

(19)



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer:

AT 004 337 U1

(12)

GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 46/00

(51) Int.Cl.⁷ : B23K 20/12

(22) Anmeldetag: 26. 1.2000

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 5.2001

(45) Ausgabetag: 25. 6.2001

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

STEYR-DAIMLER-PUCH FAHRZEUGTECHNIK AG&CO KG
A-1010 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

KLAMPFL HEINZ DIPL.ING. DR.TECHN.
BARNBACH, STEIERMARK (AT).

(54) VERFAHREN ZUM VERBINDEN ZWEIER TEILE MITTELS REIBSCHWEISSUNG UND NACH DIESEM VERFAHREN HERGESTELLTES MASCHINENELEMENT

(57) Ein Verfahren zum Verbinden eines ersten Teiles (1) mit einem zweiten Teil (2) mittels Reibschweißung besteht in folgenden Schritten:

a) der zweite Teil (2) wird mit einer durchgehenden zur zweiten Kontaktfläche (4) normalen Bohrung (5) versehen, die größer als der Durchmesser des Verbindungsteiles ist,

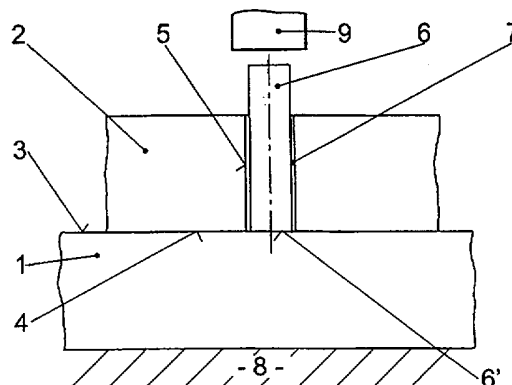
b) die beiden Teile (1,2) werden zum Anliegen gebracht, zueinander positioniert in einer Reibschweißmaschine (8) festgespannt,

c) als Verbindungsteil wird ein Verbindungsstift (6) in der anderen Spanneinrichtung (9) einer Reibschweißmaschine festgespannt,

d) der Verbindungsstift (6) wird in die Bohrung (5) eingeführt und unter Drehung angepresst, wodurch eine Reibschweißverbindung (11;39) zwischen der Stirnfläche des Verbindungsstiftes (6) und dem ersten Teil (1) hergestellt wird, und wobei der so entstehende Schweisswulst (10) im Raum (7) zwischen der Wand der Bohrung (5) und dem Verbindungsstift (6) Platz findet.

e) Nach Beendigung der Schweißung verbleibt der Verbindungsstift (6;27;37) zumindest teilweise in der Bohrung (5;36).

Das Verfahren ist besonders geeignet für die bleibende Verbindung rotierender Maschinenelemente.



AT 004 337 U1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden eines ersten Teiles mit einem zweiten Teil, wobei das erste Teil eine erste Kontaktfläche und das zweite Teil eine zweite Kontaktfläche besitzt, die einander in verbundenem Zustand berühren, mittels Reibschweissung mit kreissymmetrischen Verbindungsteilen.

Die Kontaktflächen können ebene oder auch Zylinderflächen sein, die zu verbindenden Teile daher sowohl plattenförmig als auch kreissymmetrisch, also zum Beispiel eine Welle und ein darauf befestigter Körper, etwa ein Zahnrad, eine Nabe oder ein exzentrischer Ausgleichskörper. Die Verbindung kann im übrigen sowohl mittels eines oder auch mittels mehrerer Verbindungsteile hergestellt sein.

Ein derartiges Verfahren ist aus der WO 97/44154 bekannt. Dort werden die beiden Teile mit ihren Kontaktflächen aufeinandergelegt. Die Schweissver-

bindung wird sodann durch Reibschweissung mit einem kreissymmetrischen Verbindungsteil durchgeführt, der relativ zu den beiden Teilen um eine zu den Kontaktflächen normale Drehachse rotiert und in der Drehachse vorgeschoben wird. Der Verbindungsteil muss sich zuerst in das nicht durchbrochene zweite Teil hinein- und durch dieses durchwühlen, und kommt erst dann mit der ersten Kontaktfläche des ersten Teiles in Berührung. So entsteht die Verbindung zwischen den beiden Teilen und dem Verbindungsteil. Wenn das zweite Teil dick ist, muß der Verbindungsteil mit einer fräskopffartigen Stirnfläche versehen sein, was die Schweissung behindernde Späne erzeugt und den Verbindungsteil teuer macht.

Diese bekannte Vorgangsweise hat, ganz abgesehen von der langen Taktzeit, zunächst den Nachteil, dass sehr viel mechanische Energie verbraucht und in Form von Reibungswärme den Teilen zugeführt wird. Die starke Erwärmung hat deren Verzug und damit Verzug des ganzen Bauteiles zur Folge. Der Verzug wird noch dadurch verstärkt, dass die Teile nach der Verbindung unter starker innerer Druckspannung stehen, weil die bei der Schweissung entstehende unter Druck stehende Schmelze nirgends hin entweichen kann. Das bedingt auch Einschränkungen bei der Wahl der Schweissparameter, wodurch das Verfahren vor allem im Blechbereich brauchbar; für dickere Teile, besondere Anforderungen und schwer verschweisbare Werkstoffe aber nicht geeignet ist.

Nach diesem Verfahren hergestellte Maschinenelemente sind somit teuer in der Fertigung und verzogen, was sich vor allem bei rotierenden Maschinenelementen verbietet. Deshalb handelt die Erfindung auch von erfindungsgemäß hergestellten Maschinenelementen.

Es ist Ziel der Erfindung, ein gattungsgemäßes Verfahren zu schaffen, das die genannten Nachteile nicht hat. Es soll bei möglichst geringer Energiezufuhr schnell und billig und auch für dicke Werkstücke aus verschiedenen Werkstoffen geeignet sein, und in der Folge genaue Werkstücke liefern.

