



19) **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

12) **Patentschrift**  
10) **DE 43 30 808 C 2**

51) Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 23 Q 17/09**  
B 23 B 25/06  
G 01 B 7/16  
G 01 L 1/04

21) Aktenzeichen: P 43 30 808.2-14  
22) Anmeldetag: 10. 9. 93  
43) Offenlegungstag: 16. 3. 95  
45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 27. 8. 98

**DE 43 30 808 C 2**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

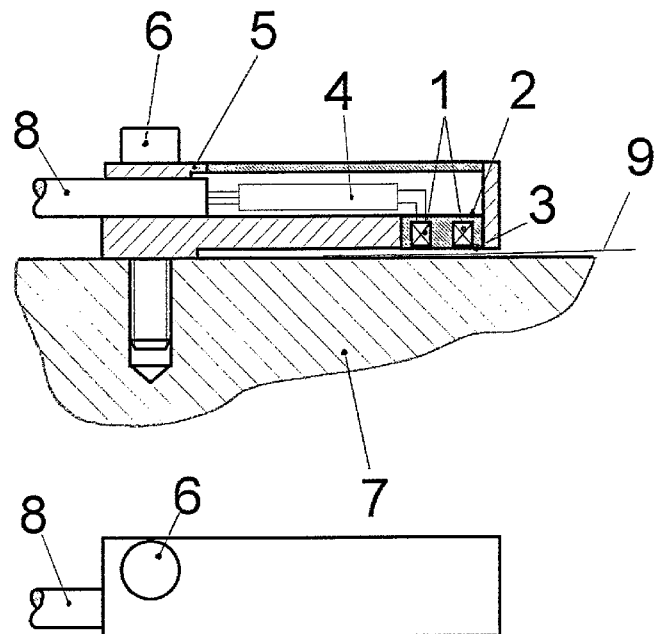
73) **Patentinhaber:**  
Nordmann, Klaus, Dr.-Ing., 50937 Köln, DE

72) **Erfinder:**  
gleich Patentinhaber

56) **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:**  
DE 37 11 434 A1

54) **Vorrichtung zum Messen der Bearbeitungskraft von Werkzeugen**

57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung der Bearbeitungskräfte von Werkzeugen, wobei die elastische Biegung eines am Werkzeug- oder Werkstückantrieb beteiligten Maschinenteils gemessen wird. Hierzu wird die biegungs- bzw. kraftproportionale Änderung des Abstandes zwischen dem Maschinenteil und einem auf diesem Maschinenteil montierten Aufnehmer erfaßt. Der Vorteil dieser Erfindung liegt in der besonderen Einfachheit der Montage, dem geringen Raumbedarf und der hohen Meßeempfindlichkeit der Biegunsmessung, welche in der Regel einer Messung der Längsdehnung oder einer relativen Abstandsmessung zwischen 2 Maschinenteilen überlegen ist.



**DE 43 30 808 C 2**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen der Bearbeitungskraft von Werkzeugen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Es ist bekannt, daß Werkzeugverschleiß und Werkzeugbruch über eine Messung der auf dieses Werkzeug wirkenden Kraft oder einzelner Komponenten dieser Kraft erkannt werden kann.

In der DE 37 11 434 A1 ist ein Verfahren beschrieben, das zur Kraftmessung die relative Lageänderung zweier benachbarter Maschinenteile mißt, wobei mindestens eines durch die vom Werkzeug erzeugte Kraft beansprucht ist. Zur Abstandsmessung werden induktive Wegaufnehmer verwendet. Nachteilig bei diesem Verfahren sind jedoch erstens die Hysterese durch die Reibung in der Fuge zwischen diesen Maschinenteilen und zweitens die nicht konstante Meßempfindlichkeit und Nichtlinearität infolge nicht konstanter Kontaktflächen zwischen diesen Maschinenteilen.

Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine gattungsgemäße Vorrichtung hoher Meßgenauigkeit bei einfachem Aufbau zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Bei der Erfindung wird die Biegung eines am Werkzeug- oder Werkstückantrieb beteiligten Maschinenteils mit einem Wegaufnehmer ohne eine zwischenliegende Fuge gemessen. Der Wegaufnehmer kann z. B. berührend sein nach dem linearen Differentialtransformator-Prinzip oder berührungslos nach dem induktiven Prinzip oder Wirbelstromprinzip. Im Mittelpunkt steht hier die Anwendung des Wirbelstromprinzips, da es gegenüber dem Differentialtransformator ohne bewegliche Teile auskommt und gegenüber dem rein induktiven Aufnehmer auch an nicht ferromagnetischen Teilen angewendet werden kann.

Zur Erläuterung von Funktion und Aufbau wird in **Fig. 1** eine Ausführungsform erläutert: Der aus einer Spule **1**, einem Schalenkern **2**, Deckel **3** und der Elektronik **4** aufgebaute Wegaufnehmer wird in ein Metallgehäuse **5** integriert und mit einer einzigen Schraube **6** auf dem der Biegung ausgesetzten Maschinenteil **7** befestigt. Eine Stufe im Metallgehäuse **5** gibt den Normalabstand vor. Bei einer Biegung z. B. entlang der Kurve **9** ändert sich der Abstand zwischen der Spule **1** und dem Maschinenteil **7**, wodurch sich die Bedämpfung der Spule **1** ändert. Diese Bedämpfung wird über die Elektronik **4** erfaßt und in eine Weginformation umgewandelt, welche der der Biegung zugrundeliegenden Kraft proportional ist. An das Meßkabel **8** werden aufgrund des niederohmigen Ausgangs der Elektronik **4** keine besonderen Ansprüche bzgl. Isolationswiderstand gestellt.

Dieser Aufnehmer kann z. B. in Mehrspindel-Drehautomaten eingesetzt werden zur Messung der Werkzeug-Vorschubkräfte. Siehe hierzu **Fig. 2**: Der Aufnehmer **11** wird z. B. auf dem sog. Kulissenhebel **12** befestigt. Der Kulissenhebel **12** wird von einer Steuerkurve **13** bewegt und treibt die Vorschubstange **14** mit dem Werkzeug **15** an, welches das Werkstück **16** bearbeitet und hierbei je nach Abstumpfungsgrad einen mechanischen Widerstand erfährt, der sich als Biegung auf den Kulissenhebel **12** überträgt. Da der Spitze-Spitze-Wert des elektrischen Grundrauschens des Wirbelstromaufnehmers in einer realisierten Ausführung nur 0,01 Mikrometer beträgt und der Grundabstand unmittelbar vor der Messung in dem noch unbelasteten Zustand gemessen und als Referenzwert gespeichert wird, sind selbst kleinste Kräfte auswertbar und kleinste Werkzeuge mit diesem Aufnehmer überwachbar. Bei der erfindungsgemäßen Messung einer Biegung ist der Meßeffect höher als bei der Messung einer Längsdehnung.

1. Vorrichtung zum Messen der Bearbeitungskraft von Werkzeugen in Werkzeugmaschinen, bei der eine der Bearbeitungskraft proportionale Abstandsänderung benachbarter Teile der Werkzeugmaschine mit einem Wegaufnehmer gemessen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die durch eine elastische Biegung eines am Werkzeug- oder Werkstückvorschub beteiligten Maschinenteils (**7**) verursachte Abstandsänderung von dem auf diesem Maschinenteil (**7**) befestigten Wegaufnehmer erfaßt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand über die Bedämpfung einer mit Wechselstrom gespeisten Spule (**1**) gemessen wird (Wirbelstromprinzip).
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kompensation temperaturbedingter Biegungen und Meßwertdriften vor jeder Biegunsmessung der Grundabstand ohne Werkzeugbelastung erfaßt wird, und dieser Grundabstand als Referenz für den unter Werkzeugbelastung gemessenen Biegunsmesswert elektronisch gespeichert wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wegaufnehmer ein Gehäuse (**5**) aufweist, welches mit einer einzigen Schraube (**6**) befestigt wird, wobei der Grundabstand zu dem der Biegung ausgesetzten Maschinenteil (**7**) über eine Stufe im Aufnehmergehäuse (**5**) vorgegeben wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

