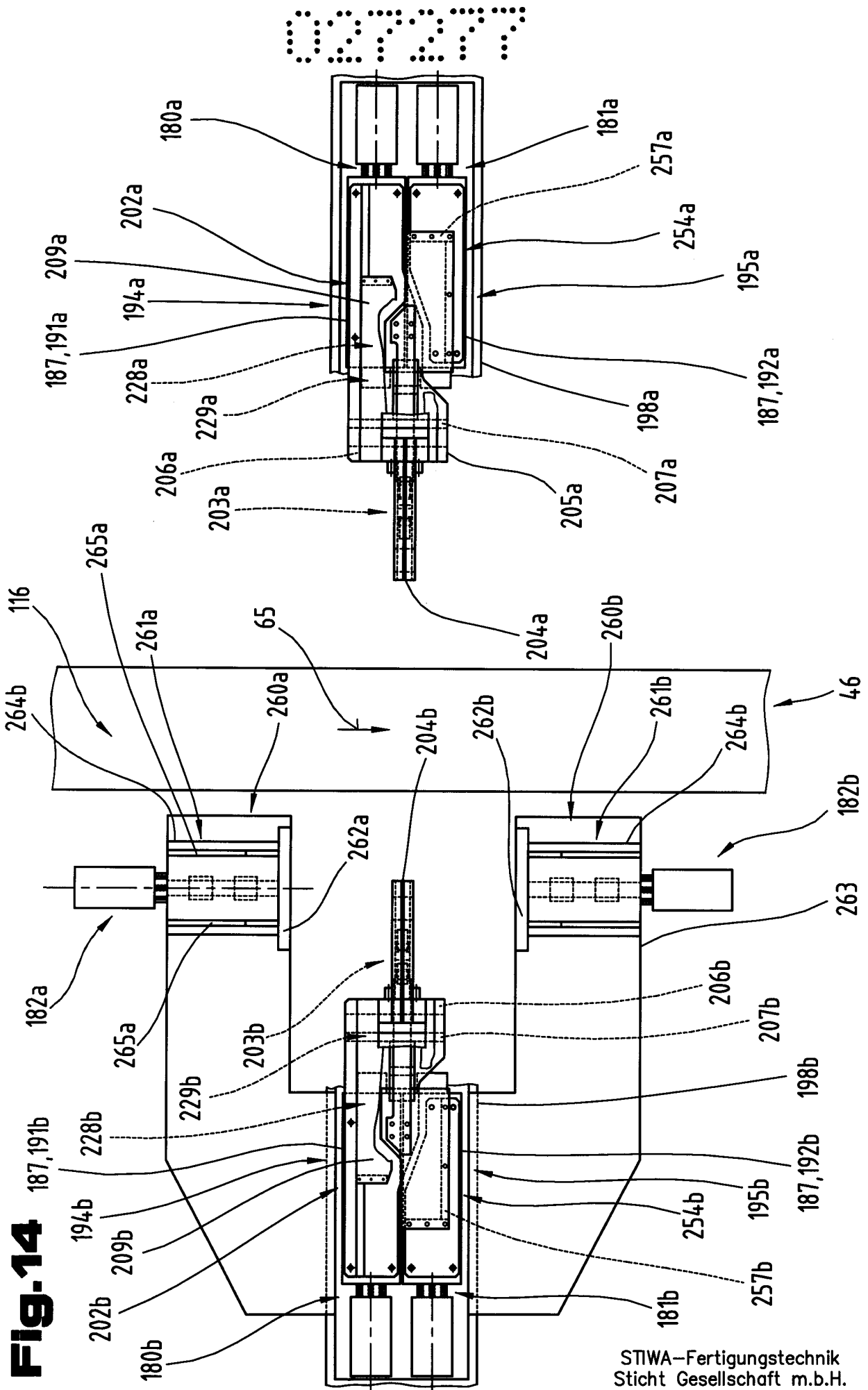
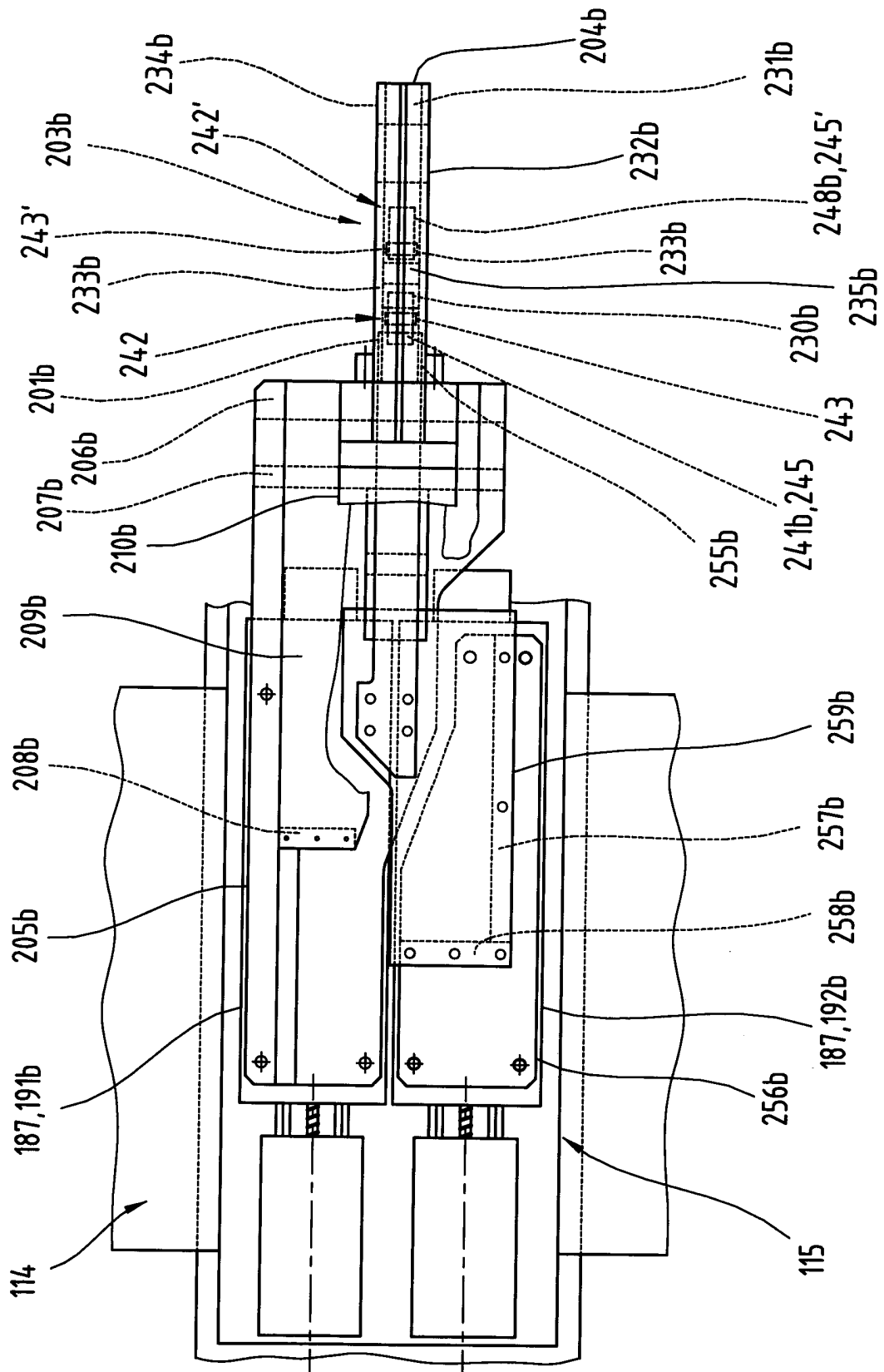
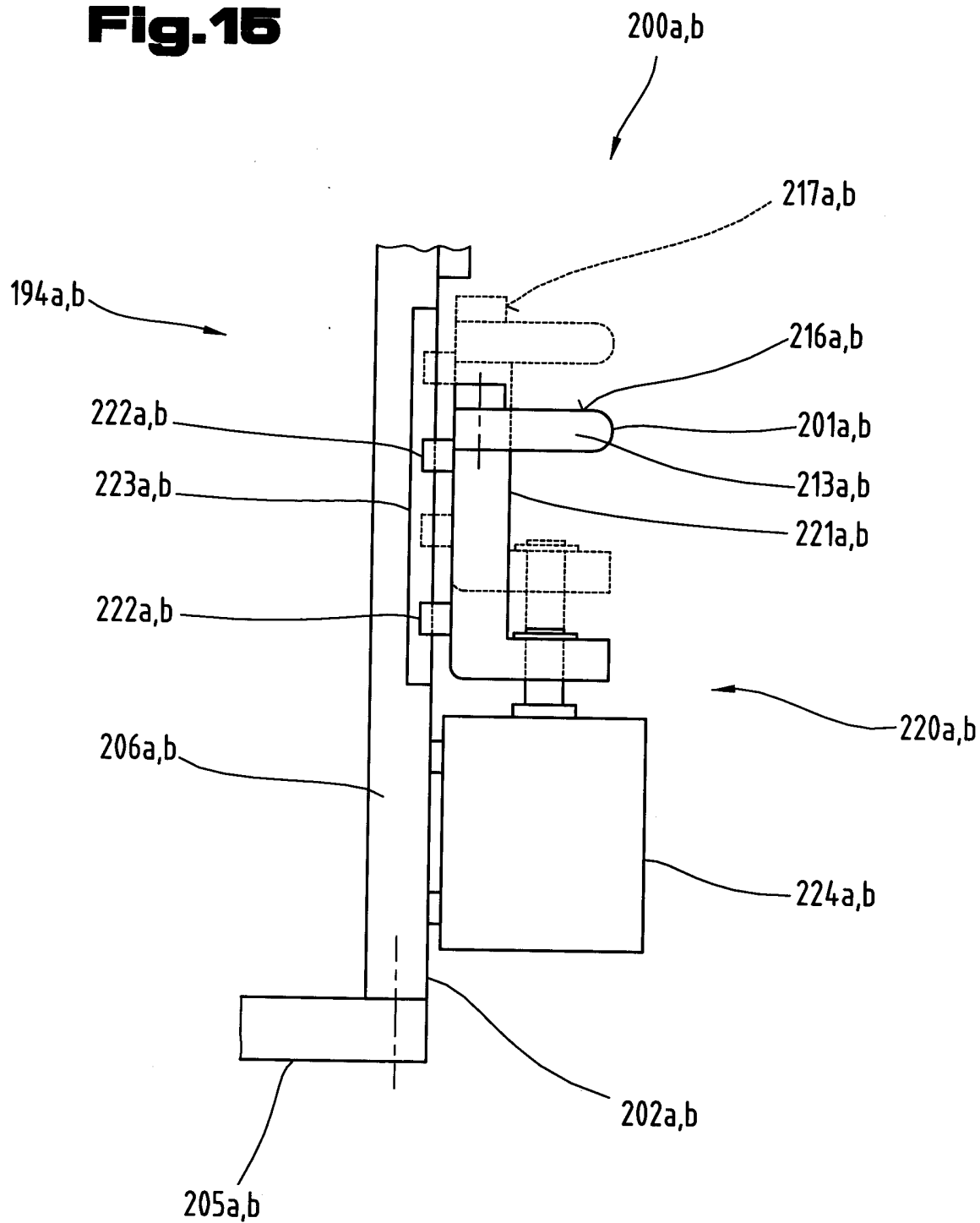


