



## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

|      |                                                                                                                                 |      |          |      |          |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|------|----------|
| (21) | WP B 23 Q / 310 845 5                                                                                                           | (22) | 21.12.87 | (44) | 21.06.89 |
| (71) | VEB Werkzeugmaschinenkombinat „Fritz Heckert“, Jagdschänkenstraße 17, Karl-Marx-Stadt, 9030, DD                                 |      |          |      |          |
| (72) | Schneider, Olaf, Dipl.-Ing.; Neubert, Erhardt; Neubert, Joachim, Dipl.-Ing.; Muschiol, Andreas, Dipl.-Ing.; Walther, Günter, DD |      |          |      |          |
| (54) | Verfahren und Vorrichtung zur Erzielung einer hohen Endgenauigkeit an Rundteileinheiten                                         |      |          |      |          |

(55) Rundteileinheit, Werkstückträger, Drehteil, Zentrier- und Positioniereinrichtung, Genauigkeit, Justageplatte, Einsatzbuchsen, Ringzwischenraum, Lehdorn, Kugelwälführung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzielung einer hohen Endgenauigkeit an Rundteileinheiten, insbesondere an Rundteiltischen von Werkzeugmaschinen mit wechselbaren Werkstückträgern. Bevorzugtes Anwendungsgebiet sind in Maschinensystemen eingesetzte Bearbeitungszentren. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst auf das zu justierende Teil, beispielsweise auf die Rückseite eines Werkstückträgers, die Justageplatte aufgesetzt und pneumatisch entlastet, dann werden durch die Innenbohrungen der Einsatzbuchsen der Justageplatte in die in an sich bekannter Art und Weise in groben Vorbohrungen lose eingebrachten Einsatzbuchsen des Werkstückträgers kugelwälfgeführte, vorgespannte Lehdorne geführt und nach der mechanischen Vorfixierung der Einsatzbuchsen wieder entnommen, danach wird in den Ringzwischenraum ein aushärtbares Kunststoffmaterial gegossen, anschließend wird ein zweites zu justierendes Teil, beispielsweise ein Teilschritte ausführendes Drehteil, über eine vorzugsweise als Hirthverzahnung ausgebildete Stirnzahnkupplung auf die Justageplatte aufgesetzt und verspannt, dann werden durch die ebenfalls lose eingebrachten Einsatzbuchsen des Drehteils in die Innenbohrungen der Einsatzbuchsen der Justageplatte kugelwälfgeführte, vorgespannte Lehdorne geführt und nach der mechanischen Vorfixierung der Einsatzbuchsen wieder entnommen, schließlich wird in den Ringzwischenraum ein aushärtbares Kunststoffmaterial gegossen. Fig. 1

