

**Erfolgspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

**⑫ PATENTSCHRIFT A5**

⑯ Gesuchsnummer: 908/87

⑯ Inhaber:  
VEB Werkzeugmaschinenkombinat "7. Oktober"  
Berlin, Berlin (DD)

⑯ Anmeldungsdatum: 11.03.1987

⑯ Erfinder:  
Drews, Dietrich, Dipl.-Ing., Berlin (DD)  
Brandner, Gerhard, Dr. sc. techn.,  
Karl-Marx-Stadt (DD)  
Anker, Dietmar, Dipl.-Ing., Berlin (DD)  
Ulrich, Hans-Joachim, Dipl.-Ing., Berlin (DD)  
Lenz, Sieghart, Dipl.-Ing., Berlin (DD)  
Vogt, Peter, Berlin (DD)

⑯ Patent erteilt: 29.09.1989

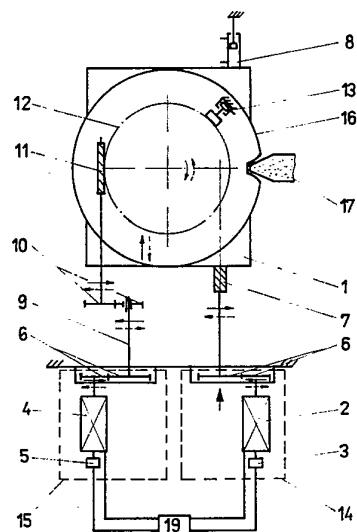
⑯ Vertreter:  
Bovard AG, Bern 25

⑯ Patentschrift  
veröffentlicht: 29.09.1989

**⑤4 Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung eines Werkstückes.**

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung eines Werkstückes an einer Zahnrad-Wälzschrifmaschine, die im Teilwälzverfahren arbeitet und deren Wälzgetriebe aus einem Getriebezug zur Erzeugung einer translatorischen und einem Getriebezug zur Erzeugung einer rotatorischen Bewegung besteht.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einrichtung zu schaffen, bei der Temperatureinflüsse und mechanische Einflüsse, hervorgerufen durch die Antriebsmotoren, vermieden werden und bei der mit geringem Aufwand eine hohe Genauigkeit hinsichtlich der Erzeugung der Wälzbewegung gewährleistet wird. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass sich jeweils am Anfang beider Getriebezügen ein Antriebsmotor (2; 4) mit einem Lagemesssystem (3; 5) und am Ende eine Bremssystem (8; 13) befinden und beide Getriebezüge mindestens je eine spielbehafte Getriebestufe (6) aufweisen, die dem Antriebsmotor (2; 4) nachgeordnet ist.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung eines Werkstückes an einer Zahnrad-Wälzschrifmaschine, die im Teilwälzverfahren arbeitet und deren Wälzgetriebe aus einem Getriebezug zur Erzeugung einer translatorischen Bewegung und einem Getriebezug zur Erzeugung einer rotatorischen Bewegung besteht, wobei die Getriebebezüge durch eine Bahnsteuereinrichtung gekoppelt sind, die Wälzbewegung in beiden Bewegungsrichtungen ausführbar und für den Antrieb beider Getriebebezüge je ein in Lageregelung arbeitender Antriebsmotor vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass sich jeweils am Anfang beider Getriebebezüge ein Antriebsmotor (2; 4) mit einem Lagemesssystem (3; 5) und am Ende ein Bremsystem (8; 13) befinden und beide Getriebebezüge mindestens je eine spielbehaftete Getriebestufe (6) aufweisen, die dem Antriebsmotor (2; 4) nachgeordnet ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsmotor (2; 4), das Lagemesssystem (3; 5) und die spielbehaftete Getriebestufe (6) jeweils als eine Antriebsbaueinheit (14; 15) ausgebildet sind.

3. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass beide Antriebsbaueinheiten (14; 15) ortsfest an der Maschine montiert sind.

4. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass beide Antriebsbaueinheiten (14; 15) am Schlitten (1), durch den die translatorische Bewegung ausführbar ist, montiert sind.

5. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsbaueinheit (15) des Getriebezuges zur Erzeugung der rotatorischen Bewegung am Schlitten (1), durch den die translatorische Bewegung ausführbar ist, und die Antriebsbaueinheit (14) des Getriebezuges zur Erzeugung der translatorischen Bewegung ortsfest an der Maschine montiert ist.

6. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsbaueinheit (15) des Getriebezuges zur Erzeugung der rotatorischen Bewegung an einer Schnecke (11) tragenden Baugruppe (18) und die Antriebsbaueinheit (14) des Getriebezuges zur Erzeugung der translatorischen Bewegung am Schlitten (1), durch den die translatorische Bewegung ausführbar ist, montiert ist.

## BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung eines Werkstückes an einer Zahnrad-Wälzschrifmaschine, die im Teilwälzverfahren arbeitet und deren Wälzgetriebe aus einem Getriebezug zur Erzeugung einer translatorischen Bewegung und einem Getriebezug zur Erzeugung einer rotatorischen Bewegung besteht, wobei die Getriebebezüge durch eine Bahnsteuereinrichtung gekoppelt sind, die Wälzbewegung in beiden Bewegungsrichtungen ausführbar und für den Antrieb beider Getriebebezüge je ein in Lageregelung arbeitender Antriebsmotor vorgesehen ist.

Es ist bekannt, mechanische Übertragungssysteme in Lageregelkreisen, wie sie auch für bahngesteuerte Bewegungen benutzt werden, bei indirekter Anordnung der Messsysteme, spielfrei auszuführen, da die Genauigkeit der bekannten Lageregelungen unter anderem durch Spiel negativ beeinflusst wird. Zur Vermeidung von Spiel zwischen mechanischen Übertragungselementen von Vorschubantrieben sind aufwendige Einrichtungen notwendig. (Weck, Manfred Werkzeugmaschinen Bd. 3 Düsseldorf VDI-Verlag 1978, S. 193 bis 195, 230 bis 250 sowie S. 253)

Bei einem bekannten Vorschlag für eine NC-gesteuerte Zahnflanken-Schrifmaschine, die im Teilwälzverfahren ar-

beitet, sind spielfreie Übertragungselemente zur Realisierung benutzt. (Information Nr. 5 NC-gesteuerte Zahnflanken-Schrifmaschine, Firmenschrift Fa. BHS-Höfler 1981)

Sowohl der Vorschubmotor (translatorischer Getriebezug) als auch der Teilmotor (rotatorischer Getriebezug) sind bei diesem Vorschlag durch spielfrei wirkende Übertragungselemente mit Werkstückschlitten bzw. Werkstücktisch zu verbinden, da Restspiele die Genauigkeit der Wälzbewegung vermindern. Nachteilig hierbei ist, dass die Einhaltung der Spielfreiheit zwischen Vorschubmotor und Werkstückschlitten die direkte axiale Kupplung des Motors mit der Gewindespindel bedingt. Die Gewindespindel ist selbst in hoher Genauigkeit gefertigt und die axiale Lagerung im Maschinennest mit einer Genauigkeit von etwa 1 µm zu realisieren, um den direkten Einfluss auf die zu schleifende Zahnflanke in Form von Profilformabweichungen klein zu halten. Die direkte Kupplung des Vorschubmotors beeinflusst die Genauigkeit der Lagerung durch unvermeidbare axiale Zwangskräfte negativ. Außerdem wirken die unterschiedlichen Temperaturen des Vorschubmotors beim Schrappen und Schlichten direkt auf die Gewindespindel und bewirken Längenveränderungen, deren negativer Einfluss auf die Profilgesamtabweichung und damit auch auf Teilungsabweichungen nicht vermeidbar sind und durch zusätzliche Einstellungen verhindert werden müssen. Das axiale Ankuppeln des Motors verhindert weiterhin die Messung der axialen Lagergenauigkeit der Gewindespindel nach der Endmontage im Betriebsfall, die im erwähnten Genauigkeitsbereich unbedingt in der Achse erfolgen muss, um unverfälschte Messergebnisse zu erhalten.