Fig. 14a



027277

Fig.15



027277

Fig.16

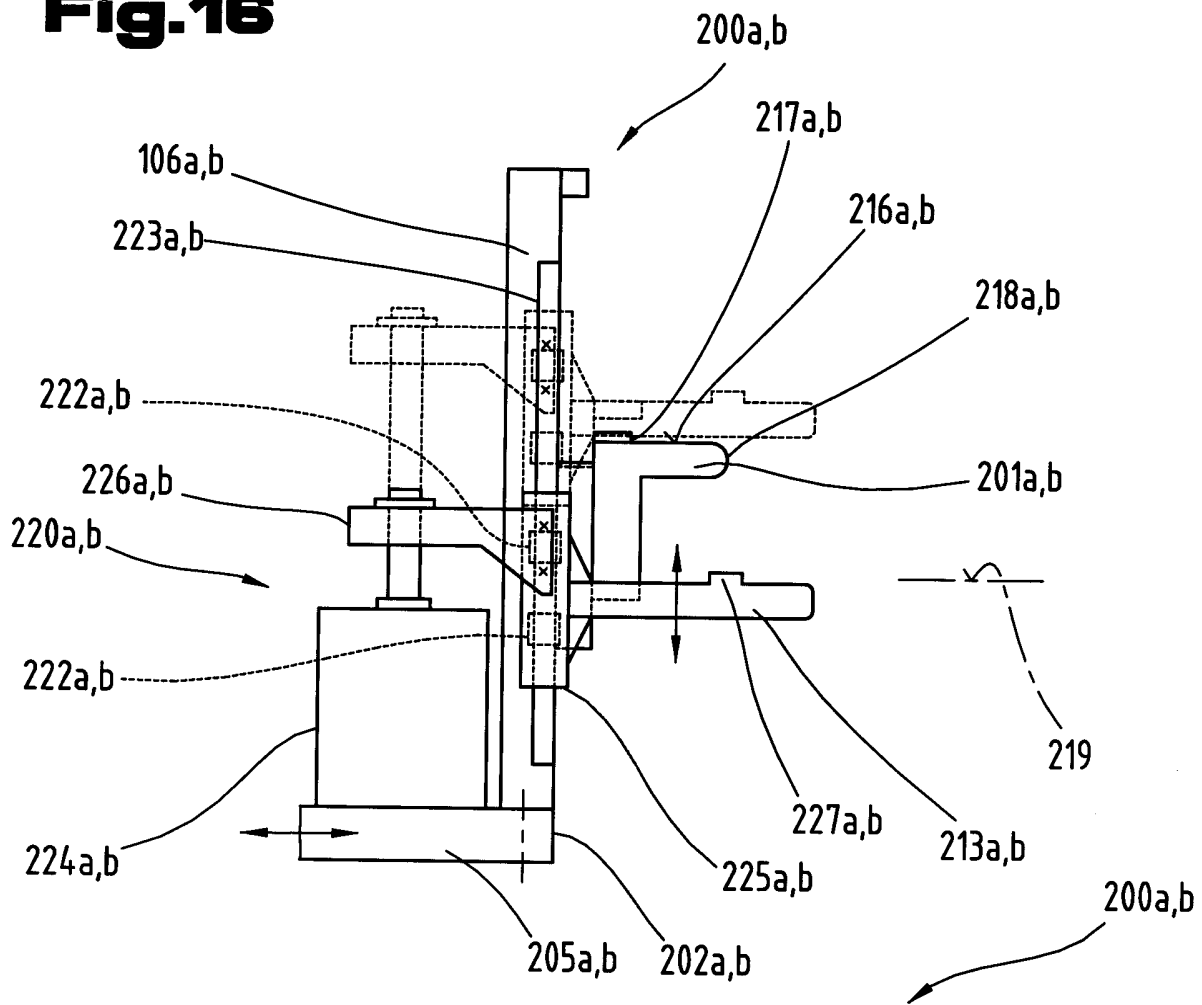


Fig.17

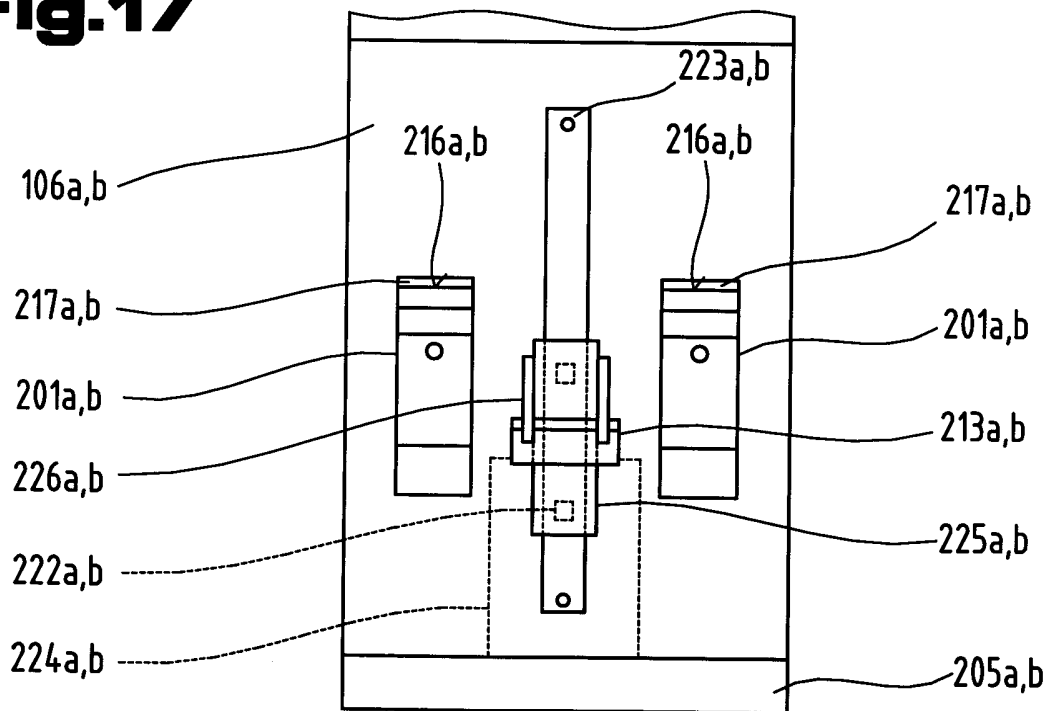
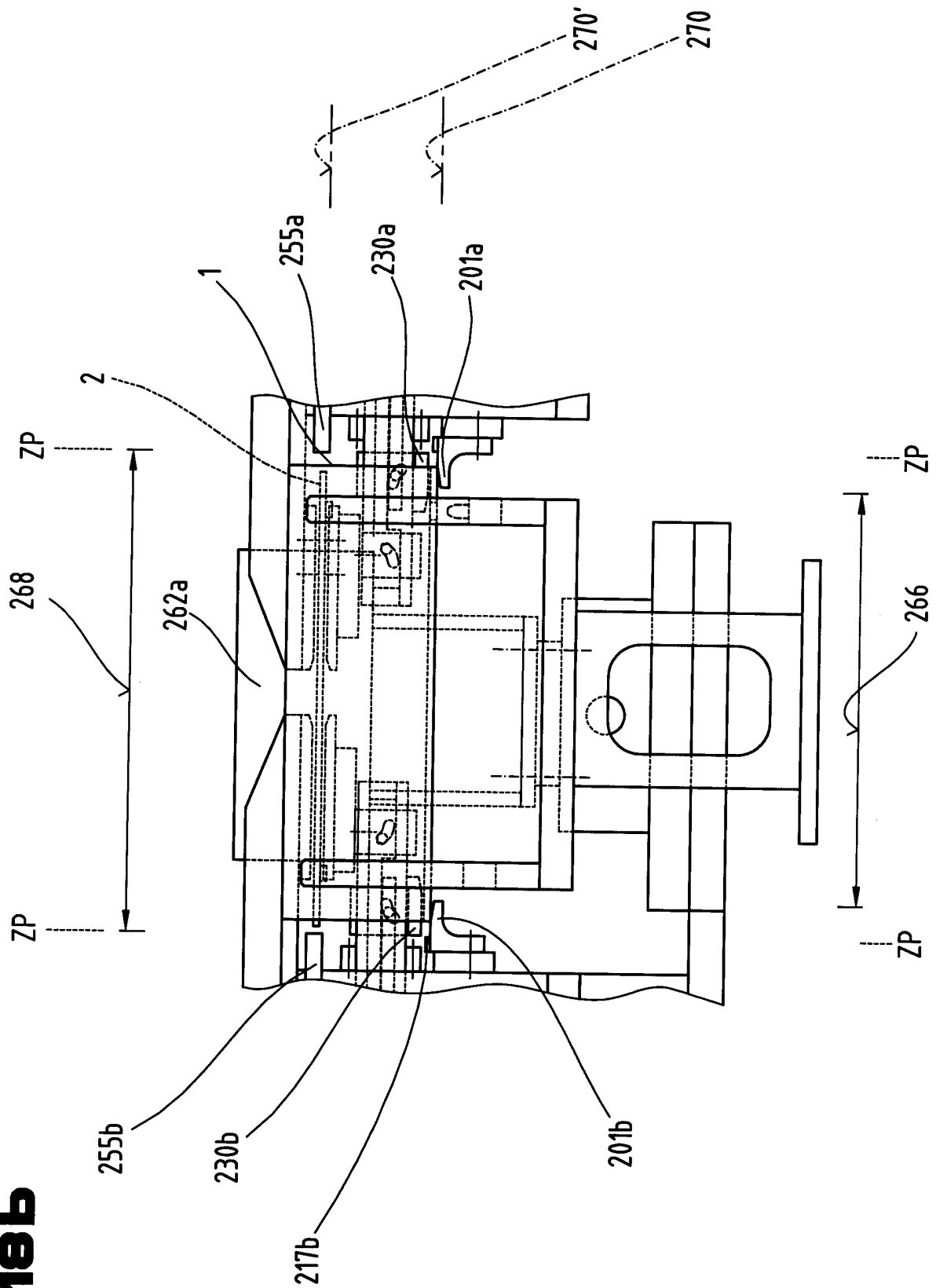
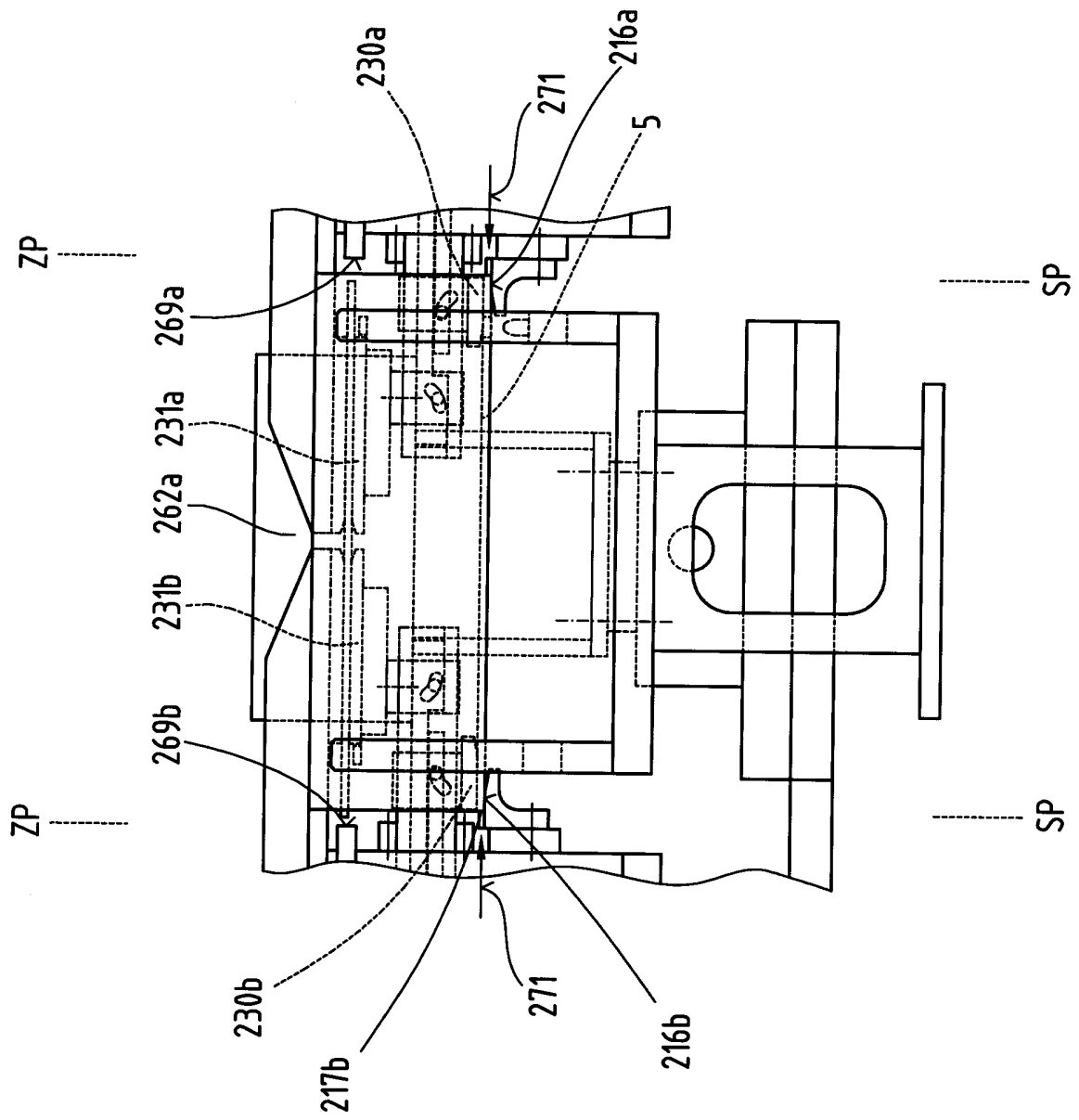