Das erfindungsgemäße Verfahren besteht in folgenden Schritten:

- a) die Kontaktflächen der beiden Teile werden bearbeitet und der zweite Teil wird mit einer durchgehenden zur zweiten Kontaktfläche normalen Bohrung versehen, die größer als der Durchmesser des Verbindungsteiles ist,
- b) die beiden Teile werden mit ihren Kontaktflächen zum Anliegen gebracht und zueinander positioniert in einer Reibschweissmaschine festgespannt,
- c) als Verbindungsteil wird ein eine Stirnfläche aufweisender Verbindungsstift in der anderen Spanneinrichtung einer Reibschweissmaschine festgespannt,
- d) der Verbindungsstift wird in die Bohrung eingeführt, bis er die erste Kontaktfläche erreicht und dann unter Drehung in Richtung der Drehachse angedrückt, wodurch eine Reibschweissverbindung zwischen der Stirnfläche des Verbindungsstiftes und dem ersten Teil hergestellt wird, und wobei der so entstehende Schweisswulst im Raum zwischen der Wand der Bohrung und dem Verbindungsstift Platz findet.
- e) Nach Beendigung der Schweissung verbleibt der Verbindungsstift zumindest teilweise in der Bohrung.

Die größere Bohrung braucht nicht genau bearbeitet zu sein, eine Feinbearbeitung nach dem Bohren ist nicht erforderlich. Wenn das zweite Teil ein Gussteil ist, könnte sie sogar gussroh bleiben. Ihr Übermaß bezüglich des Verbindungsteiles erlaubt die Feinpositionierung der beiden Teile zueinander, ohne eine allzu genaue Positionierung der anderen Spanneinrichtung (die eine oder die andere ist drehbar und/oder verschiebbar) zu erfordern. Eine prozessspezifische Vorbereitung der ersten Kontaktfläche des ersten Teiles für die Schweissung ist normalerweise nicht erforderlich. Das Verfahren ist auch in dieser Hinsicht voll automatisierbar.

Das Übermass hat weiters die wichtige Konsequenz, dass der Raum zwischen dem Verbindungsstift und der Wand der Bohrung den für das Reibschweissen typischen Schweisswulst aufnimmt. Der Schweisswulst überbrückt so gewissermaßen das Spiel zwischen den beiden Teilen und fixiert die Positionierung, er bildet eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Verbindungsstift und dem zweiten Teil. Durch diesen „Expansionsraum“ bauen sich auch in den verbindenden Teilen nur sehr geringe Spannungen auf. Mit der Freiheit, die Durchmesserdifférenz in weiten Grenzen zu variieren hat man auch bei der Wahl der Schweissparameter viel mehr Freiheit, etwa zur Anpassung an verschiedene Werkstoffe. Dadurch sind auch schwer schweisbare Werkstoffe, ja sogar nichtmetallische Werkstoffe für das erfindungsgemäße Verfahren geeignet.

Dadurch, dass der Schweisswulst die Verbindungsfläche und damit die übertragbaren Schubkräfte vergrößert, braucht der Verbindungsteil nur ein Stift kleinen Durchmessers zu sein, was die benötigte Schweissenergie weiter vermindert und die Taktzeit weiter verkürzt. Es genügt in der Regel ein einfacher Stift ohne besonders gestaltete Stirnfläche. Er ist daher billig und auch einfach einzuspannen und zu zentrieren. Durch besondere Gestaltung der Stirnfläche

kann die Wulstbildung und damit der ganze Schweissprozess maßgeblich beeinflusst werden.

In manchen Anwendungsfällen, etwa wenn auch Drehmomente zu übertragen sind, kann es von Vorteil sein, wenn bei der Durchführung der Reibschweissung der Schweisswulst auch mit der Wand der Bohrung im zweiten Teil eine Reibschweissverbindung eingeht (Anspruch 2). Der Grad der Auffüllung der Bohrung und damit die Festigkeit der Verbindung ist wieder über die Schweissparameter einstellbar.

In Weiterbildung der Erfindung wird in Schritt e) des Hauptanspruches der für die Verbindung der beiden Teile nicht mehr benötigte und in der anderen Spanneinrichtung der Reibschweissmaschine festgespannte Teil des Verbindungsstiftes von dem die Verbindung herstellenden Teil des Verbindungsstiftes getrennt (Anspruch 3). Die Abtrennung des nicht benötigten Teiles kann so ohne einen gesonderten Arbeitsgang erfolgen, zum Beispiel durch Abreißen und/oder Abscheren des nicht benötigten Teiles in einer vorbestimmten Zone des Verbindungsstiftes (Anspruch 4), und zu einem vorbestimmten Zeitpunkt. Dazu sind die Schweissparameter und Masse so zu wählen, dass die vorbestimmten Zone durch die Schweisshitze ausreichend erweicht ist.

Besonders praktisch geht das, wenn der Verbindungsstift eine Sollbruchstelle aufweist (Anspruch 8), die vorzugsweise eine Umfangsnut ist (Anspruch 9). Die Trennung erfolgt dann ganz von selbst, wenn in der letzten Phase der Reibschweissung ein erhöhtes Drehmoment aufgebracht und/oder an der Einspannung eine Zugkraft aufgebracht wird. Die Sollbruchstelle kann so an eine sonst unzugängliche Stelle in der Bohrung gelegt werden, sodass der nicht benötigte Teil des Verbindungsstiftes nicht vorsteht.

Die Erfindung betrifft auch ein Maschinenelement, das aus einem ersten Teil mit einer ersten Kontaktfläche und aus einem zweiten Teil mit einer zweiten Kontaktfläche und einer in der zweiten Kontaktfläche endenden Bohrung, die einen Verbindungsstift aufnimmt, besteht. Dabei ist erfindungsgemäß (Anspruch 5)

- a) der Durchmesser der Bohrung zumindest über einen Teil ihrer Tiefe größer als der des Verbindungsstiftes,
- b) der die Bohrung durchsetzende Verbindungsstift und seine Stirnfläche mit der ersten Kontaktfläche durch eine erste Reibschweisszone verbunden, wobei der sich bildende Schweißwulst in dem Raum zwischen dem Verbindungsstift und der Wand der Bohrung Platz findet.

Der Schweißwulst stellt eine formschlüssige Verbindung zwischen erstem und zweitem Teil her (Anspruch 6), kann aber auch mit der Wand der Bohrung des zweiten Teiles eine zweite Reibschweisszone bilden (Anspruch 7). Das so hergestellte Maschinenelement zeichnet sich durch hohe Genauigkeit und niedere Herstellkosten aus.