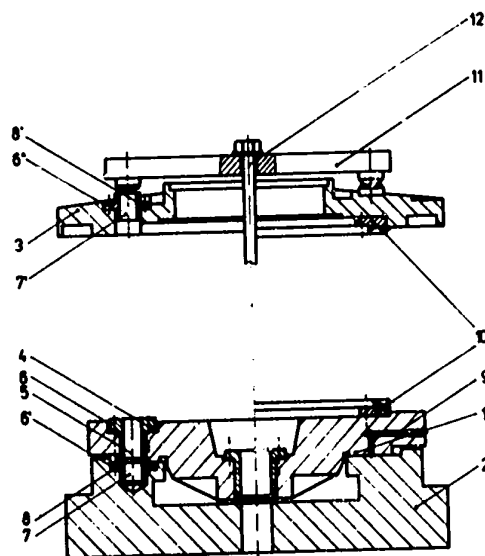


Fig. 1

# **Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Erzielung einer hohen Endgenauigkeit an Rundteileinheiten, insbesondere an Rundteiltischen von Werkzeugmaschinen mit wechselbaren Werkstückträgern, welche mittels einer vorzugsweise als Stirnzahnkupplung ausgebildeten Zentrier- und Positioniereinrichtung entweder über ein Teilschritte ausführendes Drehteil oder direkt von einer Basisbaugruppe, beispielsweise dem Maschinentisch, aufgenommen werden, wobei die Achsen von Werkstückträger, Zentrier- und Positioniereinrichtung, Drehteil und Basisbaugruppe konzentrisch sind, unter Verwendung einer Justageplatte, die in groben Vorbohrungen durch ein ausgehärtetes Kunststoffmaterial gehaltene, hochgenau angeordnete Einsatzbuchsen aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zunächst auf das zu justierende Teil, beispielsweise auf die Rückseite eines Werkstückträgers (2), die Justageplatte (1) aufgesetzt und pneumatisch entlastet wird, dann durch die Innenbohrungen (5) der Einsatzbuchsen (4) der Justageplatte (1) in die in an sich bekannter Art und Weise in groben Vorbohrungen lose eingebrachten Einsatzbuchsen (8) des Werkstückträgers (2) kugelwälzgeführte, vorgespannte Lehrdorne (13) geführt und nach der mechanischen Vorfixierung der Einsatzbuchsen (8) wieder entnommen werden, danach in den Ringzwischenraum (6') ein aushärtbares Kunststoffmaterial gegossen wird, anschließend ein zweites zu justierendes Teil, beispielsweise ein Teilschritte ausführendes Drehteil (3), über eine vorzugsweise als Hirthverzahnung (10) ausgebildete Stirnzahnkupplung auf die Justageplatte (1) aufgesetzt und verspannt wird, dann durch die ebenfalls lose eingebrachten Einsatzbuchsen (8') des Drehteils (3) in die Innenbohrungen (5) der Einsatzbuchsen (4) der Justageplatte (1) kugelwälzgeführte, vorgespannte Lehrdorne (13) geführt und nach der mechanischen Vorfixierung der Einsatzbuchsen (8') wieder entnommen werden, schließlich in den Ringzwischenraum (6'') ein aushärtbares Kunststoffmaterial gegossen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß beide Teile gleichzeitig justiert werden, indem nach dem Aufbringen der Justageplatte (1) auf den Werkstückträger (2) das Drehteil (3) über die Hirthverzahnung (10) auf die Justageplatte (1) aufgesetzt und verspannt wird und erst anschließend das Einlehren der kugelwälzgeführten, vorgespannten Lehrdorne (13) in die Einsatzbuchsen (8', 4, 8) von Drehteil (3), Justageplatte (1) und Werkstückträger (2) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Werkstückträger (2) einzeln justiert wird, indem nach dem Einlehren der Lehrdorne (13) in die Einsatzbuchsen (4, 8) von Justageplatte (1) und Werkstückträger (2) und dem anschließenden mechanischen Vorfixieren der Einsatzbuchsen (8) des Werkstückträgers (2) die Lehrdorne (13) und anschließend auch die Justageplatte (1) ent- bzw. abgenommen werden, worauf das Eingießen eines Kunststoffmaterials in den Ringzwischenraum (6') erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Drehteil (3) einzeln justiert wird, indem die Justageplatte (1) auf eine beliebige Unterlage gelegt wird und nachdem das Drehteil (3) über die Hirthverzahnung (10) mit der Justageplatte (1) in Eingriff gebracht und verspannt wurde, beginnt das Einlehren der kugelwälzgeführten, vorgespannten Lehrdorne (13) in die Einsatzbuchsen (8', 4) von Drehteil (3) und Justageplatte (1).
5. Vorrichtung zur Erzielung einer hohen Endgenauigkeit an Rundteileinheiten, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in an sich bekannter Art und Weise in groben Vorbohrungen angeordnete, durch ein ausgehärtetes Kunststoffmaterial gehaltene Einsatzbuchsen (4) aufweisende Justageplatte (1) sowohl mit jedem zu justierenden Teil, beispielsweise einem Werkstückträger (2) und einem Drehteil (3), einzeln als auch gemeinsam in Wirkverbindung bringbar ist, daß in der Justageplatte (1) Kanäle zur Luftzuführung angeordnet sind und die Einsatzbuchsen (4) durchgehende Innenbohrungen (5) zur Führung von kugelwälzgeführten Lehrdornen (13) besitzen, wobei der radiale Abstand zwischen Lehrdorn (13) und Einsatzbuchse (4) kleiner ist als der Durchmesser der Wälzkörper.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