Fig. 18b



000000

Fig. 18 c



027077

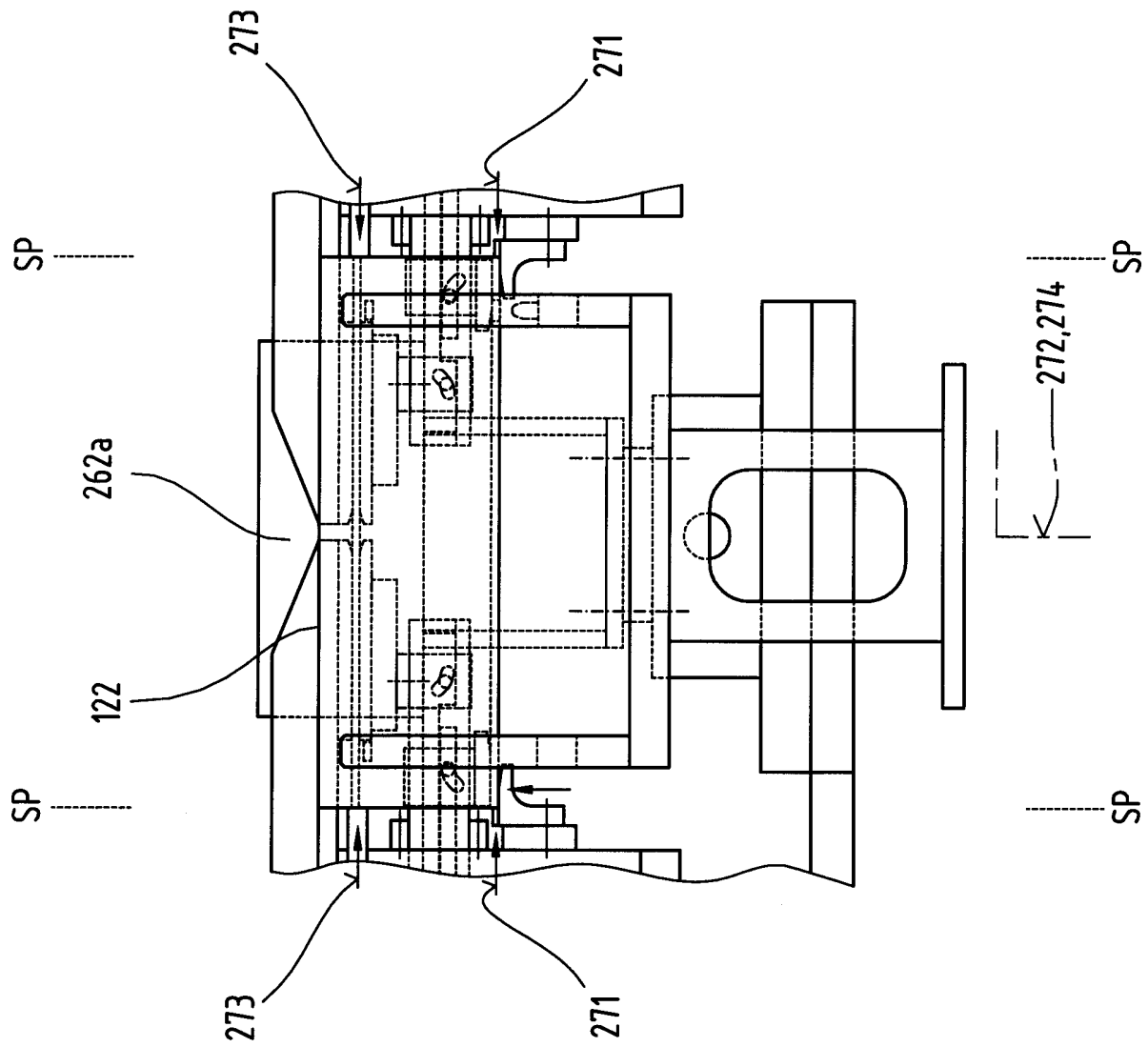


Fig. 18 d

Fig. 18e

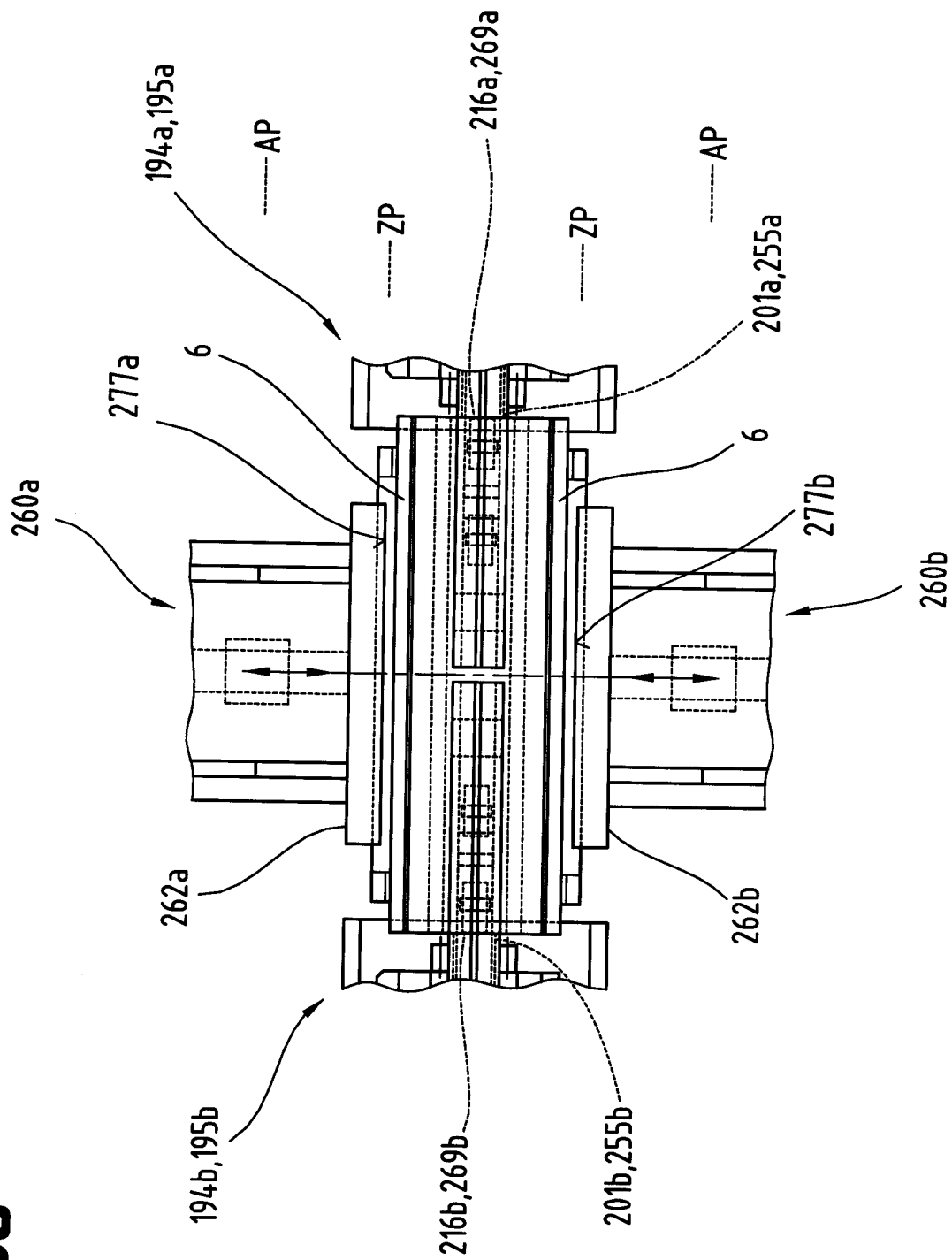
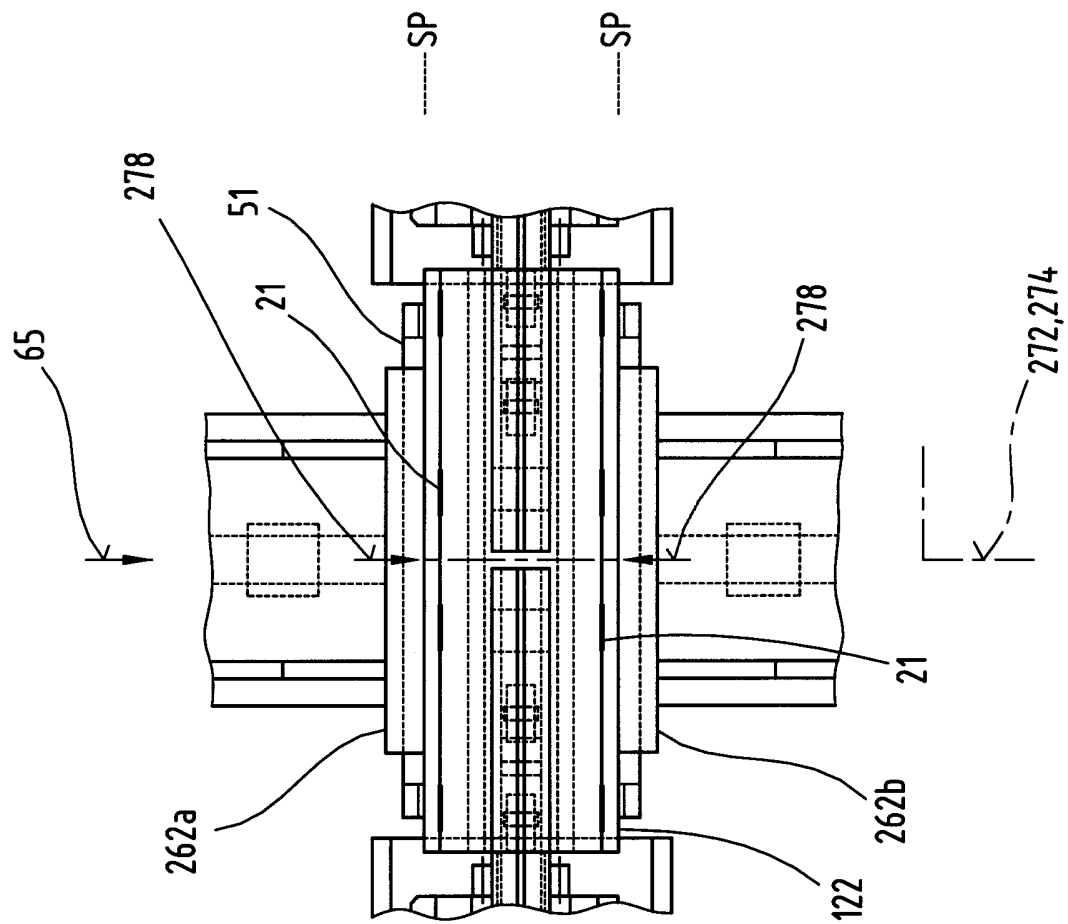