Besondere Umstände oder Werkstoffkonstellationen können es erforderlich machen, dass die erste Kontaktfläche des ersten Teiles an der mit dem Verbindungsstift zu verschweisenden Stelle eine Abtragung (Anspruch 10) oder dass die Bohrung des zweiten Teiles in der Nähe der zweiten Kontaktfläche eine Erweiterung aufweist (Anspruch 11). Auf diese Weise kann das Fließverhalten des Schweißwulstes, die Wärmeableitung, die Prozesssicherheit und können auch die Eigenschaften der Schweissverbindung beeinflusst werden. Die Abtragung kann mechanisch, chemisch oder elektrisch erfolgen. Die Bohrung des zweiten Teiles kann aber auch auf der der zweiten Kontaktfläche

abgewandten Seite eine Einschnürung aufweisen (Anspruch 12). Diese Einschnürung dient dann der Zentrierung des Verbindungsstiftes.

Besondere Vorteile werden erzielt, wenn das erste - oder das zweite - Teil eines erfindungsgemäßen Maschinenelementes eine Welle und das jeweils andere Teil ein auf dieser befestigter Körper ist (Anspruch 13), und ganz besonders, wenn die Welle die Ausgleichswelle einer Kolbenmaschine und der Körper ein Ausgleichsgewicht ist (Anspruch 14).

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Abbildungen beschrieben und erläutert. Es stellen dar:

- Fig. 1: Die Teile des erfindungsgemäßen Maschinenelementes vor dem Verschweissen,
- Fig. 2: Einen Teil eines nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten erfindungsgemäßen Maschinenelementes in einer ersten Form,
- Fig. 3: Einen Teil eines nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten erfindungsgemäßen Maschinenelementes in einer zweiten Form,
- Fig. 4: Detail II der Fig. 1 in verschiedenen Varianten (a bis d), vor dem Verschweissen,
- Fig. 5: Detail III der Fig. 1 in verschiedenen Varianten (a bis f), vor dem Verschweissen,
- Fig. 6: Detail IV der Fig. 1 in verschiedenen Varianten (a bis e), vor dem Verschweissen,
- Fig. 7: Eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zusammengebaute Ausgleichswelle einer Kolbenmaschine im Längsschnitt,
- Fig. 8: Querschnitt zu Fig. 7,
- Fig. 9: Detail V in Fig. 7, vergrößert.

Fig.1 zeigt teilweise ein Maschinenelement, das aus einem ersten Teil 1 und einem zweiten Teil 2 besteht, vor dem Verschweißen. Die Teile 1, 2 können wie dargestellt plattenförmig sein, es kann sich aber auch um eine Welle und eine Nabe handeln. Entsprechend ist die erste Kontaktfläche 3 des ersten Teiles und die zweite Kontaktfläche 4 des zweiten Teiles eben oder zylindrisch. Diese Flächen sind genau bearbeitet, sodaß Teil 1 und 2 sauber gefügt werden können. Im Falle zylindrischer Kontaktflächen bedeutet das Spielsitz. Das zweite Teil 2 besitzt eine Bohrung 5, die den Eintritt eines Verbindungsstiftes 6 gestattet, dessen Stirnfläche 6' in der gezeigten Stellung bereits auf der zweiten Kontaktfläche 4 aufsitzt. Der Durchmesser des Verbindungsstiftes 6 ist kleiner als der Innendurchmesser der Bohrung 5, sodaß zwischen diesen ein Zwischenraum 7 freibleibt.

Die Reibschweißung wird durch Relativbewegung zwischen dem Verbindungsstift 6 und den beiden gefügten Teilen 1, 2 vorgenommen. Dazu sind letztere an einer nur angedeuteten Spannvorrichtung 8 einer nicht dargestellten Reibschweißmaschine befestigt, der Verbindungsstift 6 an einer anderen Spannvorrichtung 9 der Reibschweißmaschine. Die zum Schweißen ausgeführte Relativbewegung ist eine Drehung um die Achse des Verbindungsstiftes 6 und ein Vorschub in Richtung dieser Achse. Diese Bewegungen laufen in einer festgesetzten Reihenfolge und in genau dosiertem Ausmaß ab, wobei diese mechanischen Schweißparameter in der bei Reibschweißungen üblichen Weise berechnet beziehungsweise ermittelt werden.

Die Bohrung 5 bedarf keiner Feinbearbeitung, sie kann auch gußroh sein. Das Verhältnis zwischen Bohrungsdurchmesser und Durchmesser des Verbindungsstiftes sowie gegebenenfalls die Form der Bohrung sind wichtige Einflußfaktoren zur Steuerung des Schweißprozesses. Von ihnen hängt das

Fließverhalten und die endgültige Form des Schweißwulstes ab. Von ihnen hängt es aber auch ab, ob es zur weiteren Schweissung zwischen dem aufsteigenden Wulst und der Bohrung 5 kommt, oder lediglich zum „Auffüllen“ der Bohrung.

Fig.2 zeigt dasselbe Maschinenelement nach der Verschweißung. Bei dieser bildet die Stirnfläche 6' des Verbindungsstriches 6 mit der ersten Kontaktfläche eine erste Schweißzone 11. Der dabei entstehende Schweißwulst 10 wird in den Zwischenraum 7 abgedrängt und bildet so mit der Bohrung 5 des zweiten Teiles 2 eine formschlüssige Verbindung. Bis zu welcher Höhe und in welcher Weise der Schweißwulst 10 den Zwischenraum 7 füllt, hängt vom Durchmesser Verhältnis und von den Schweißparametern ab. Auf diese Weise ist der Verbindungsstift 6 mit dem ersten Teil 1 verschweißt und der zweite Teil ist vom Verbindungsstift 6 in der Art eines Paßstiftes gegen Verschieben der Kontaktflächen 3, 4 zueinander gesichert. Bei der Werkstoffauswahl kommt es hier auf die Verschweißbarkeit des Verbindungsstiftes 6 mit dem ersten Teil 1 an, der zweite Teil 2 ist ja nur formschlüssig verbunden, er kann somit aus einem beliebigen Werkstoff, der nicht einmal ein Metall zu sein braucht, bestehen.

Mit anders gewählten Schweissparametern entsteht eine Verbindung gemäß Fig.3. Bei dieser sind die Schweißparameter und die Werkstoffe so gewählt, dass zusätzlich zur ersten Schweißzone 11 auch der Schweißwulst 10 mit der Innenwand der Bohrung 5 im zweiten Teil 2 reibverschweißt wird und so eine zweite Schweißzone 12 bildet, und somit auch eine Schweißverbindung zwischen dem Verbindungsstift 6 und dem zweiten Teil 2. Die Höhe der zweiten Schweißzone 12 ist von der Breite des Zwischenraumes 7 und von den Schweißparametern abhängig.