Weiterhin ist ein mechanisches Übertragungssystem an einer Zahnrad-Wälzschrifmaschine bekannt, das mit direkt gekuppelten Antriebsmotoren an der Gewindespindel und an der Schnecke im rotatorischen Getriebezug arbeitet und dieselbe negative Beeinflussung, vor allem der hochgenauen Axiallagerungen dieser Übertragungselemente unvermeidbar beinhaltet. (Kurzprospekt ZSTZ 06/EG-CNC, Firmenschrift des VEB WMK «7. Oktober» Berlin 1985).

Bekannt ist weiterhin gemäß DD-WP 242 016 eine Einrichtung zum Auslegen des Spiegels in einem Wälzgetriebe an einer Zahnrad-Wälzschrifmaschine unter Verwendung eines elektronischen Getriebes, die mittels vier Antrieben, die im Vier-Quadrantenbetrieb arbeiten und an den Enden der Getriebebezüge wirken, Spielfreiheit durch Verspannen der Übertragungselemente zur wahlweisen Einflankenanzlage für beide Wälzbewegungsrichtungen erzeugen. Mit dieser Einrichtung ist es möglich, für Ein- und Zweiflankenschliff mit einseitigem und beidseitigem Teilen die grösste kinematische Genauigkeit des Wälzgetriebes, bei gleichzeitiger Spielbeseitigung im gesamten Wälzgetriebe, unabhängig von den Reaktionskräften am Werkstück, zu erreichen. Nachteilig ist hierbei der notwendige technische Aufwand.

Ziel der Erfindung ist es, eine hohe Arbeitsgenauigkeit an einer Zahnrad-Wälzschrifmaschine mit Bahnsteuereinrichtung zu erreichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der Temperatureinflüsse und mechanische Einflüsse, hervorgerufen durch die Antriebsmotore, vermieden werden, und bei der mit geringem Fertigungs- und Montageaufwand für die mechanischen Übertragungselemente und Baugruppen eine hohe Genauigkeit hinsichtlich der Erzeugung der Wälzbewegung gewährleistet wird und die Anordnung der Getriebeelemente eine zur Gewährleistung der Genauigkeit erforderliche Messung der axialen Lagergenauigkeit der Gewindespindel im Betriebszustand ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass sich jeweils am Anfang beider Getriebebezüge ein Antriebsmo-

tor mit einem Lagemesssystem und am Ende ein Bremssystem befinden und beide Getriebezüge mindestens je eine spielbehaftete Getriebestufe aufweisen, die dem Antriebsmotor nachgeordnet ist. In einer bevorzugten Ausführung sind der Antriebsmotor, das Lagemesssystem und die spielbehaftete Getriebestufe jeweils als eine Antriebsbaueinheit ausgebildet.

Die Antriebsbaueinheit des Getriebezuges zur Erzeugung der rotatorischen und des Getriebezuges zur Erzeugung der translatorischen Bewegung können in vorteilhafter Weise in unterschiedlichen Varianten an ortsfesten und/oder bewegten Baugruppen der Maschine angeordnet sein.

Bei einer Variantenausführung sind beide Antriebsbaueinheiten ortsfest an der Maschine montiert.

Eine andere Ausführungsform sieht vor, dass beide Antriebsbaueinheiten am Schlitten, durch den die translatorische Bewegung ausführbar ist, montiert sind.

Eine weitere Ausführungsform besteht darin, dass die Antriebsbaueinheit des Getriebezuges zur Erzeugung der rotatorischen Bewegung am Schlitten, durch den die translatorische Bewegung ausführbar ist, und die Antriebsbaueinheit des Getriebezuges zur Erzeugung der translatorischen Bewegung ortsfest an der Maschine montiert ist.