Fig. 18f



027277

Fig. 19a

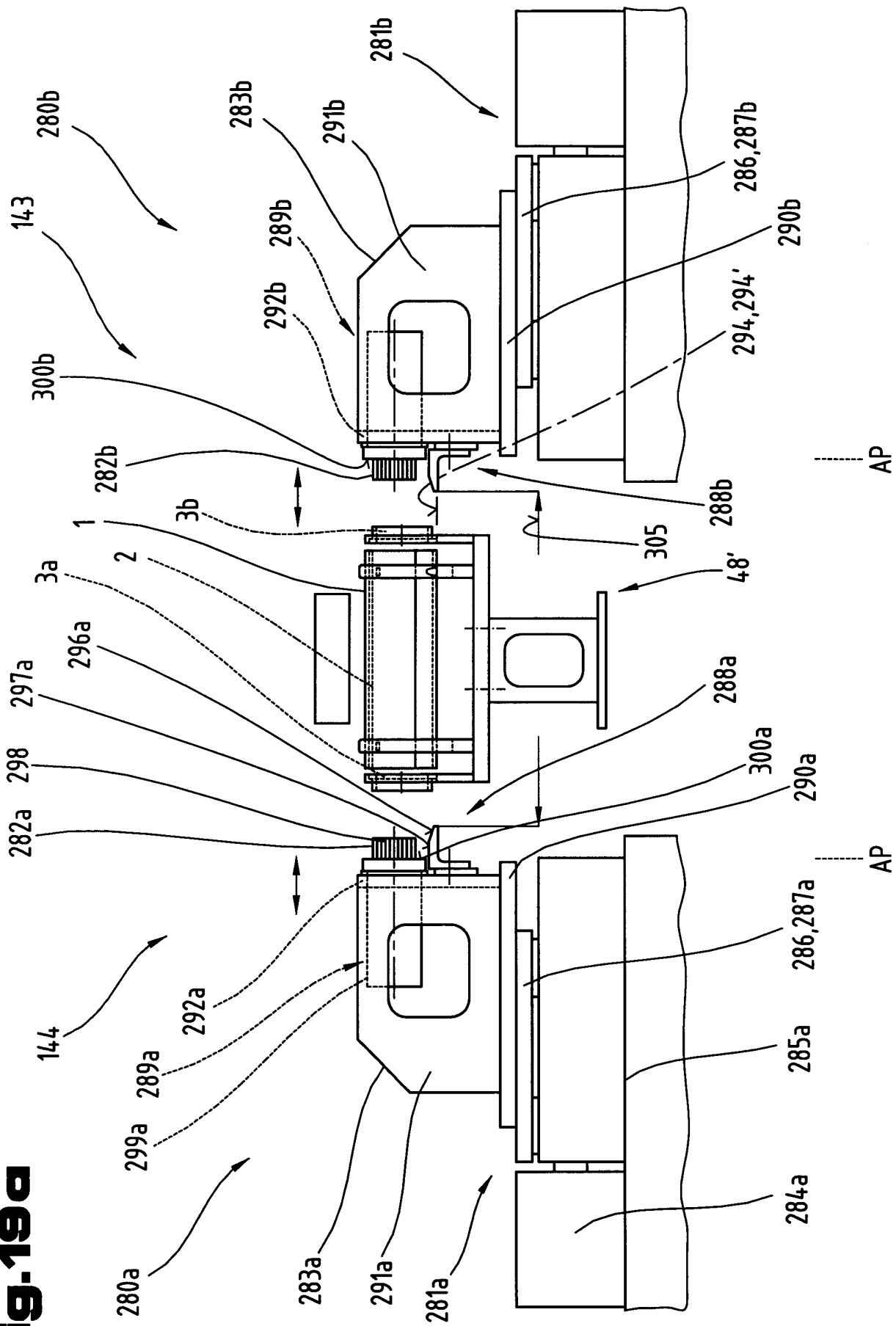


Fig. 19b

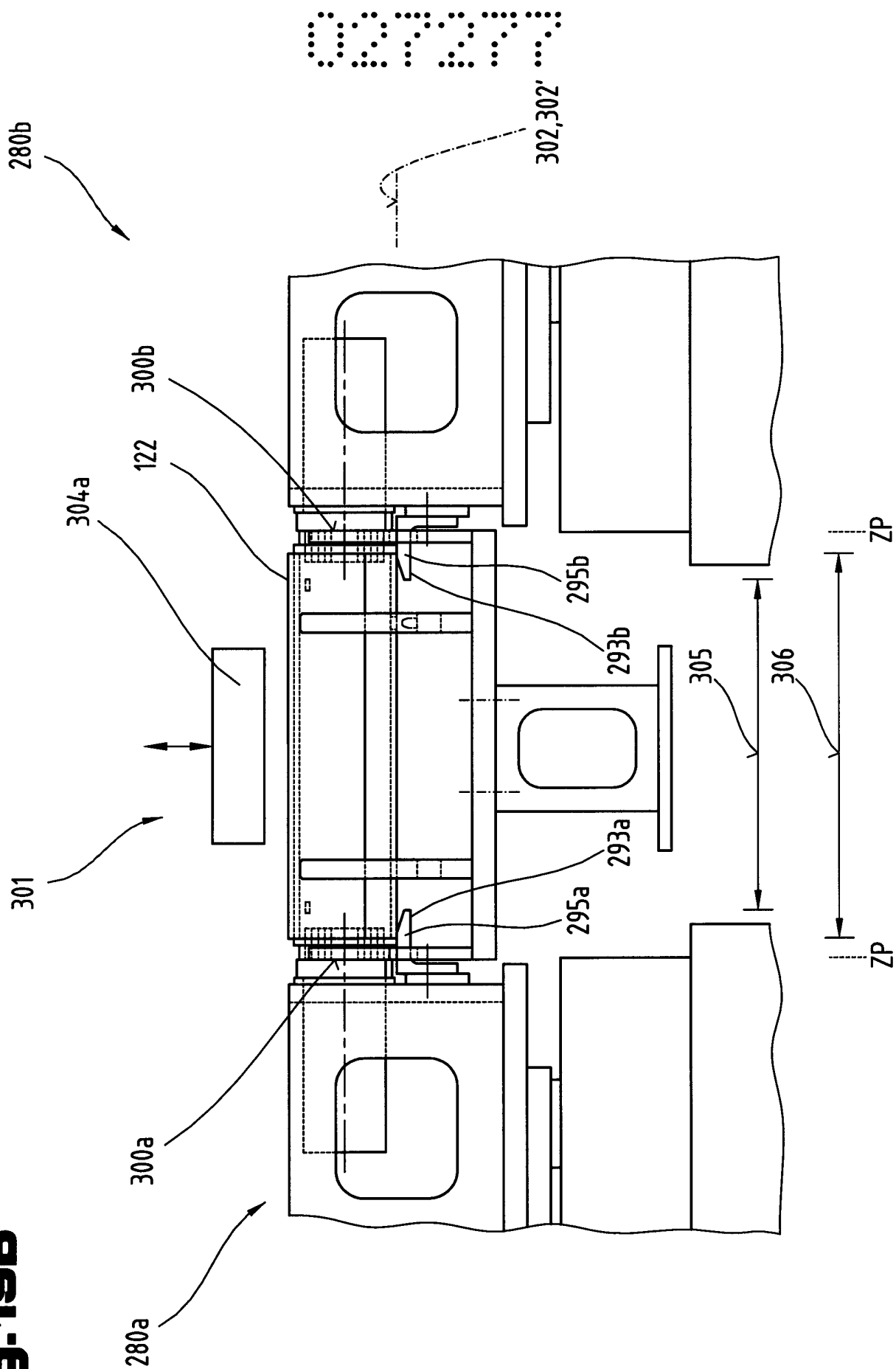
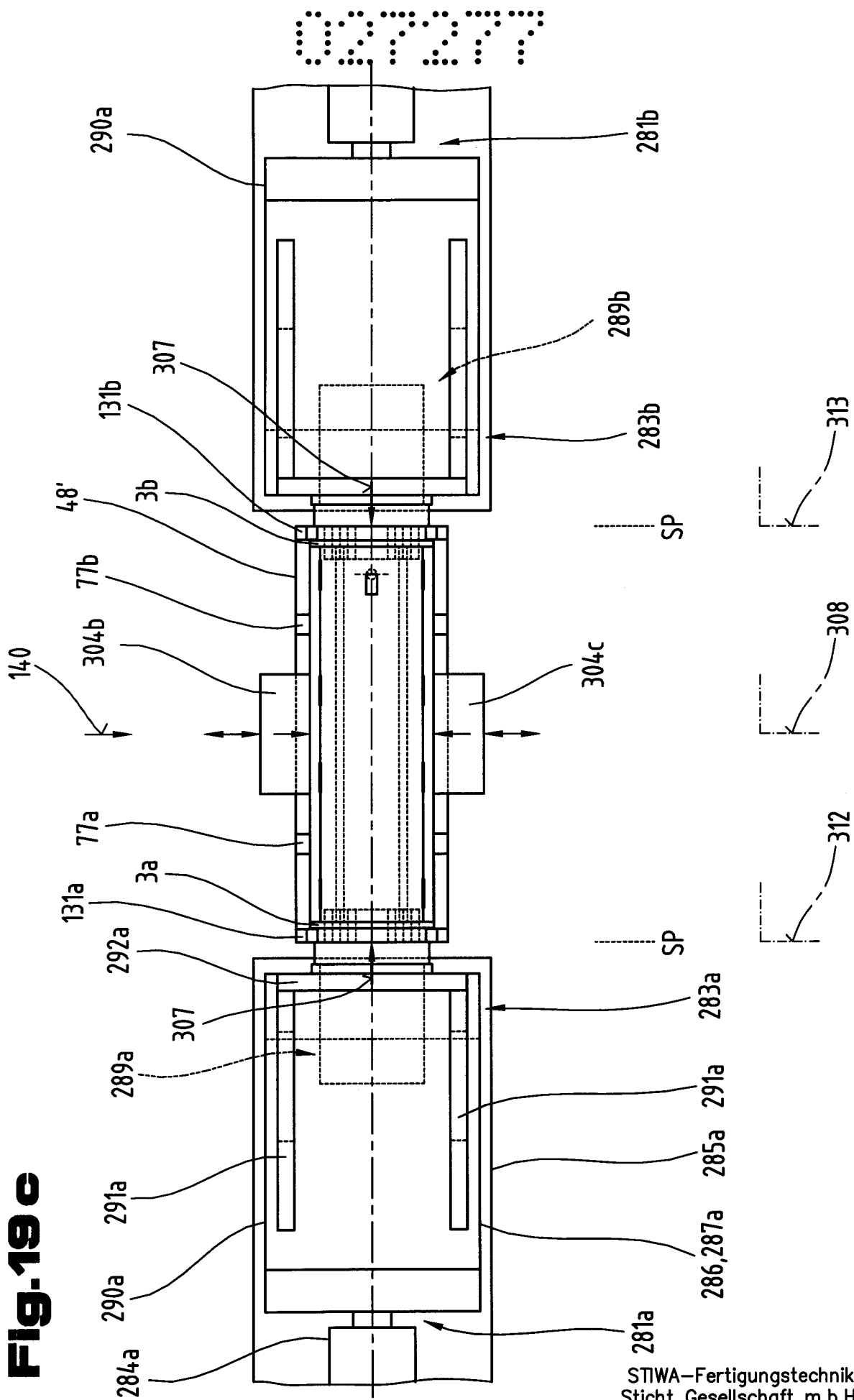
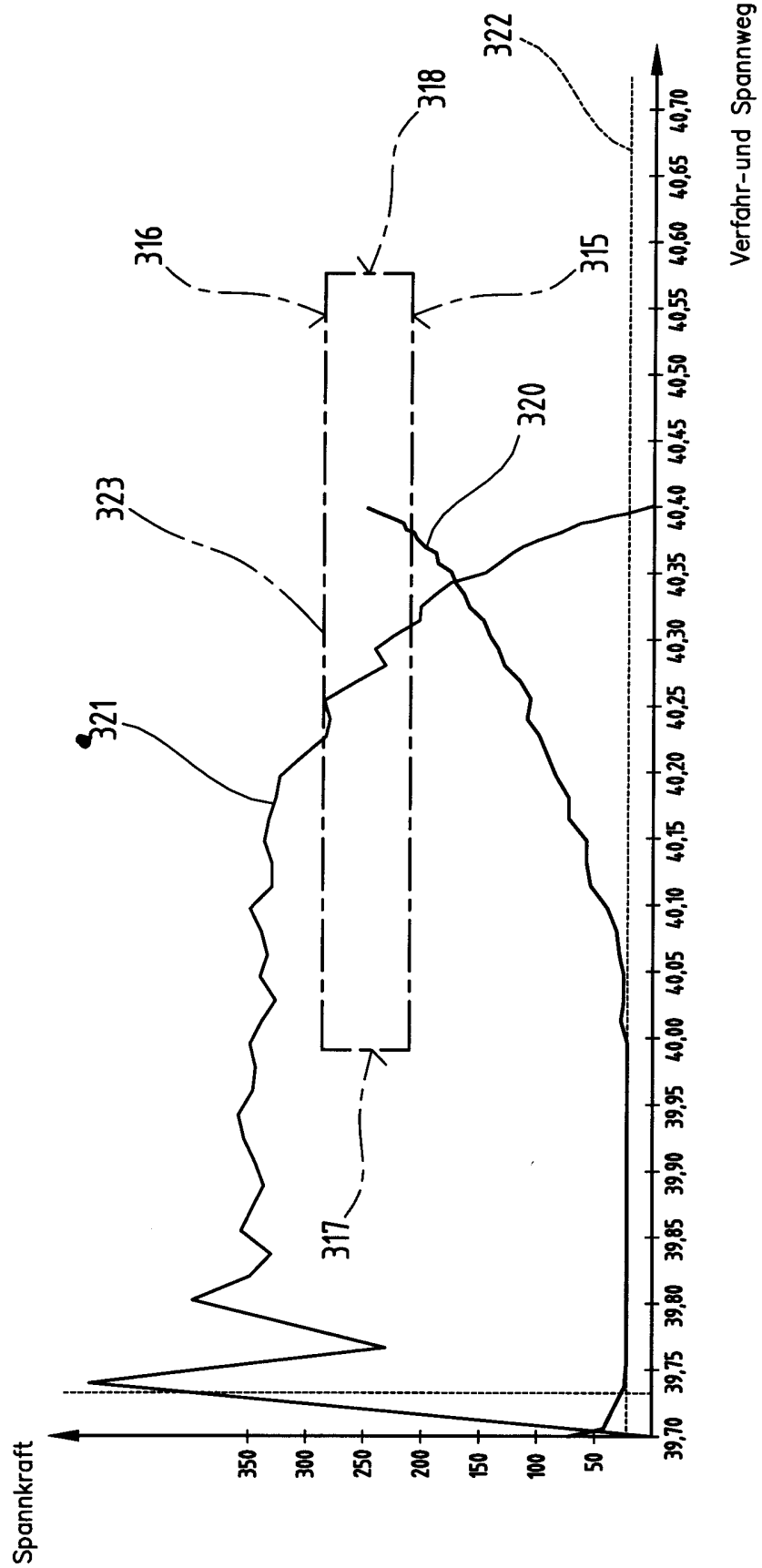


Fig. 19c



STIWA-Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.