Bei beiden Verfahrensführungen läuft der Schweißvorgang folgendermaßen ab: Die beiden Teile 1,2 werden mit ihren vorbereiteten Kontaktflächen 3,4 gefügt. Das zweite Teil 2 besitzt bereits eine Bohrung 5. Dann werden die beiden Teile 1,2 genau positioniert und in einer Spannvorrichtung der Reibschweißmaschine eingespannt. Dann wird der Verbindungsstift 6 in der anderen Spannvorrichtung der Reibschweißmaschine eingespannt und in die Bohrung 5 eingeführt und positioniert. Sodann wird der Verbindungsstift 6 durch eine Zustellbewegung in seiner Achse in die Bohrung 5 eingeführt, bis seine Stirnfläche 6' die zweite Kontaktfläche 4 berührt.

Nun beginnt der eigentliche Schweißvorgang, der aus einer Reibphase, einer Stauchphase und einer Halte- bzw Nachpressphase besteht. Der zeitliche Verlauf der Zustell- und der Rotationsbewegungen, die mechanischen Schweißparameter, wurden in für den Fachmann geläufiger Weise ermittelt. Der für das Reibschweißen typische Schweißwulst 10 steigt in den Zwischenraum 7 zwischen Verbindungsstift 6 und Bohrung 5 auf und bildet dort entweder eine formschlüssige Verbindung, wie in Fig.2, oder er verschweißt auch mit dem zweiten Teil 2 und bildet eine Verbindung wie in Fig.3.

In normalen Fällen braucht die erste Kontaktfläche 3 nicht prozessspezifisch bearbeitet zu sein, ist die Bohrung 5 zylindrisch und ist der Verbindungsstift 6 ebenfalls ein Zylinder. In besonderen Fällen oder zur Optimierung der Verbindung unter gewissen Umständen, können diese jedoch abweichend gestaltet sein.

Gemäß Fig.4 kann die Form der Bohrung 5 abgewandelt sein, weil deren Einfluss auf das Fließverhalten des Reibwulstes, das spezielle Füllverhalten im Übergangsbereich zwischen den beiden Teilen 1, 2 und auf die Prozessstabilität erheblich ist. In Fig.4 zeigt a) eine normale zylindrische Bohrung 5; b)

eine zylindrische Bohrung 5' mit einer kleinen Anphasung 14 im Übergangsbereich zwischen den Teilen 1, 2; c) eine große Ansenkung 15 und d) eine Einschnürung 16 im oberen Bereich, die etwa der Zentrierung des Verbindungsstiftes 6 in dem zweiten zu verbindenden Teil 2 dient.

Fig.5 zeigt verschiedene Ausbildungen der ersten Kontaktfläche 3 an der Stelle, an der die Verschweißung mit dem Verbindungsstift 6 stattfinden soll. Normalerweise ist keine vorbereitende Bearbeitung erforderlich, eine solche kann aber bei besonderen Werkstoffpaarungen und/oder Oberflächenbeschaffenheit des ersten Teiles 1 vorteilhaft sein. Gemäß a) ist eine Einsenkung 18 vorgesehen; gemäß b) eine Sackbohrung 19. Zum örtlichen Abtragen kohlenstoffreicher Einsatzschichten oder Nitritschichten genügt eine in c) nur ange deutete örtliche Abtragung 20. Sie kann durch chemische Oberflächenumwandlung, Laserbearbeitung oder leichtes Anschleifen erfolgen. Gemäß d) ist eine kalottenförmige Mulde 21 vorgesehen oder gemäß e) eine ebene Einsenkung 22.

Fig.6 zeigt verschiedene mögliche Ausbildungen des Verbindungsstiftes 6. Im Normalfall wird ein Zylinderstift 6 mit ebener Stirnfläche 6' gemäß a) verwendet. Alternativ kann der Verbindungsstift 6 an seiner Stirnfläche 6' gemäß b) eine kreissymmetrische Vertiefung 23 besitzen, welche einen besonders fülligen Schweißwulst ergibt; oder sie besitzt gemäß c) an ihrer Stirnfläche eine Kalotte 24; oder gemäß d) eine abgerundete Spitze 25. Um bei Beendigung der Reibschweißung selbsttätig eine Trennung des Verbindungsstiftes 6 herbeizuführen, ist entweder gemäß e) eine scharfkantige Umfangsnut 26 vorgesehen oder die Schweißparameter und Maße sind so gewählt, dass sich gemäß f) eine Zone 30 erhöhter Temperatur bildet.

Die Umfangsnut 26 bewirkt, dass sich bei Erreichen eines bestimmten Drehmomentes der überflüssige Teil 28 des Verbindungsstiftes 6 von dem in der Bohrung 5 verbleibenden Teil 27 trennt. Dieser Momentenanstieg kann mittels der Reibschweißmaschine selbst oder durch eine geeignete Zusatzeinrichtung aufgebracht werden; er kann bereits ohne besonderes Zutun in der Stauchphase oder in der Nachpressphase auftreten. Eine ausreichend hohe Temperatur in der Zone 30 ist durch geeignete Auslegung zu erreichen. In f) ist noch ein Kopf 29 für die Einspannung in der Spannvorrichtung der Reibschweißmaschine angedeutet.

Fig.7, 8 zeigen eine unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellte Ausgleichswelle einer Kolbenmaschine. Die Ausgleichswelle 30 ist im günstigsten Fall, wie hier, eine glatte zylindrische Welle mit durchgehend gleichem Durchmesser, also besonders einfach und billig zu fertigen. Sie entspricht dem ersten Teil der Fig.1, ihre Oberfläche bildet die erste Kontaktfläche. Die Ausgleichswelle 30 ist in Lagern 31 in einem nur angedeuteten Lagerstuhl gelagert. Auf ihr sind, jeweils zwischen zwei Lagern 31, Ausgleichsgewichte 32 in der erfindungsgemäßen Weise befestigt. Das Ausgleichsgewicht 32 ist hier ein einteiliges Gußstück, das genau auf die Ausgleichswelle 30 paßt, kann aber auch eine Schmiede- oder Drehteil sein. Es besteht aus einer exzentrischen Ausgleichsmasse 33 und zwei die Ausgleichswelle 30 umfassenden Ringteilen 34. Das Ausgleichsgewicht entspricht dem zweiten Teil der Fig.1. Das Ausgleichsgewicht 32 besitzt weiters eine Spurlagerfläche 35, die mit dem Lager 31 zusammenwirkt. Deshalb und wegen der Funktionserfordernisse einer Ausgleichswelle muss das Ausgleichsgewicht 32 sowohl in Längs- als auch in Umfangsrichtung genau positioniert auf der Ausgleichswelle 30 fixiert werden.