## **Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzielung einer hohen Endgenauigkeit an Rundteileinheiten, insbesondere an Rundteiltischen von Werkzeugmaschinen mit wechselbaren Werkstückträgern, welche mittels einer vorzugsweise als Stirnzahnkupplung ausgebildeten Zentrier- und Positioniereinrichtung entweder über ein Teilschritte ausführendes Drehteil oder direkt von einer Basisbaugruppe, beispielsweise dem Maschinentisch, aufgenommen werden, wobei die Achsen von Werkstückträger, Zentrier- und Positioniereinrichtung, Drehteil und Basisbaugruppe konzentrisch sind. Bevorzugtes Anwendungsgebiet sind in Maschinensystemen eingesetzte Bearbeitungszentren.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

An die Endgenauigkeit von Rundteileinheiten werden hohe Anforderungen gestellt. Eine wichtige Rolle spielen dabei Baugruppen, bei denen eine Übertragung der Genauigkeit von einem Basisteil auf ein mit diesem kuppelbares, positionsveränderliches Bauteil gefordert ist. Das trifft z. B. auf Rundteileinheiten, wie Rundschalttische und Revolverköpfe an Werkzeugmaschinen zu. Deshalb kommt der Fertigungsqualität der positionsveränderlichen Bauteile, beispielsweise eines Werkstückträgers und eines Drehteiles, und insbesondere der Stichmaßgenauigkeit der auf diesen angeordneten, der Fixierung und Lagesicherung dienenden Bohrungen eine große Bedeutung zu. Die Erzielung einer entsprechenden Genauigkeit im spannenden Fertigungsprozeß erfordert Maschinen hoher Qualität. Neben einem relativ hohen Zeitaufwand birgt diese Art der Fertigung auf Grund vieler Einflußgrößen Risiken in sich. Häufig wird die geforderte Genauigkeit nicht erreicht und es kommt zu Ausschuß am fast fertigen, teuren Teil.

Aus den DE-OS 2626 155 und DE-OS 3301 178 ist es bekannt, Aufnahmeplatten für die Aufnahme von Werkstücken oder für den Vorrichtungsbau über eine lediglich einmalig vorhandene, in einem hochpräzisen Rasterabstandsmaß Stifte aufweisende Meisterplatte bzw. über eine Meisterplatte, die dann ihrerseits wieder als Schablonenlehre für die Herstellung von Hochpräzisions-Aufnahmeplatten dient, herzustellen. Im letzteren Fall wird so vorgegangen, daß in die Platte im gegebenen Rasterabstandsmaß mit normaler Genauigkeit Vorbohrungen eingebracht werden, in diese Vorbohrungen Einsatzpaßbuchsen mit geringerem Außendurchmesser unter Bildung eines Ringzwischenraumes eingesetzt werden, daß die durch Messung in die genaue Position gebrachten Einsatzpaßbuchsen mechanisch vorfixiert werden und anschließend in den Ringzwischenraum ein aushärtbares Kunststoffmaterial gegossen und zur Aushärtung gebracht wird. Dabei wurden in die Paßbohrungen der Einsatzpaßbuchsen Paßstifte eingesetzt, auf die wiederum Einsatzpaßbuchsen für die nun herzustellende Aufnahmeplatte aufgesetzt werden.

Die nach diesem Verfahren hergestellte Aufnahmeplatte ermöglicht ein relativ genaues Aufspannen und Befestigen von zu bearbeitenden Werkstücken. Allerdings führt die Verwendung von Paßstiften zu Fehlern (einschließlich Winkelfehlern) beim Einleihen, da sie immer spielbehaftet sind. Zudem wird das Abheben der Aufnahmeplatte von der Meisterplatte erschwert. Die Übertragung der Genauigkeit über mehrere Ebenen, z. B. von einer Auflageebene auf eine Fixierebene, wie es an Rundteileinheiten von Werkzeugmaschinen gefordert ist, ist mit dieser Meisterplatte nicht möglich.

## Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzielung einer hohen Endgenauigkeit an Rundteileinheiten zu schaffen, die bei relativ geringem Aufwand und niedrigen Kosten eine Erhöhung der Genauigkeit bewirken.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines Verfahrens und einer Vorrichtung zur Erzielung einer hohen Endgenauigkeit an Rundteileinheiten, wobei technische Mittel Verwendung finden, die ein spielfreies, äußerst präzises Einleihen ermöglichen sowie eine Übertragung der Genauigkeit über mehrere Ebenen verwirklichen.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst auf das zu justierende Teil, beispielsweise auf die Rückseite eines Werkstückträgers, die Justageplatte aufgesetzt und pneumatisch entlastet, dann werden durch die Innenbohrungen der Einsatzbuchsen der Justageplatte in die in an sich bekannter Art und Weise in groben Vorbohrungen lose eingebrachten Einsatzbuchsen des Werkstückträgers kugelwälzgeführte, vorgespannte Lehrdorne geführt und nach der mechanischen Vorfixierung der Einsatzbuchsen wieder entnommen, danach wird in den Ringzwischenraum ein aushärtbares Kunststoffmaterial gegossen, anschließend wird ein zweites zu justierendes Teil, beispielsweise ein Teilschritte ausführendes Drehteil, über eine vorzugsweise als Hirthverzahnung ausgebildete Stirnzahnkupplung auf die Justageplatte aufgesetzt und verspannt, dann werden durch die ebenfalls lose eingebrachten Einsatzbuchsen des Drehteils in die Innenbohrungen der Einsatzbuchsen der Justageplatte kugelwälzgeführte, vorgespannte Lehrdorne geführt und nach der mechanischen Vorfixierung der Einsatzbuchsen wieder entnommen, schließlich wird in den Ringzwischenraum ein aushärtbares Kunststoffmaterial gegossen.

Es können auch beide Teile gleichzeitig justiert werden, indem nach dem Aufbringen der Justageplatte auf den Werkstückträger das Drehteil über die Hirthverzahnung auf die Justageplatte aufgesetzt und verspannt wird und erst anschließend erfolgt das Einleihen der kugelwälzgeführten, vorgespannten Lehrdorne in die Einsatzbuchsen von Drehteil, Justageplatte und Werkstückträger.

Es kann der Werkstückträger auch einzeln justiert werden, indem nach dem Einleihen der Lehrdorne in die Einsatzbuchsen von Justageplatte und Werkstückträger und dem anschließenden mechanischen Vorfixieren der Einsatzbuchsen des Werkstückträgers die Lehrdorne und anschließend auch die Justageplatte ent- bzw. abgenommen werden, worauf das Eingießen eines Kunststoffmaterials in den Ringzwischenraum erfolgt.

Es kann auch das Drehteil einzeln justiert werden, indem die Justageplatte auf eine beliebige Unterlage gelegt wird und nachdem das Drehteil über die Hirthverzahnung mit der Justageplatte in Eingriff gebracht und verspannt wurde, beginnt das Einleihen der kugelwälzgeführten, vorgespannten Lehrdorne in die Einsatzbuchsen von Drehteil und Justageplatte.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 ist die in an sich bekannter Art und Weise in groben Vorbohrungen angeordnete, durch ein ausgehärtetes Kunststoffmaterial gehaltene Einsatzbuchsen aufweisende Justageplatte sowohl mit jedem zu justierenden Teil, beispielsweise einem Werkstückträger und einem Drehteil, einzeln als auch gemeinsam in Wirkverbindung bringbar, sind in der Justageplatte Kanäle zur Luftzuführung angeordnet und die Einsatzbuchsen besitzen durchgehende Innenbohrungen zur Führung von kugelwälzgeführten Lehrdornen, wobei der radiale Abstand zwischen Lehrdorn und Einsatzbuchse kleiner ist als der Durchmesser der Wälzkörper.

### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1: die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer bestimmten Arbeitsposition  
Fig. 2: ein Detail der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Über eine Justageplatte 1 können gemeinsam oder einzeln ein Werkstückträger 2 und ein Drehteil 3 justiert werden. Die Justageplatte 1 weist in an sich bekannter Art und Weise Einsatzbuchsen 4 mit Innenbohrungen 5 auf, die in groben, einen größeren Durchmesser besitzenden Vorbohrungen angeordnet sind und durch ein in den Ringzwischenraum 6 gegossenes, ausgehärtetes Kunststoffmaterial gehalten werden. Werkstückträger 2 und Drehteil 3 weisen dementsprechende Bohrungen 7, 7' auf, wobei beispielsweise die Fixierbohrungen mit lose eingebrachten, Innenbohrungen 7, 7' aufweisende Einsatzbuchsen 8, 8' versehen sind, die mechanisch, z. B. über Schrauben fixierbar sind. Des weiteren besitzt die Justageplatte 1 Kanäle 9 zur Luftzuführung. Befindet sie sich mit dem Drehteil 3 in Eingriff, ist auf ihr der Basishirthing einer Hirthverzahnung 10 angeordnet. Der komplementäre Hirthing befindet sich am Drehteil 3. Über eine auf letzterem angeordnete Platte 11 und eine durch die Mittelbohrung von Drehteil 3 und Justageplatte 1 bzw. von Drehteil 3, Justageplatte 1 und Werkstückträger 2 führende Zugstange 12 sind die Teile miteinander verspannbar.

Der in Fig. 2 dargestellte Lehrdorn 13 dient dem Einlehren in die Innenbohrungen 5 der Einsatzbuchsen 4 der Justageplatte 1 sowie in die Innenbohrungen 7, 7' der Einsatzbuchsen 8, 8' von Werkstückträger 2 und Drehteil 3. Er besitzt eine Kugelwälzföhrung, wobei der radiale Abstand zwischen Lehrdorn 13 und Einsatzbuchse 4, 8, 8' kleiner ist als der Durchmesser der Wälzkörper.

Verfahrensgemäß wird die Justageplatte 1 auf die Rückseite des auf einer Unterlage befindlichen Werkstückträgers 2 aufgesetzt. Durch die in die Kanäle 9 erfolgende Luftzuföhrung wird die Justageplatte 1 pneumatisch entlastet. Nun wird zunächst ein kugelwälzgeföhrter Lehrdorn 13 in die Mittelbohrung von Justageplatte 1 und Werkstückträger 2 zum Zwecke der Zentrierung eingeföhrt. Anschließend werden in eine Richtbohrung sowie in die Innenbohrungen 7 der in den Fixierbohrungen angeordneten Einsatzbuchsen 8 des Werkstückträgers, durch die hochgenauen Einsatzbuchsen 4 der Justageplatte 1 föhrend, weitere kugelwälzgeföhrte, vorgespannte Lehrdorne 13 eingelehrt. Nach dem mechanischen Vorfixieren durch ein gleichmäßig gestuftes Festziehen der Schrauben der Einsatzbuchsen 8 des Werkstückträgers 2 und nochmaliger Kontrolle der Lagegenauigkeit werden die Lehrdorne 13 wieder entnommen. Entsprechend dem Anspruch 3, einer Einzeljustierung des Werkstückträgers 2, würde nun auch die Justageplatte 1 von diesem abgenommen und abschließend in den Ringzwischenraum 6' ein aushärtbares Kunststoffmaterial gegossen werden. Entsprechend Anspruch 1 — bei einer gemeinsamen, aber zeitlich nacheinander erfolgenden Justierung von Werkstückträger 2 und Drehteil 3 — folgen weitere Verfahrensschritte. Die Justageplatte 1 verbleibt dabei auf dem Werkstückträger 2. Auf ihre Oberseite wird in den dort befindlichen Basishirthing das Drehteil 3 mit dem komplementären Teil der Hirthverzahnung 10 eingesetzt. Über die Platte 11 und die Zugstange 12 erfolgt die Verspannung der Teile.