Fig.20



007077

Fig.21

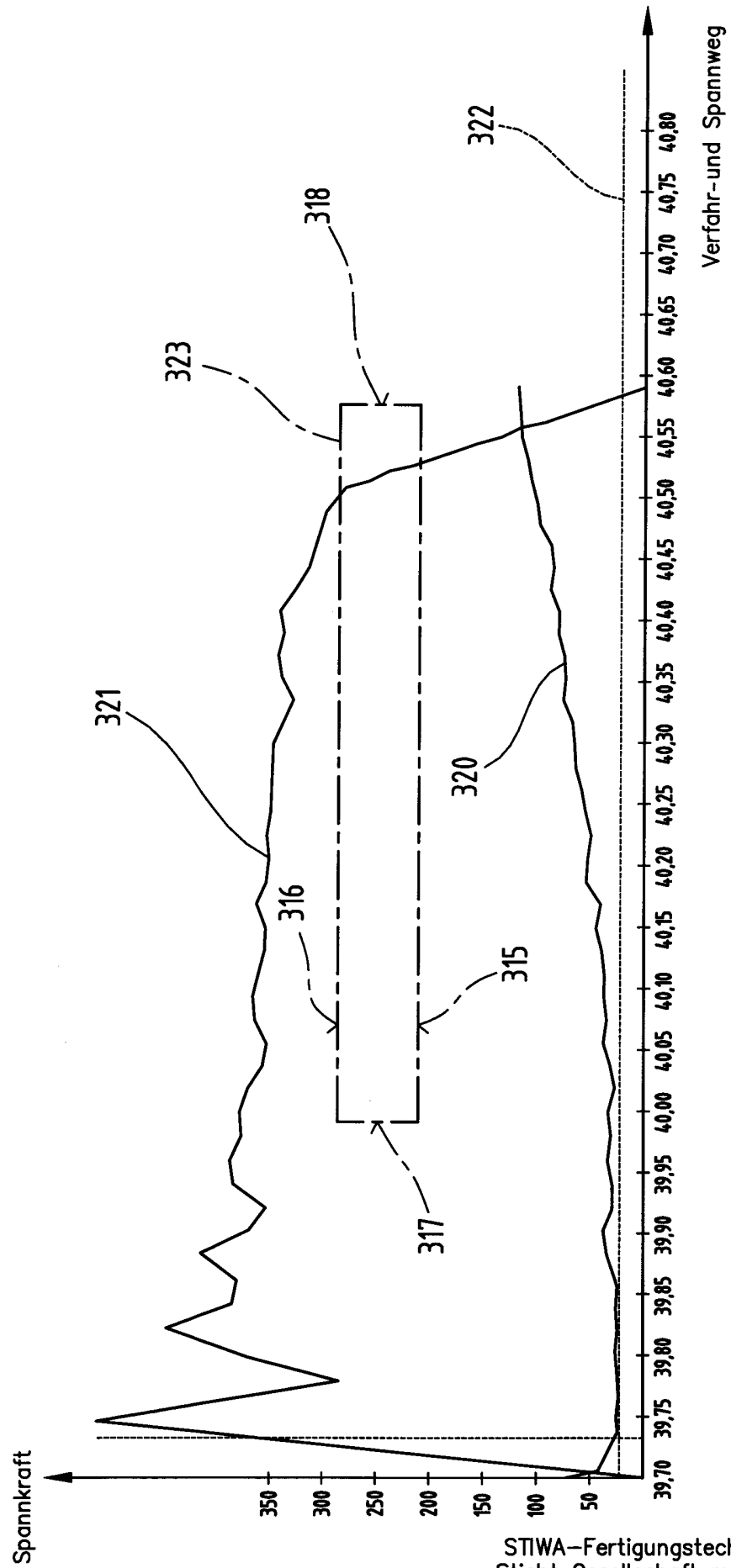
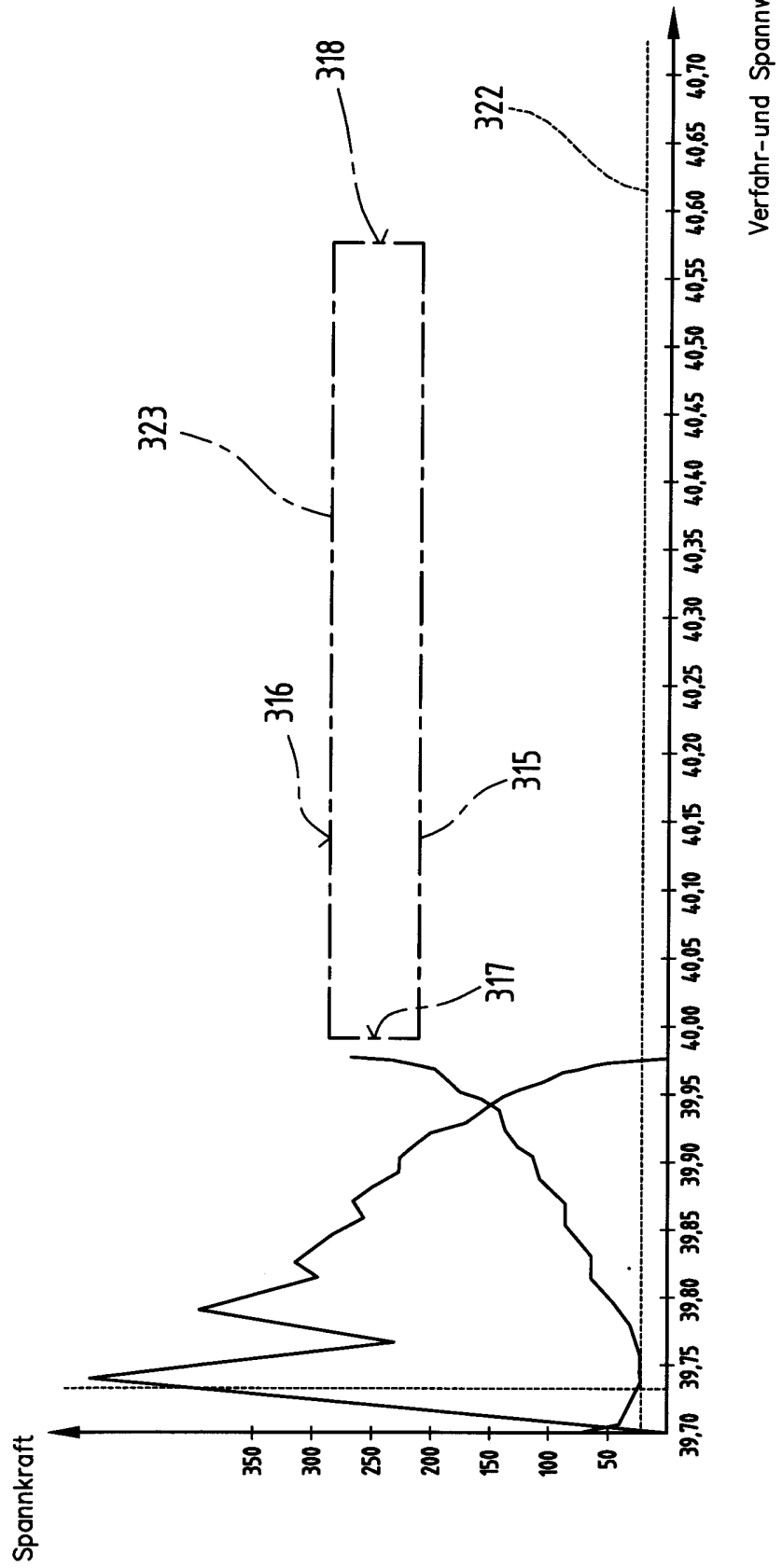