Zur Befestigung besitzt das Ausgleichsgewicht 32 im dargestellten Ausführungsbeispiel zwei Bohrungen 36, entsprechend Bohrungen 5 der Fig.1. Eine Bohrung 36 würde aber genügen. In Fig.9 ist die fertige Schweißverbindung 38 vergrößert zu sehen. Der verbleibende Teil des Verbindungsstiftes 37 ist in einer ersten Schweißzone 39 mit der Ausgleichswelle 30 verschweißt, und in einer zweiten Schweißzone 40 auch mit dem Ausgleichsgewicht 32.

Dank der besonderen Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens und der Eigenschaften des erfindungsgemäßen Maschinenelementes ist es möglich, die Ausgleichswelleneinheit gemäß Fig.7 zu montieren, die montierte Einheit einzuspannen, die Ausgleichsgewichte genau zu positionieren und dann erst die Reibungsschweißung vorzunehmen. Die dadurch erzielte Zeit- und Kostenersparnis ist bei höchster Qualität, Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit der Verbindung außerordentlich hoch.

Ansprüche

1. Verfahren zum Verbinden eines ersten Teiles mit einem zweiten Teil, wobei das erste Teil (1) eine erste Kontaktfläche (3) und das zweite Teil (2) eine zweite Kontaktfläche (4) besitzt, die einander in verbundenem Zustand berühren, mittels Reibschweissung mit kreissymmetrischen Verbindungsteilen, bestehend in folgenden Schritten:
 - a) die Kontaktflächen (3,4) der beiden Teile (1,2) werden bearbeitet und der zweite Teil (2) wird mit einer durchgehenden zur zweiten Kontaktfläche (4) normalen Bohrung (5) versehen, die größer als der Durchmesser des Verbindungsteiles ist,
 - b) die beiden Teile (1,2) werden mit ihren Kontaktflächen (3,4) zum Anliegen gebracht und zueinander positioniert in einer Reibschweissmaschine (8) festgespannt,
 - c) als Verbindungsteil wird ein eine Stirnfläche (6') aufweisender Verbindungsstift (6) in der anderen Spanneinrichtung (9) einer Reibschweissmaschine festgespannt,

d) der Verbindungsstift (6) wird in die Bohrung (5) eingeführt, bis er die erste Kontaktfläche (3) erreicht und dann unter Drehung in Richtung der Drehachse angepresst wird, wodurch eine Reibschweisssverbindung (11;39) zwischen der Stirnfläche des Verbindungsstiftes (6) und dem ersten Teil (1) hergestellt wird, und wobei der so entstehende Schweisswulst (10) im Raum (7) zwischen der Wand der Bohrung (5) und dem Verbindungsstift (6) Platz findet.

e) Nach Beendigung der Schweissung verbleibt der Verbindungsstift (6; 27;37) zumindest teilweise in der Bohrung (5;36).

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem in dem Schritt d) der Schweisswulst (10) auch mit der Wand der Bohrung (5;36) im zweiten Teil (2;32) eine Reibschweisssverbindung (12;40) eingeht.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem im Anschluß an Schritt d) der für die Verbindung der beiden Teile (1,2) nicht mehr benötigte und in der anderen Spanneinrichtung (8;9) einer Reibschweisssmaschine festgespannte Teil (28) des Verbindungsstiftes (6) von dem die Verbindung herstellenden Teil (27;37) getrennt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Trennung durch Abreißen und/oder Abscheren des nicht benötigten Teiles in einer vorbestimmten Zone (30) des Verbindungsstiftes (6) erfolgt.

5. Maschinenelement, bestehend aus einem ersten Teil (1;30) mit einer ersten Kontaktfläche (3) und aus einem zweiten Teil (2), mit einer zweiten Kontaktfläche (4) und einer in der zweiten Kontaktfläche endenden Bohrung

(5;36), die einen Verbindungsstift (6;37) aufnimmt, dadurch **gekennzeichnet**, dass

- a) der Durchmesser der Bohrung (5;36) zumindest über einen Teil ihrer Tiefe größer als der des Verbindungsstiftes (6;37) ist,
- b) der Verbindungsstift (6;37) die Bohrung (5;36) durchsetzt und seine Stirnfläche (6') mit der ersten Kontaktfläche (3) durch eine erste Reibschweisszone (11;39) verbunden ist, wobei der sich bildende Schweißwulst (10) in dem Raum (7) zwischen dem Verbindungsstift (6;37) und der Wand der Bohrung (5;36) Platz findet.

6. Maschinenelement nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Schweißwulst (10) in der Bohrung eine formschlüssige Verbindung zwischen erstem und zweitem Teil (1,2; 30,32) herstellt.

7. Maschinenelement nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Schweißwulst (10) mit der Wand der Bohrung (5;36) des zweiten Teiles (2) eine zweite Reibschweisszone (12;40) bildet.

8. Maschinenelement nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Verbindungsstift (6) eine Sollbruchstelle (26;30) aufweist.

9. Maschinenelement nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Sollbruchstelle (26) eine Umfangsnut ist.

10. Maschinenelement nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass die erste Kontaktfläche (3) des ersten Teiles (1) an der mit dem Verbindungsstift (6) zu verschweisenden Stelle eine Abtragung (18;19;20;21;22) aufweist.

11. Maschinenelement nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Bohrung (5) des zweiten Teiles in der Nähe der zweiten Kontaktfläche eine Erweiterung (14;15) aufweist.

12. Maschinenelement nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Bohrung (5) des zweiten Teiles auf der der zweiten Kontaktfläche abgewandten Seite eine Einschnürung (16) aufweist.

13. Maschinenelement nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass das eine Teil eine Welle (30) und das andere Teil ein auf dieser befestigter Körper (32) ist.

14. Maschinenelement nach Anspruch 13, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Welle (30) die Ausgleichswelle einer Kolbenmaschine und der Körper (32) ein Ausgleichsgewicht ist.