Eine andere vorteilhafte Ausführungsform besteht darin, dass die Antriebsbaueinheit des Getriebezuges zur Erzeugung der rotatorischen Bewegung an einer Schnecke tragenden Baugruppe und die Antriebsbaueinheit des Getriebezuges zur Erzeugung der translatorischen Bewegung am Schlitten, durch den die translatorische Bewegung ausführbar ist, montiert ist.

Die Erfindung soll nachstehend anhand von vier Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1 schematische Darstellung einer Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung mit zwei ortsfesten Antriebsbaueinheiten,

Fig. 2 schematische Darstellung einer Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung mit zwei am Schlitten montierten Antriebsbaueinheiten,

Fig. 3 schematische Darstellung einer Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung mit einer am Schlitten montierten und einer ortsfesten Antriebsbaueinheit,

Fig. 4 schematische Darstellung einer Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung mit einer an der Schneckenbaugruppe und einer am Schlitten montierten Antriebsbau-

einheit.

Das erste Ausführungsbeispiel ist in Fig. 1 dargestellt. Auf einem nicht dargestellten Gestellteil ist der Schlitten 1 geradlinig geführt, der einen nicht dargestellten Werkstückspannisch mit Werkstück 16 trägt. An dem Gestellteil sind ortsfest ein Antriebsmotor 2 mit Lagemesssystem 3 des Getriebezuges zur Erzeugung der translatorischen Bewegung (translatorischer Getriebezug) und ein Antriebsmotor 4 mit Lagemesssystem 5 des Getriebezuges zur Erzeugung der rotatorischen Bewegung (rotatorischer Getriebezug) angeordnet, die jeweils die spielbehafteten Getriebestufen 6 antreiben. Jeweils ein Antriebsmotor 2; 4 mit einem Lagemesssystem 3; 5 bildet mit der spielbehafteten Getriebestufe 6 eine Antriebsbaueinheit 14; 15. Im translatorischen Getriebezug ist nach der Getriebestufe 6 ein Schraubtrieb 7 angeordnet, dessen nicht dargestellte Spindelmutter fest im Schlitten 1 angeordnet ist, an dem ein Bremssystem 8 angreift. Der Getriebezug für die rotatorische Bewegung wird fortgesetzt mit einer Schiebewelle 9, einer weiteren Getriebestufe 10, der Schnecke 11 und dem Schneckenrad 12, das an dem nicht dargestellten Werkstückspannisch befestigt ist, an welchem ein Bremssystem 13 angreift. Dargestellt sind weiterhin das Werkstück 16 und das Werkzeug 17 in Arbeitsstellung. An-

triebsmotore 2; 4 und Lagemesssysteme 3; 5 sind mit der NC-Steuerung 19 verbunden.

Das zweite Ausführungsbeispiel ist in Fig. 2 dargestellt. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel sind hier beide Antriebsbaueinheiten 14; 15 am Schlitten 1 angeordnet, wobei der translatorische Getriebezug außer Antriebsbaueinheit 14 die angetriebene Spindelmutter der ortsfesten Gewindespindel des Schraubtriebes 7 enthält. Der Getriebezug für die rotatorische Bewegung wird mit einer Getriebestufe 10 zur Schnecke fortgesetzt.

Das dritte Ausführungsbeispiel ist in Fig. 3 dargestellt. In diesem Beispiel ist der translatorische Getriebezug der Wälzbewegung wie im ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt.

Die Antriebsbaueinheit 15 für den rotatorischen Getriebezug ist wie im zweiten Ausführungsbeispiel angeordnet.

Das vierte Ausführungsbeispiel, in Fig. 4 dargestellt, enthält den translatorischen Getriebezug wie in Beispiel 2. Der rotatorische Getriebezug besteht aus der Baueinheit 15, die auf der die Schnecke tragenden Baugruppe 18 angeordnet ist.