Nun beginnt das Einlehren der kugelwälzgeföhrten, vorgespannten Lehrdorne 13 in die Innenbohrungen 7' der ebenfalls lose eingebrachten Einsatzbuchsen 8' des Drehteils 3 und in die hochgenauen Innenbohrungen 5 der Einsatzbuchsen 4 der Justageplatte 1. Danach werden die Schrauben der Einsatzbuchsen 8' des Drehteils 3 gleichmäßig gestuft angezogen. Nach nochmaliger Kontrolle auf mögliche Verspannung werden die Lehrdorne 13 wieder entnommen. Es folgt das Ausgießen des Ringzwischenraumes 6" des Drehteils 3 mit einem aushärtbaren Kunststoffmaterial. Eine weitere Variante sieht die gleichzeitige Justierung beider Teile vor. Dabei wird unmittelbar nach dem Aufbringen der Justageplatte 1 auf den Werkstückträger 2 das Drehteil 3 über die Hirthverzahnung 10 auf die Justageplatte 1 aufgesetzt und mittels Platte 11 und Zugstange 12 verspannt. Erst dann erfolgt das Einlehren der kugelwälzgeföhrten, vorgespannten Lehrdorne 13 in die Einsatzbuchsen 4, 8, 8' von Drehteil 3, Justageplatte 1 und Werkstückträger 2. Hierbei muß beachtet werden, daß die Lehrdorne 13 eine entsprechende Länge aufweisen.

Bei einer Einzeljustierung des Drehteils 3 wird die Justageplatte 1 auf eine beliebige Unterlage gelegt. Nachdem das Drehteil 3 über die Hirthverzahnung 10 mit der Justageplatte 1 in Eingriff gebracht und über Platte 11 und Zugstange 12 verspannt wurde, beginnt das Einlehren der kugelwälzgeföhrten, vorgespannten Lehrdorne 13 in die Einsatzbuchsen 8", 4, des Drehteils 3 und der Justageplatte 1. Der weitere Ablauf ist der gleiche wie bei den anderen Varianten auch. Nach mechanischer Vorfixierung und nochmaliger Kontrolle auf Lagegenauigkeit werden die Lehrdorne 13 wieder entnommen. Es folgt das Ausgießen des Ringzwischenraumes 6" des Drehteils 3 mit einem aushärtbaren Kunststoffmaterial.

Die Vorteile der Erfindung bestehen im wesentlichen in folgendem:

Die die Genauigkeit bestimmenden Teile, wie Werkstückträger 2 und Drehteil 3, können mit einer Justageplatte 1 gemeinsam oder einzeln justiert werden. Das gemeinsame Justieren kann zeitlich nacheinander oder gleichzeitig erfolgen. Das heißt entweder wird zuerst der Werkstückträger 2 eingelehrt und dessen Einsatzbuchsen 8' mit einem aushärtbaren Kunststoffmaterial umgeben und danach wird auf die auf dem Werkstückträger 2 aufsitzende Justageplatte 1 das Drehteil 3 aufgebracht und eingelehrt oder es werden zuerst Werkstückträger 2, Justageplatte 1 und Drehteil 3 aufeinandergesetzt und verspannt, danach erfolgt das Einlehren der Lehrdorne 13 in alle drei Teile.

Dadurch wird gewährleistet, daß zu verschiedenen, aber gleiche Genauigkeit aufweisenden Drehteilen 3 eine beliebige Anzahl Werkstückträger 2 gefertigt werden kann, so daß eine wesentliche Voraussetzung für hohe Genauigkeiten in Maschinensystemen gegeben ist.

Des weiteren kann die in der Maschine zu montierende Zentrier- und Positioniereinrichtung, beispielsweise die Hirthverzahnung 10, mit dem Drehteil 3 bereits in der erfindungsgemäßen Vorrichtung gepaart werden, wodurch sich die Gesamtgenauigkeit der Maschine erhöht. Eine weitere Erhöhung der Genauigkeit gegenüber den Lösungen des Standes der Technik bringt die Verwendung von kugelwälzgeführten, vorgespannten Lehdornen 13, die ein spielfreies Justieren ermöglichen sowie die schwimmende Lagerung der Justageplatte 1 während des Justierens. Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens unmittelbar an der Maschine, wodurch die konkreten Einflußfaktoren der genauigkeitsbestimmenden Teile berücksichtigt und ausgeglichen werden können, ist es möglich, die Genauigkeit weiter zu erhöhen.