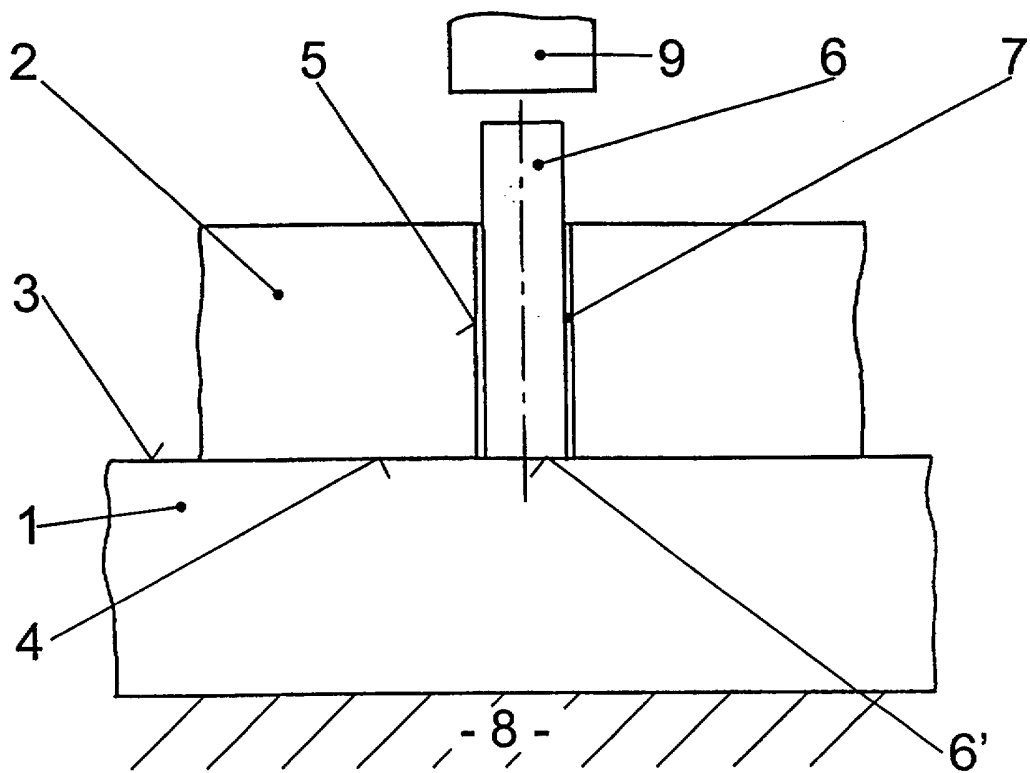


FIG. 1

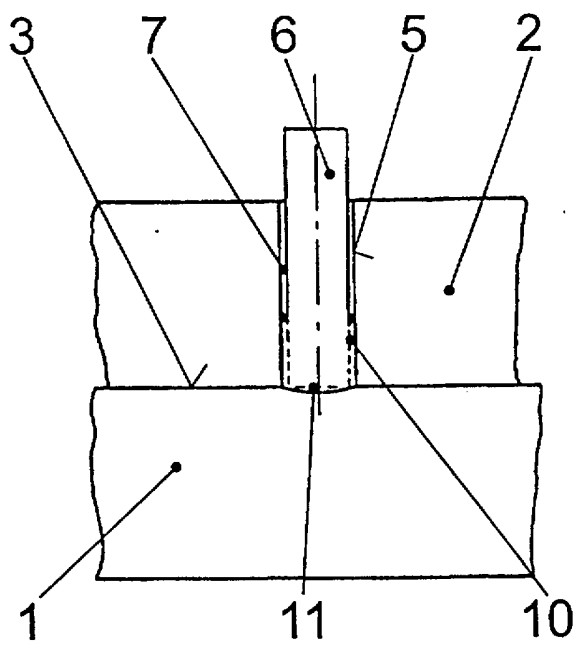


FIG. 2

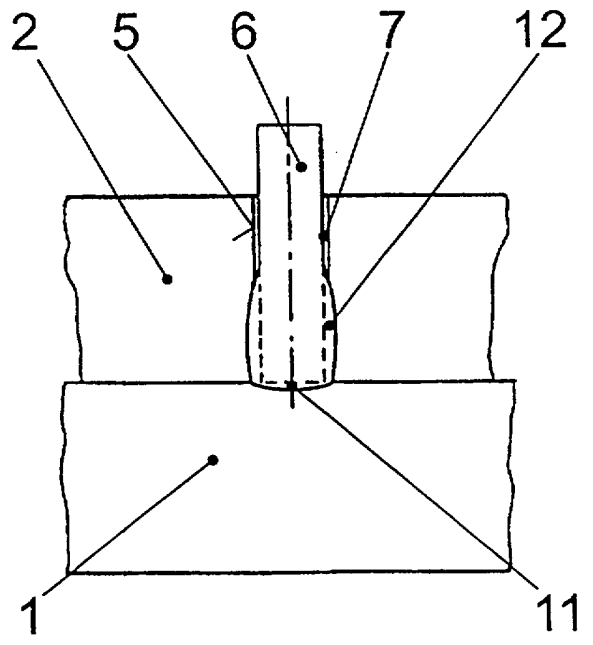


FIG. 3

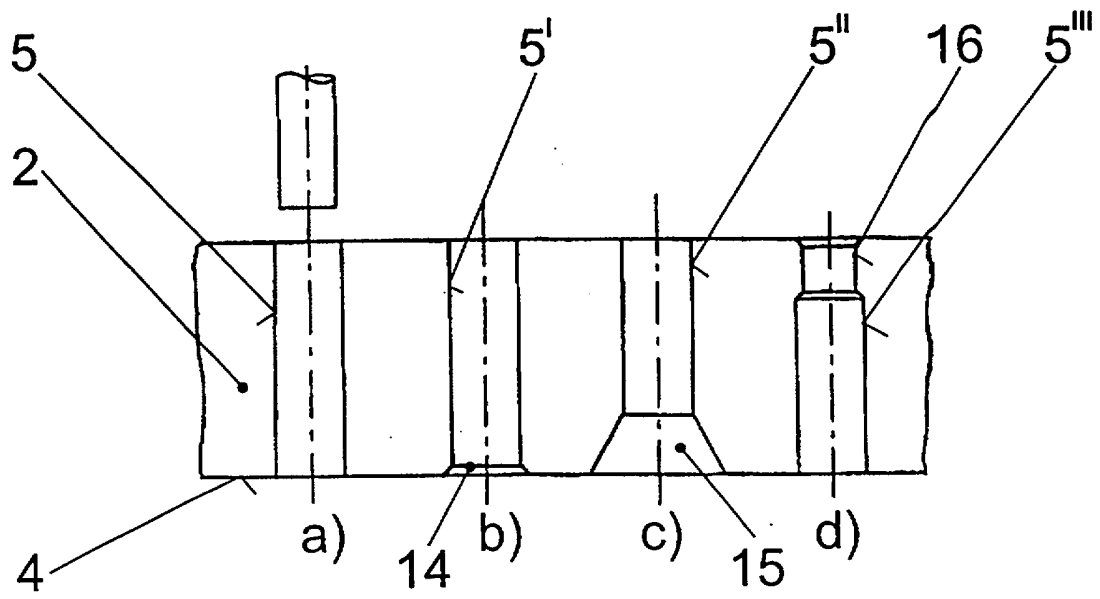


FIG. 4

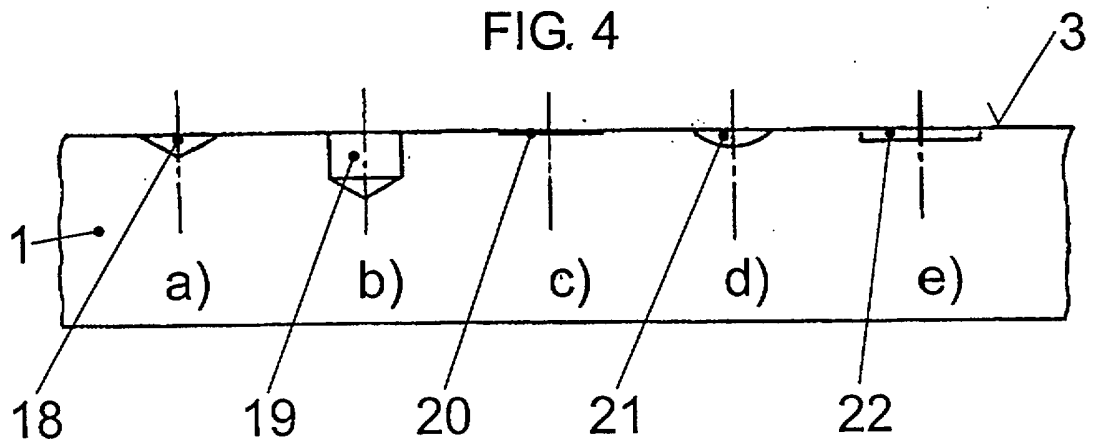


FIG. 5

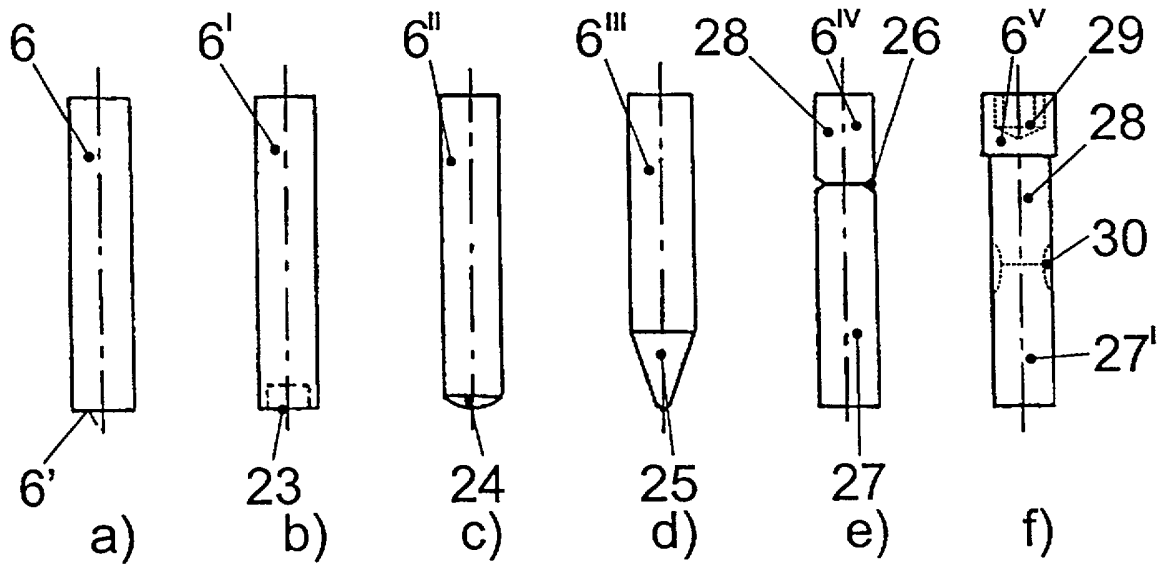


FIG. 6

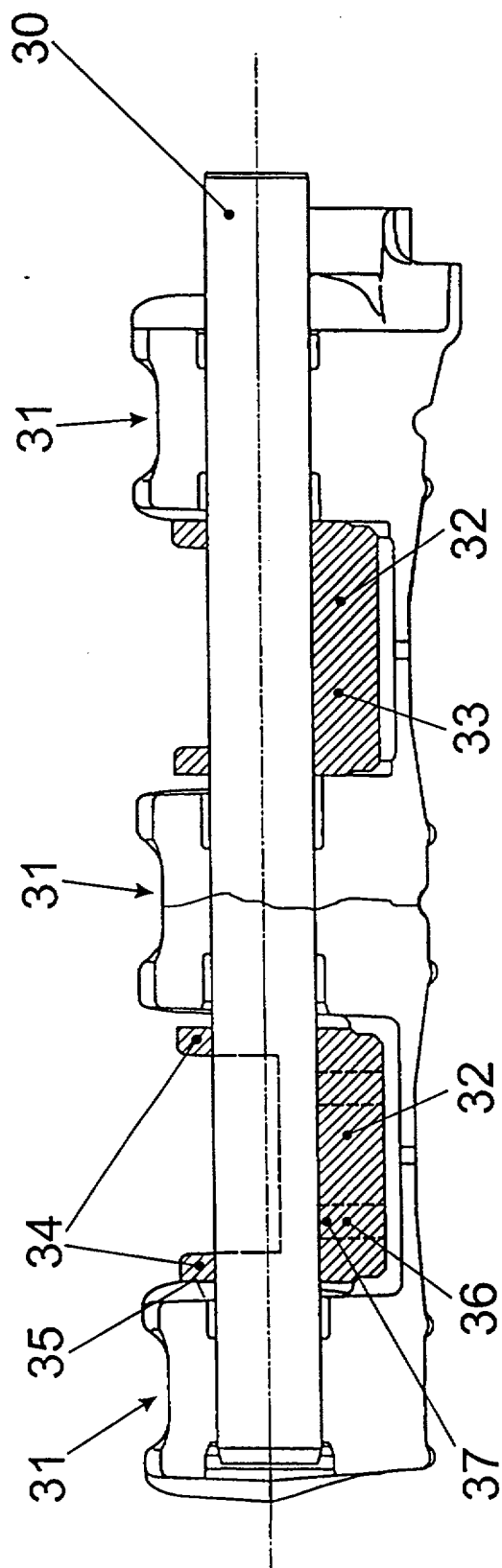


FIG. 7

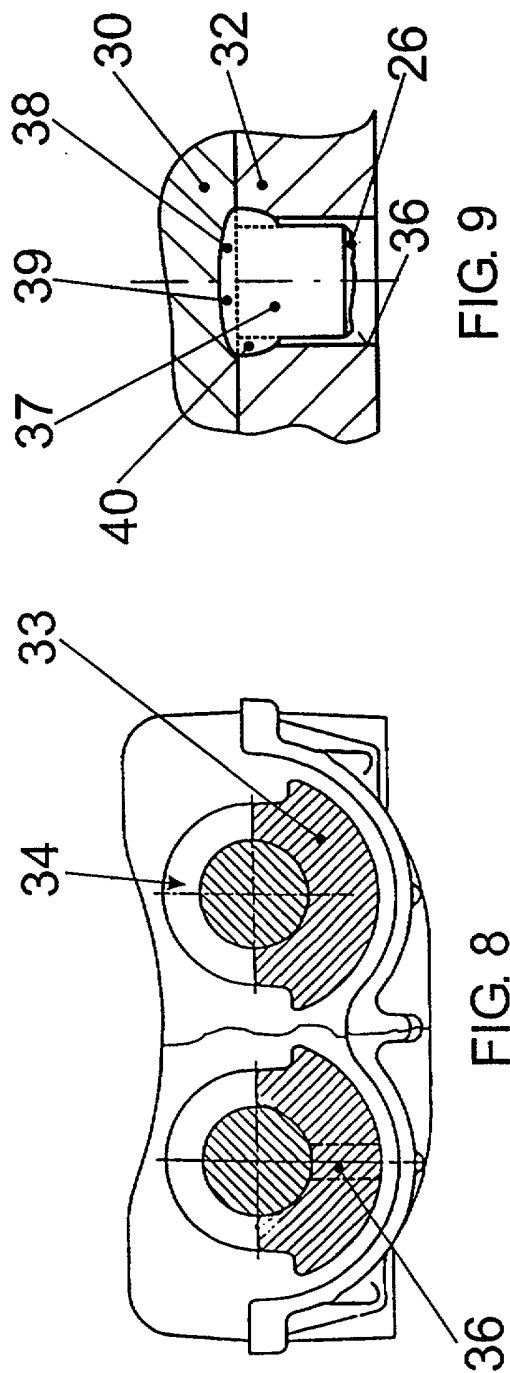


FIG. 9

FIG. 8



ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

AT 004 337 U1

A-1014 Wien, Kohlmarkt 8-10, Postfach 95
TEL. +43/(0)1/53424; FAX +43/(0)1/53424-535; TELEX 136847 OEPA A
Postscheckkonto Nr. 5.160.000; UID-Nr. ATU38266407; DVR: 0078018

RECHERCHENBERICHT

zu 7 GM 46/2000

Ihr Zeichen:

Klassifikation des Antragsgegenstandes gemäß IPC⁷ : B 23 K 20/12

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B 23 K 20/12

Konsultierte Online-Datenbank:

Die nachstehend genannten Druckschriften können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 - 12 Uhr 30, Dienstag 8 bis 15 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Hochschülerschaft TU Wien Wirtschaftsbetriebe