Die Wirkungsweise der Einrichtung wird im folgenden erläutert:

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 treibt der Antriebsmotor 2 der Antriebsbaueinheit 14 für den translatorischen Getriebezug, dessen Drehwinkel durch das Lagemesssystem 3 ständig erfasst und der NC-Steuerung 19 zugeführt wird, nach Anlegen der Zahnflanken der spielbehafteten Getriebestufe 6 entsprechend der Drehrichtung, die Gewindespindel des Schraubtriebes 7, der bei der erfundsgemäßen Lösung nicht spielfrei ausgeführt zu werden braucht, und bewirkt somit die translatorische Bewegung des Schlittens 1 und damit des Werkstückes 16 in der einen Richtung. Das Bremssystem 8 verhindert dabei die nicht durch den Antriebsmotor 2 hervorgerufene Bewegung des Schlittens 1. Ist

der Schlitten 1 nach Durchführen des für den Schleifprozess notwendigen Weges in der Umkehrstellung angekommen, wird die durch die NC-Steuerung 19 ausgebene Drehrichtungsumkehr im Antriebsmotor 2 ausgeführt. Der Schlitten 1 wird durch das Bremssystem 8 angehalten, wenn der Antriebsmotor zur Drehrichtungsumkehr stoppt. Mit Wiederauflaufen des Antriebsmotors 2 in entgegengesetzter Richtung treibt er nach Anlegen der Zahnflanken der spielbehafteten Getriebestufe 6 jetzt ebenfalls in entgegengesetzter Richtung die Gewindespindel des Schraubtriebes 7 und be-

wirkt damit die translatorische Bewegung des Schlittens 1 in der anderen Richtung, zum Ausgangspunkt zurück. Das Bremssystem 8 verhindert auch hierbei die nicht durch den Antriebsmotor 2 hervorgerufenen Bewegungen des Schlittens 1. Im rotatorischen Getriebezug, der vorteilhaft mit einer analogen Antriebsbaueinheit 15 am Anfang arbeitet,

wird die Antriebsbewegung nach Anlegen der Zahnflanken in der spielbehafteten Getriebestufe 6 auf die Schiebewelle 9 übertragen, die nicht spielfrei in die Getriebestufe 10 treibt, die die Bewegung auf die vorteilhaft mit Spiel in das Schneckenrad 12 übertragende Schnecke 11 weiterleitet, und Werkstück 16 in Rotationsbewegung in der einen Richtung versetzt. Das Lagemesssystem 5 erfasst ständig die Drehwinkel des Antriebsmotors 4 und führt sie der NC-Steuerung 19 zu. Das Bremssystem 13 verhindert die nicht durch den An-

triebsmotor 4 hervorgerufene rotatorische Bewegung des Werkstückes 16 und bewirkt gleichzeitig das eindeutige Anlegen aller spielbehafteten Übertragungselemente während der beabsichtigten Bewegung. Bei Drehrichtungsumkehr durch Antriebsmotor 4 werden zunächst der Werkstückspannisch mit Werkstück 16 durch das Bremssystem 13 angehalten, worauf das Anlegen aller spielbehafteten Übertragungselemente entsprechend der neuen Richtung entgegen gesetzt erfolgt und zum Ausgangspunkt zurückbewegt wird.

Das Bremssystem 13 verhindert hierbei die nicht durch den Antriebsmotor hervorgerufene rotatorische Bewegung des Werkstückes 16.

Die NC-Steuerung 19 gibt Bahnsteuersignale für die Antriebsmotoren 2; 4 so aus, dass die Überlagerung der translatorischen und rotatorischen Bewegung des Werkstückes 16 an der Eingriffsstelle des Werkzeuges 17 die zu erzielende Wälzbewegung ergibt. Da ausschliesslich während der Phase der kontinuierlichen Wälzbewegung Werkzeug 17 und Werkstück 16 im Eingriff sind, beeinträchtigen die Phasen des An- und Auslaufs sowie des Umsteuervorganges der Wälzbewegung nicht die Genauigkeit des Werkstückes. Die Reaktion des translatorischen und des rotatorischen Getriebebezuges als Übertragungssystem im Lageregelkreis der Bahnsteuereinrichtung bei Ausregelung von Störgrösseneinflüssen erfolgt aktiv nur jeweils in Bewegungsrichtung, entsprechend der Anlagen in den spielbehafteten Getriebestufen 6 und weiteren spielbehafteten Übertragungselementen, und passiv entgegengesetzt der jeweiligen Bewegungsrichtung durch die stabilisierende Wirkung der Bremssysteme 8; 13, wodurch die Genauigkeit der Erzeugung der Wälzbewegung erfundungsgemäss realisiert wird. Gleichzeitig bleibt die Genauigkeit der erzeugten Wälzbewegung durch die entkoppelnde Wirkung der spielbehafteten Getriebestufen 6 unbeeinflusst von der Temperatur der Antriebsmotore 2; 4. Durch die entkoppelnde Wirkung der spielbehafteten Getriebestufen 6 sind gleichzeitig axiale Störkräfte auf die Genauigkeitslagerungen der Gewindespindel des Schraubtrie-