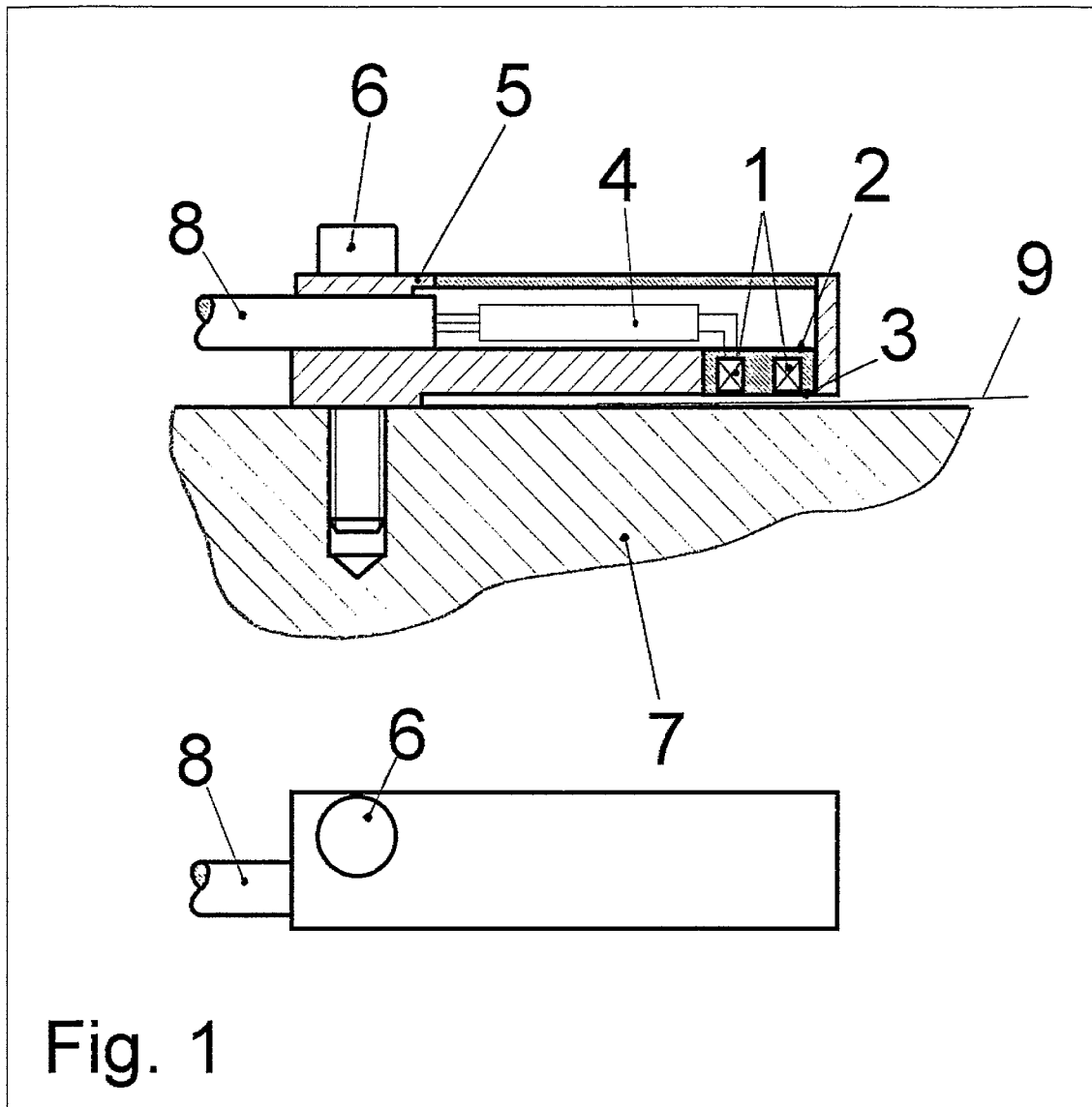


Fig. 1