Fig.22



007277

Fig.23

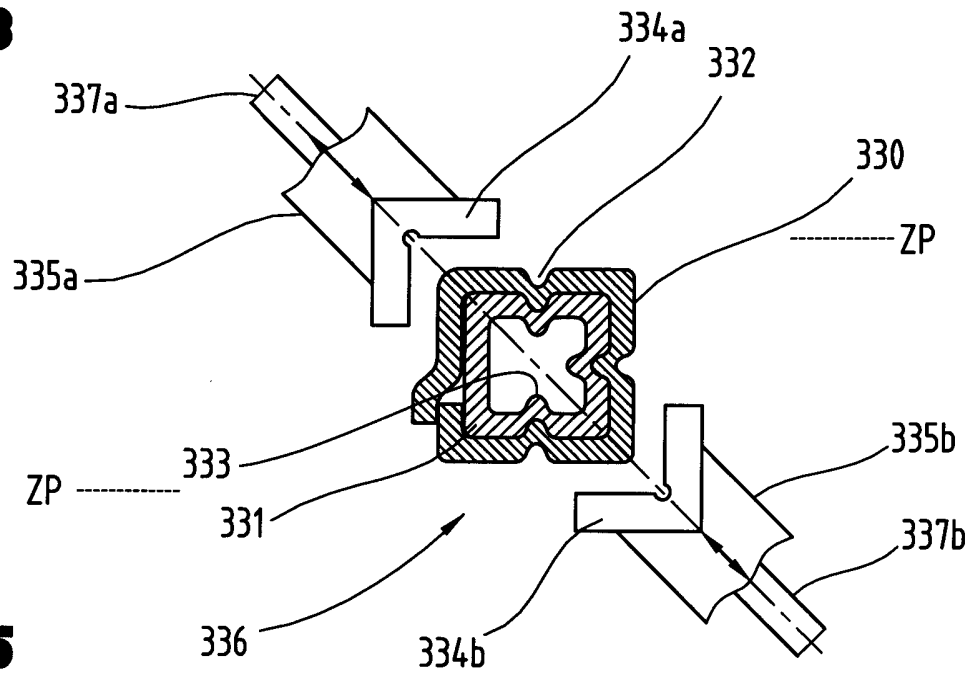


Fig.25

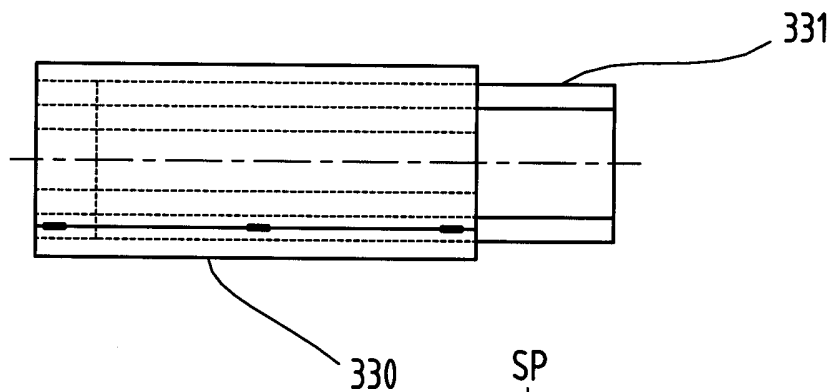


Fig.24

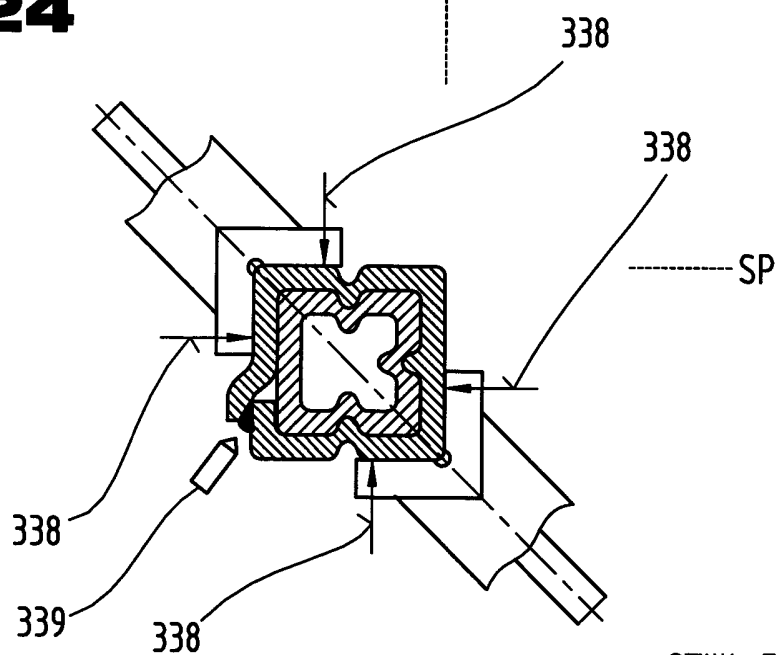


Fig.26

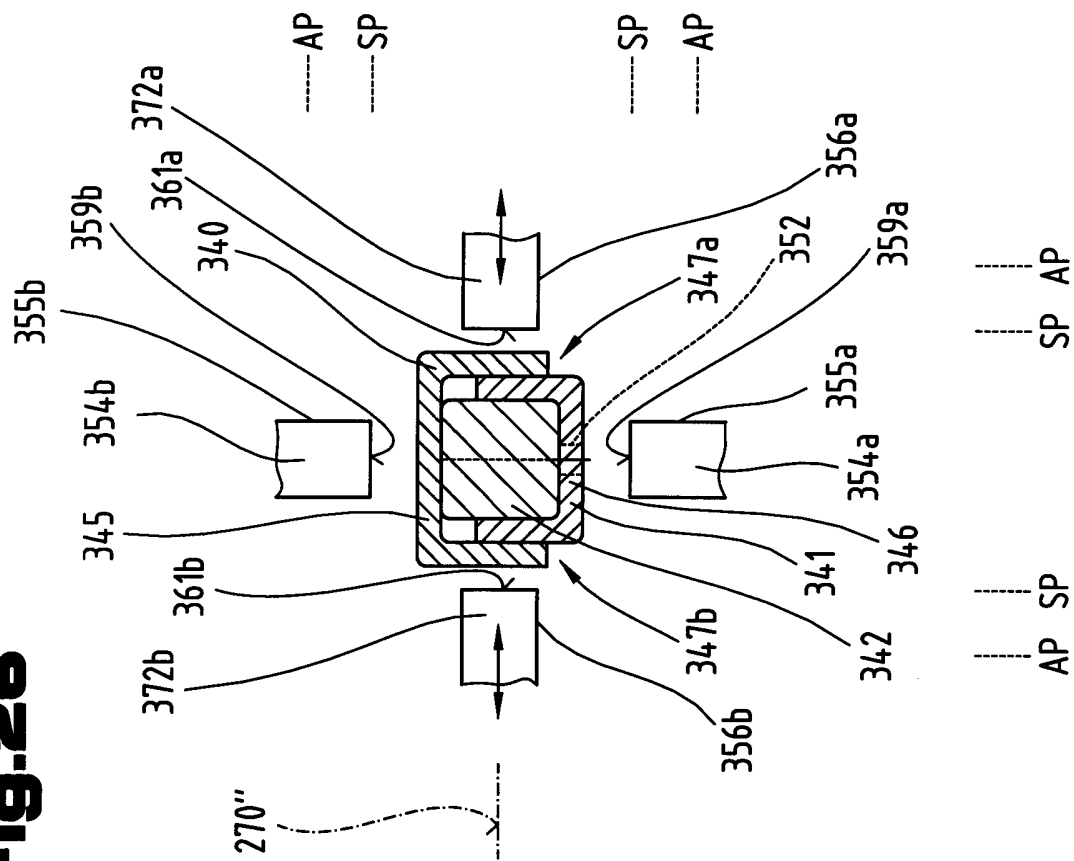