bes 7 und der Schnecke 11 vermieden. Die Messung der axialen Lagergenauigkeit der Gewindespindel im Betriebszustand ist in direkter Weise möglich.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist durch die vorteilhafte Anordnung der Antriebsbaueinheiten 14; 15 an dem Schlitten 1 eine rationelle Ausführung der Getriebebezüge für grosse Schlittenweglängen erzielt. Die Gewindespindel des Schraubtriebes 7 verkürzt sich hierbei auf die notwendige Mindestlänge. Die gleichzeitige Verminderung der Übertragungselementanzahl im rotatorischen Getriebezug gegenüber Fig. 1 um die Schiebewelle 9 erhöht zusätzlich die mechanische Grundgenauigkeit der Erzeugung der Wälzbewegung.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist durch die ortsfeste Anordnung der Antriebsbaueinheit 14 eine rationelle Ausführung der Getriebebezüge für mittlere Schlittenweglängen erzielt.

Vorteile ergeben sich hierbei insbesondere dadurch, dass sich der Fertigungsaufwand für die Gewindespindel hinsichtlich ihrer Länge in vertretbaren Grenzen hält und die Spindelmutter des Schraubtriebes 7 fest im Schlitten 1 angeordnet ist.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 ist die Anzahl der Übertragungselemente im rotatorischen Getriebezug und translatorischen Getriebezug minimal. Es wirken die Antriebsbaueinheiten 14; 15 direkt auf die in jedem Ausführungsbeispiel notwendigen Übertragungselemente Schraubtrieb 7 und Schnecke 11.