GmbH im Patentamt betriebenen Kopierstelle können schriftlich (auch per Fax. Nr. 01 / 533 05 54) oder telefonisch (Tel. Nr. 01 / 534 24 - 153) **Kopien** der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Auf Anfrage gibt das Patentamt Teilrechtsfähigkeit (TRF) gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentdokumenten allfällige veröffentlichte „Patentfamilien“ (denselben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt. Diesbezügliche Auskünfte erhalten Sie unter der Telefonnummer 01 / 534 24 - 725.

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung (Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur (soweit erforderlich))	Betreffend Anspruch
X	US 3 477 115 A (MARTIN) 11. November 1969 (11.11.69) *Fig. 1 und 2*	1,5,6,14
X	US 3 495 321 A (SHAFF) 17. Feber 1970 (17.02.70) *Fig. 1-4*	1-9,14
A	US 5 469 617 A (THOMAS) 28. November 1995 (28.11.95) *Fig. 1-3*	1,5,8,9

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Kategorien der angeführten Dokumente (dient in Anlehnung an die Kategorien bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten nur zur **raschen Einordnung** des ermittelten Stands der Technik, stellt keine Beurteilung der Erfindungseigenschaft dar):

„A“ Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.

„Y“ Veröffentlichung von Bedeutung; die Erfindung kann nicht als neu (bzw. 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 den Fachmann naheliegend** ist.

„X“ Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**; die Erfindung kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) angesehen werden.

„P“ zwischenveröffentlichtes Dokument von besonderer Bedeutung (**älteres Recht**)

„&“ Veröffentlichung, die Mitglied derselben **Patentfamilie** ist.

Ländercodes:

AT = Österreich; AU = Australien; CA = Kanada; CH = Schweiz; DD = ehem. DDR; DE = Deutschland;
EP = Europäisches Patentamt; FR = Frankreich; GB = Vereinigtes Königreich (UK); JP = Japan;
RU = Russische Föderation; SU = ehem. Sowjetunion; US = Vereinigte Staaten von Amerika (USA);
WO = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI); weitere siehe WIPO-Appl. Codes

Datum der Beendigung der Recherche: 6. Juli 2000

Prüfer: Dipl.-Ing. Bencze