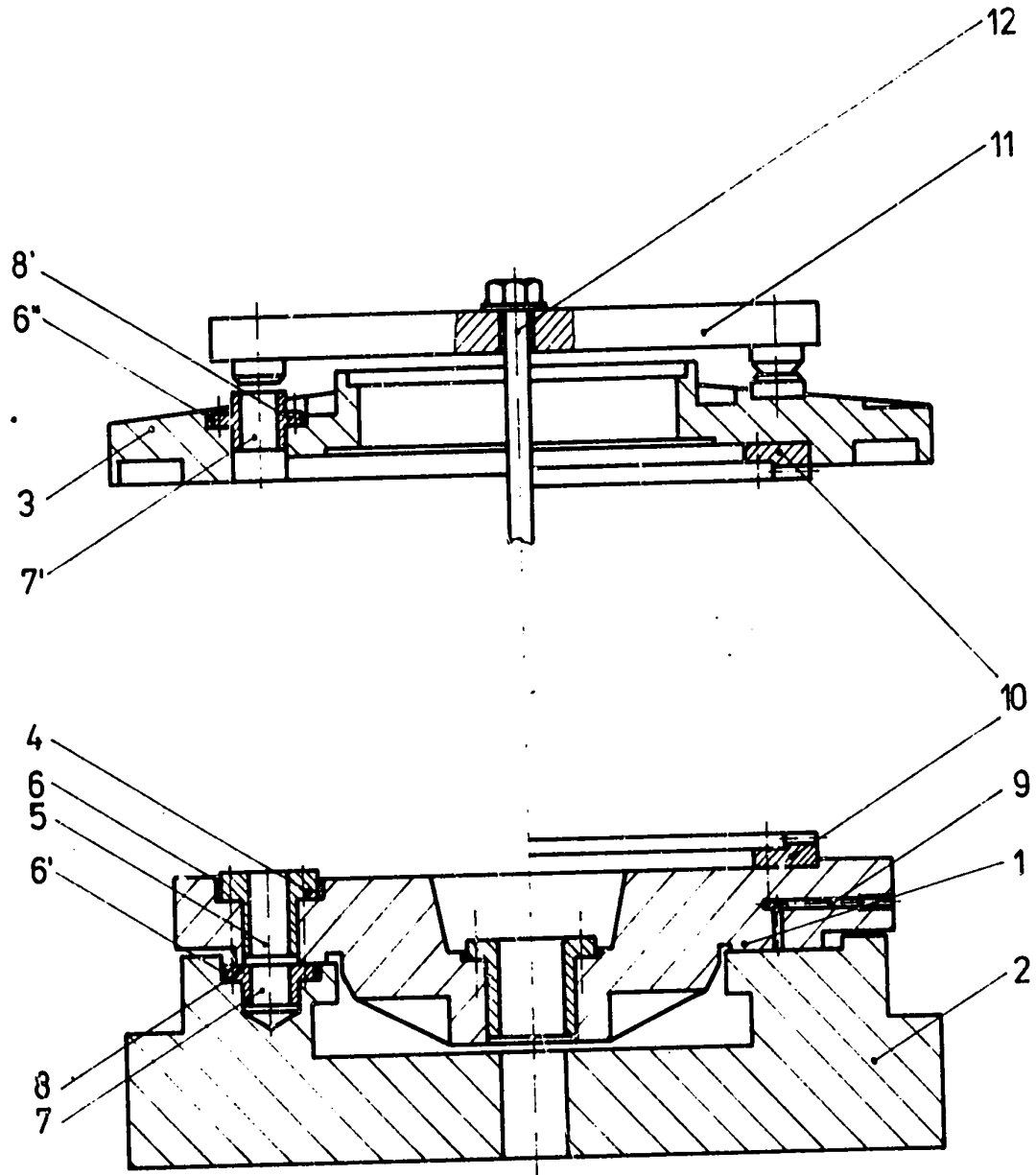


Fig. 1