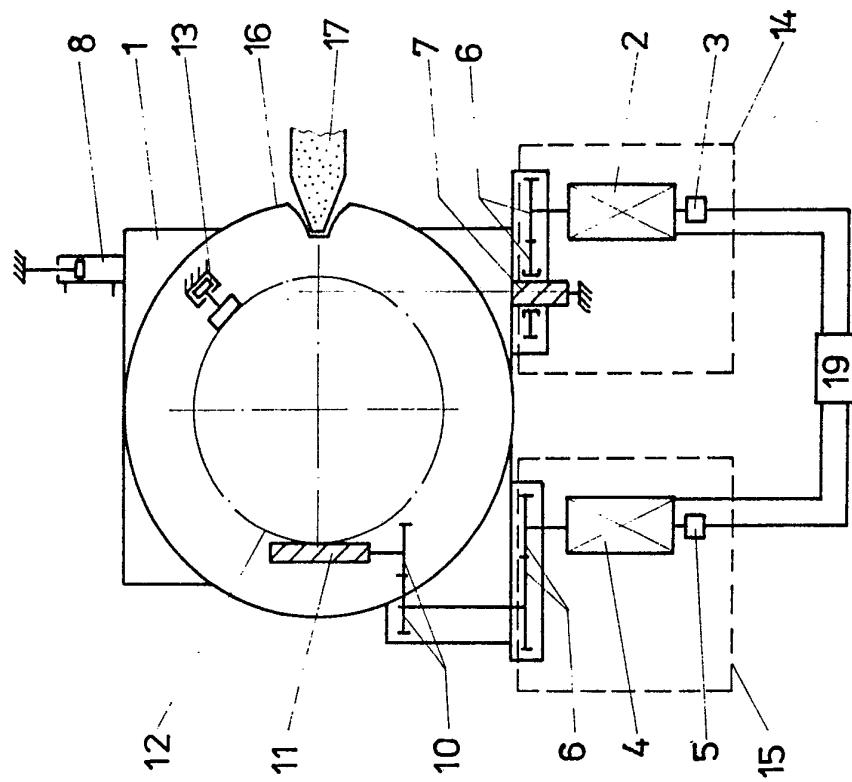


Fig. 2

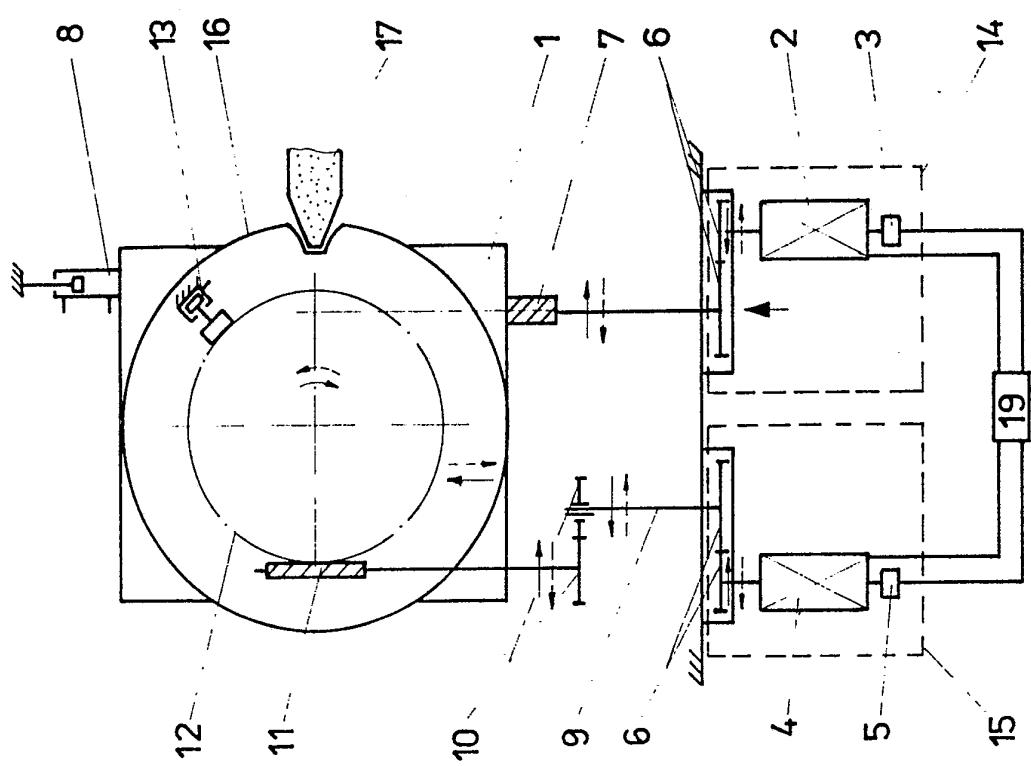


Fig. 1

671 720