Fig.27

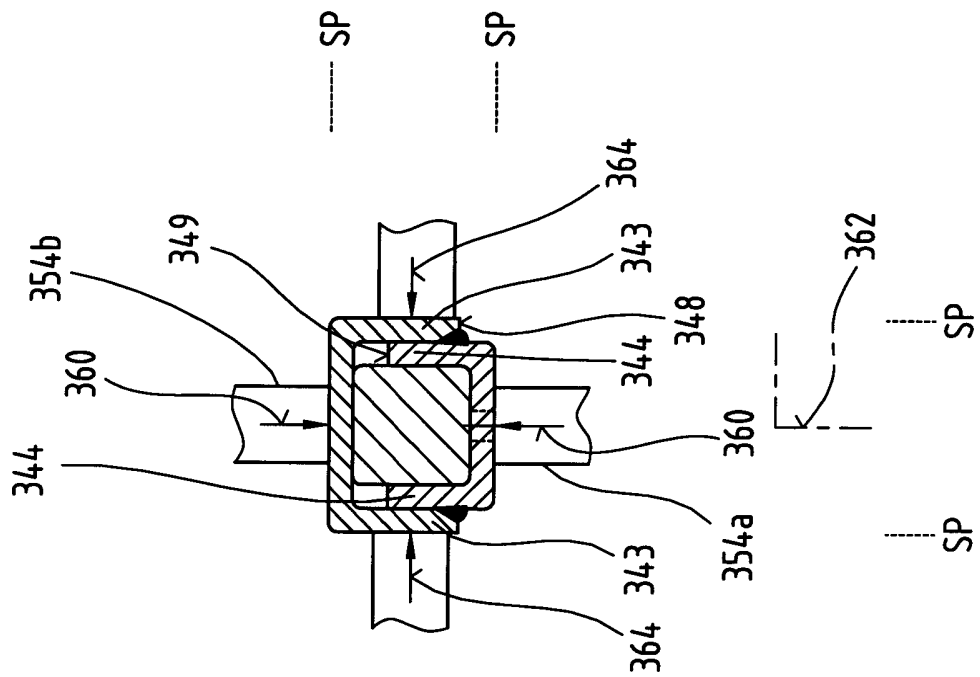


Fig. 28

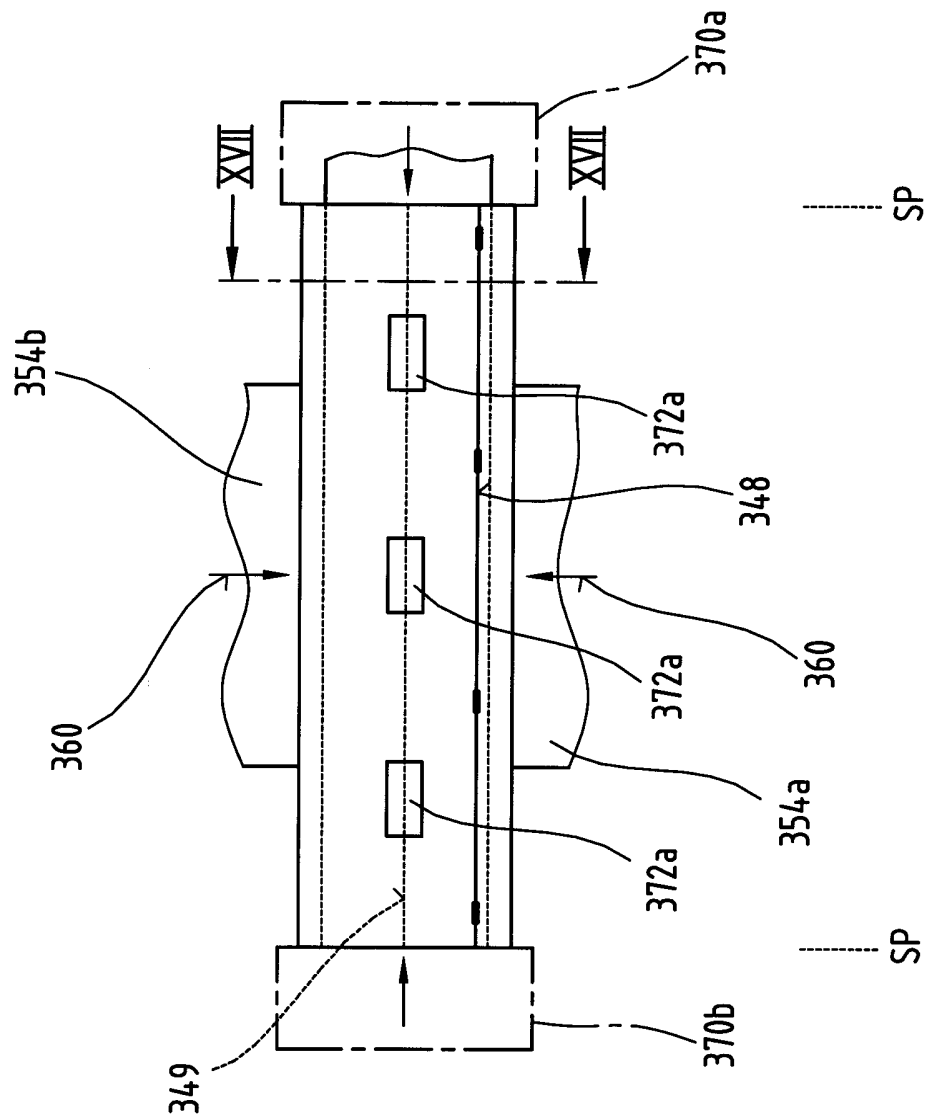


Fig.29



027377

Fig.30

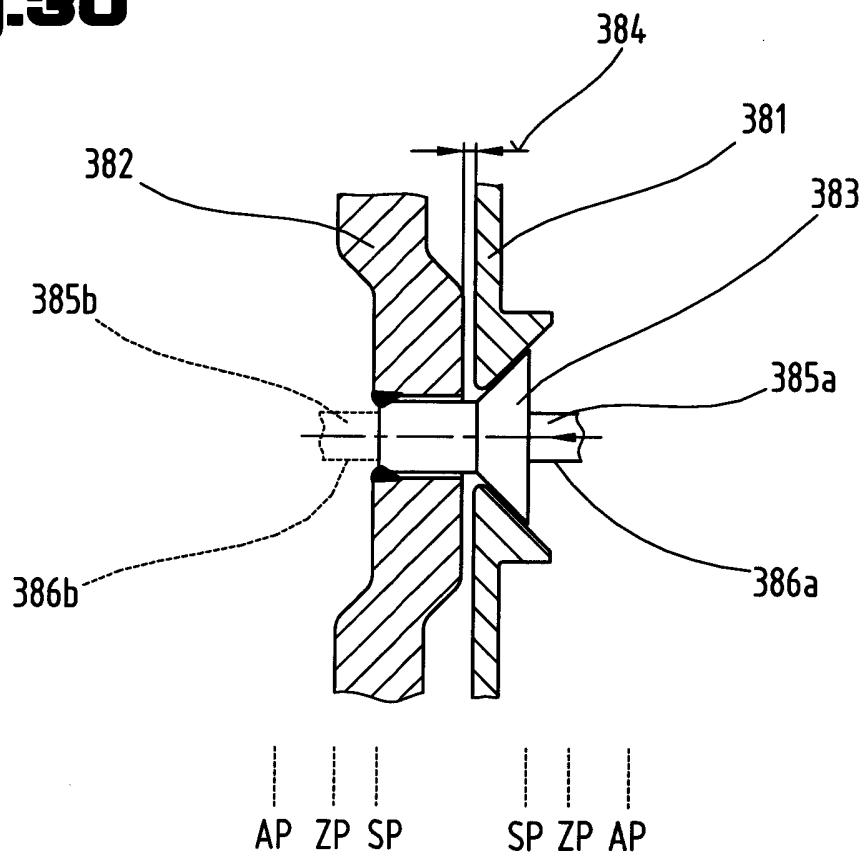
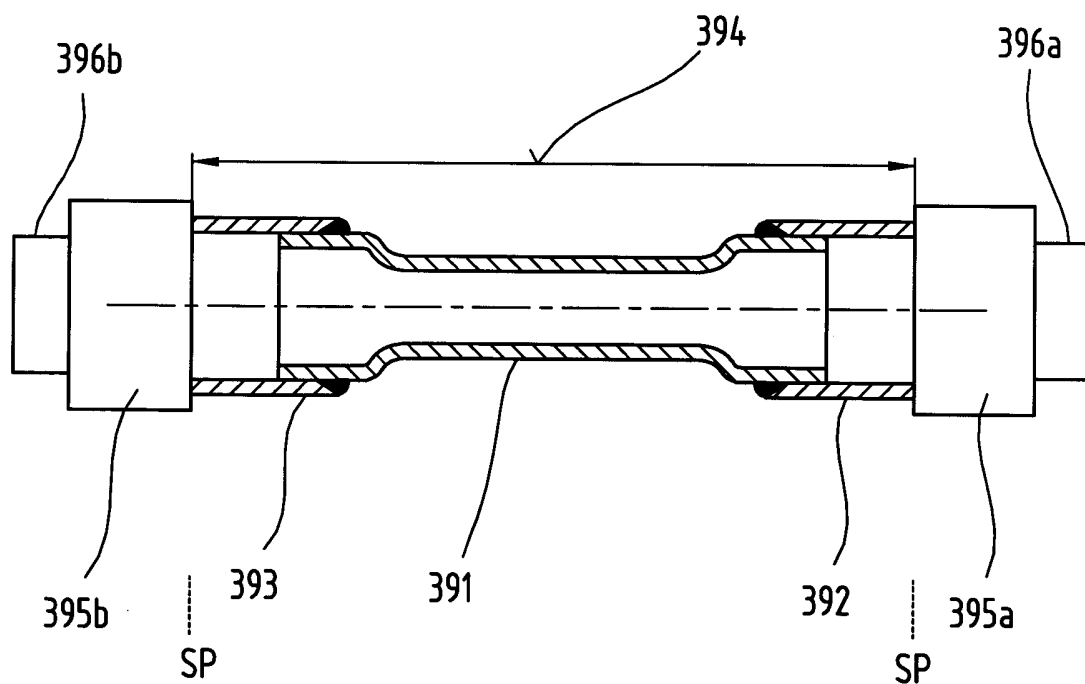