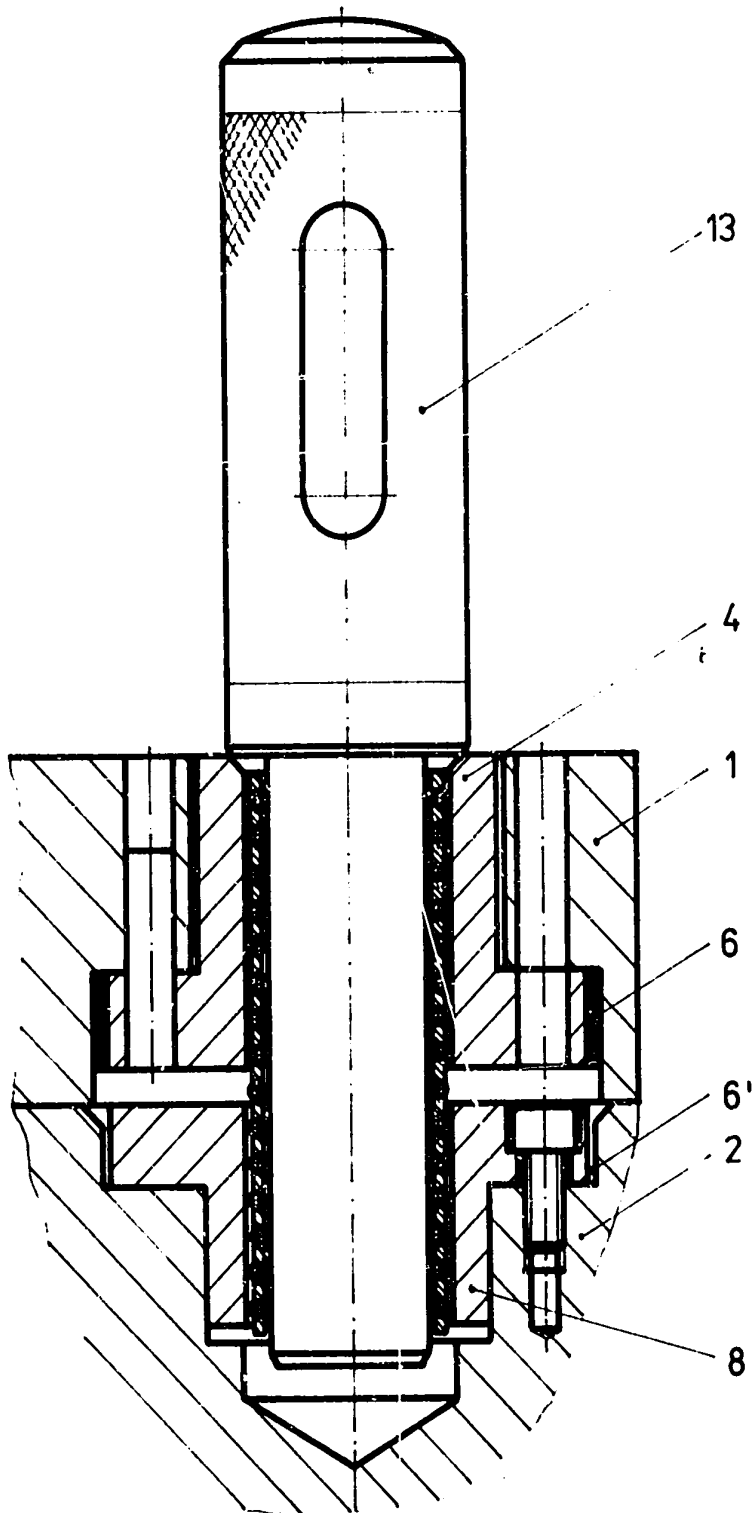


Fig. 2