2 Blatt Blatt 2\*

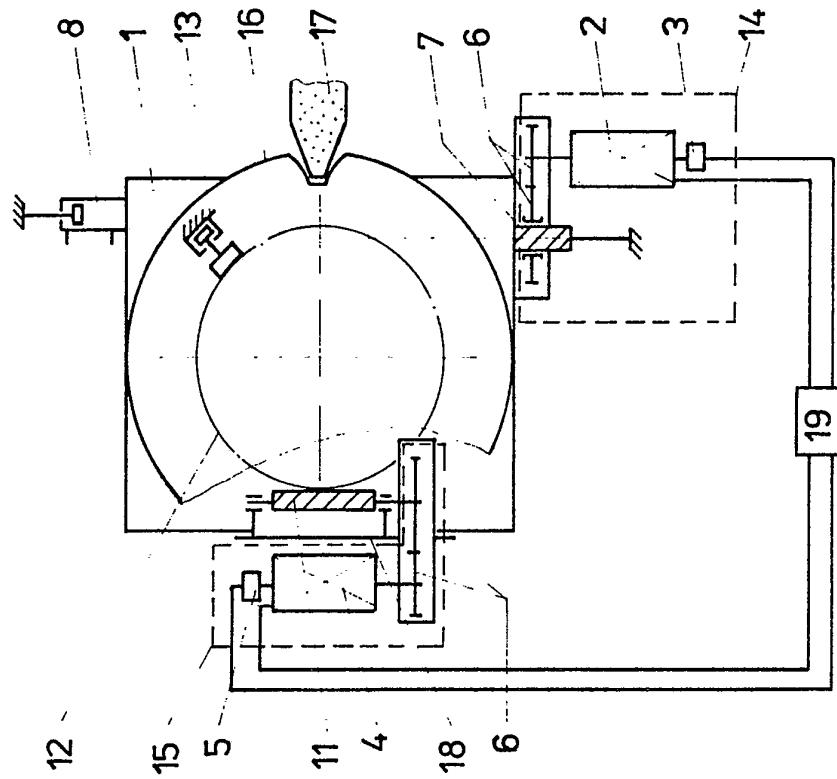


Fig. 4

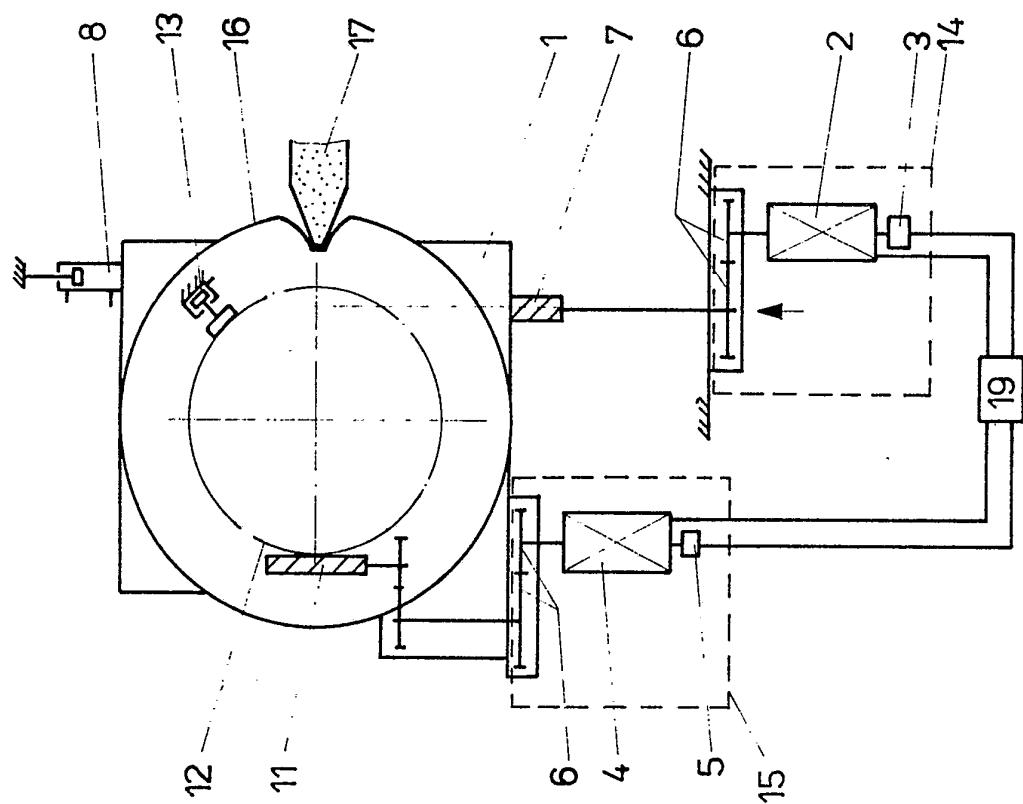


Fig. 3