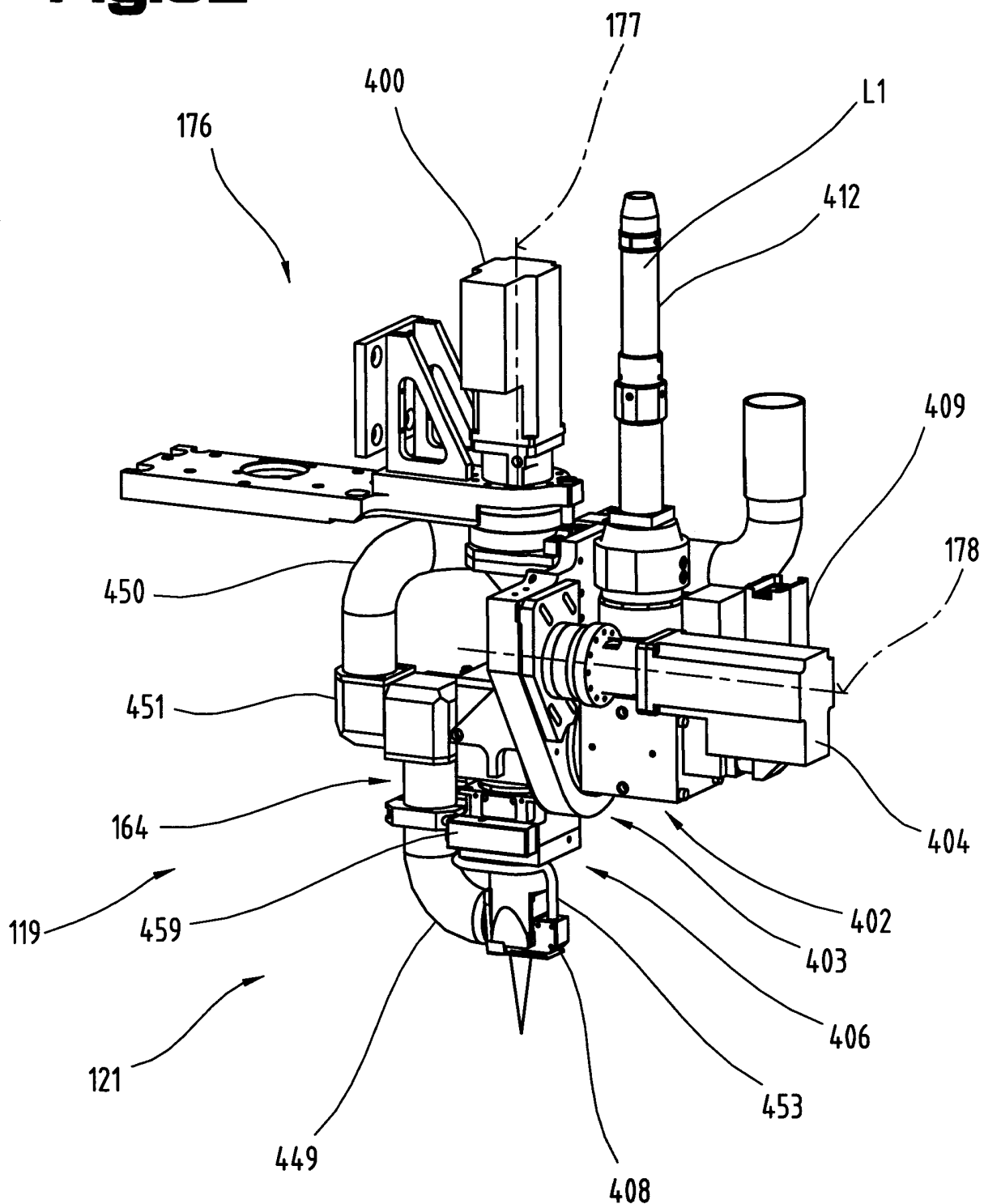
Fig.31



STIWA-Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.

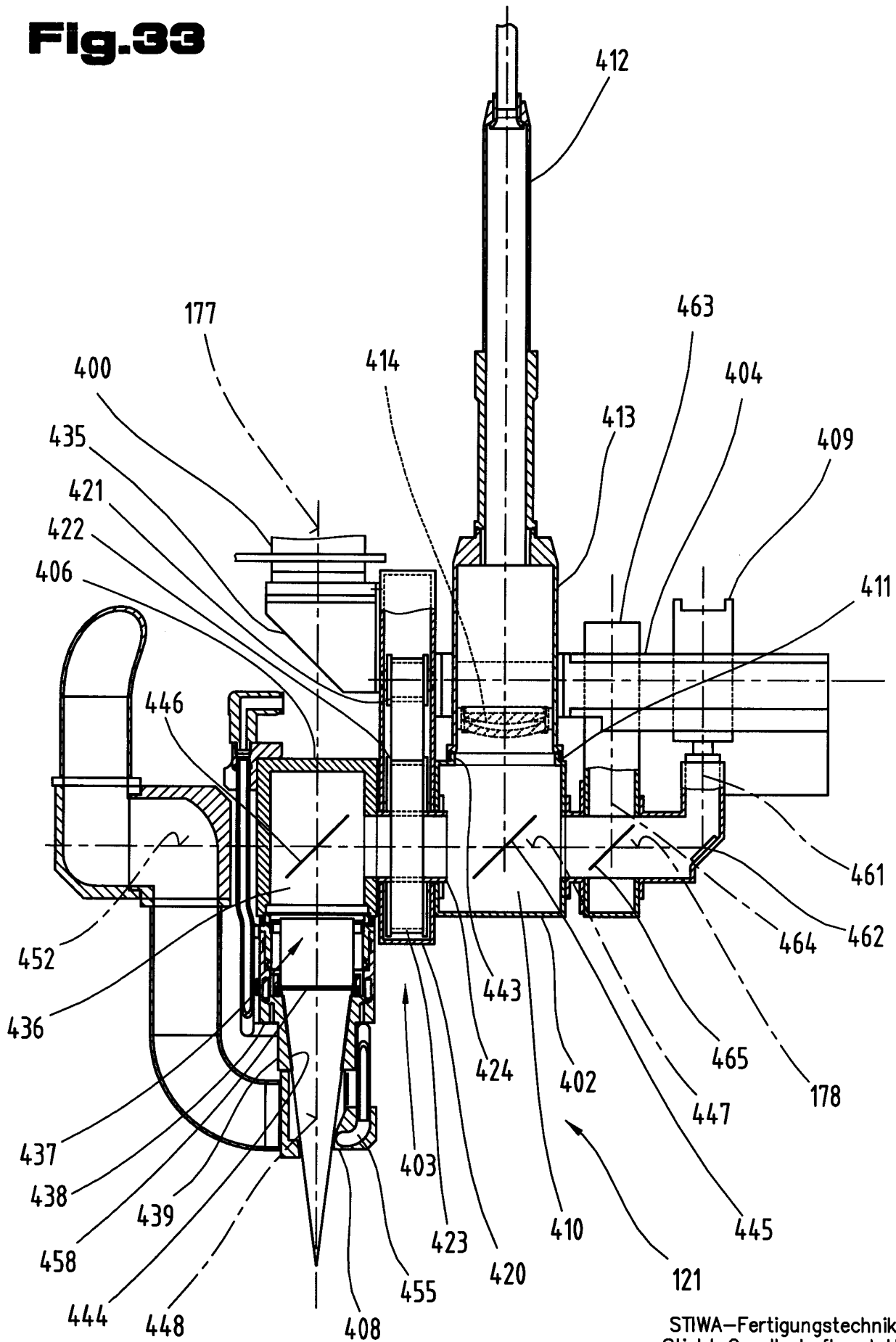
027277

Fig.32



027277

Fig.33



STIWA-Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : B23K37/047
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B23K37, B62D65, B65G35
Konsultierte Online-Datenbank: wpi, epodoc, paj, Volltext-Datenbanken
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 29. Dezember 2004 eingereichten Ansprüchen 1 - 47 erstellt.

Kategorie ⁷	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X A	EP 0 438 989 A1 (FIAT AUTO S.p.A.) 31. Juli 1991 (31.07.1991) <i>Zusammenfassung; Fig. 3a, 3c und 4a</i> --	1, 19 2 - 18, 20 - 47
X A	EP 0 908 266 A1 (VALIANT MACHINE & TOOL INC.) 14. April 1999 (14.04.1999) <i>Zusammenfassung; Fig. 1 und 2</i> --	1, 19 2 - 18, 20 - 47
X A	DE 35 39 852 A1 (Lamb Technicon Corp.) 22. Mai 1986 (22.05.1986) <i>Zusammenfassung; Seite 8: Zeile 22 - Seite 9: Zeile 12</i> ----	1, 19 2 - 18, 20 - 47

Datum der Beendigung der Recherche:
5. Dezember 2005

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
Dipl.-Ing. PAVDI

⁷ 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 **nahellegend** 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.