

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmeldenummer: **89109076.3**

⑤① Int. Cl.4: **B24B 33/06 , B24B 49/00 ,
B23Q 15/007 , G05B 13/02**

⑱ Anmeldetag: **19.05.89**

⑳ Priorität: **28.05.88 DE 3818159**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.12.89 Patentblatt 89/49

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

⑦① Anmelder: **PETER WOLTERS AG**
Büsumer Strasse 96
D-2370 Rendsburg(DE)

⑦② Erfinder: **Wittstock, Gerhard**
Heidredder 32
D-2082 Uetersen(DE)

⑦④ Vertreter: **Dipl.-Ing. H. Hauck Dipl.-Phys. W.**
Schmitz Dipl.-Ing. E. Graalfs Dipl.-Ing. W.
Wehnert Dr.-Ing. W. Döring
Neuer Wall 41
D-2000 Hamburg 36(DE)

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung des Betriebs von Hon- oder Schleifmaschinen.**

⑤⑦ Verfahren zur Steuerung des Betriebs von Zweischeiben Hon-oder Schleifmaschinen, deren Arbeitsscheiben mittels einer Belastungsvorrichtung mit einem vorgegebenen, veränderbaren Belastungsdruck zueinander und auf die Werkstücke gedrückt werden, bei dem während des Betriebs mit Hilfe einer Meßsteuereinrichtung der Materialabtrag der Werkstücke und ggf. der Arbeitsscheiben gemessen und die Bearbeitung beendet wird, wenn ein vorgegebenes Maß erreicht worden ist, wodurch der Materialabtrag pro Zeiteinheit (Istwert) gemessen und mit mindestens einem vorgegebenen Sollwert für den Materialabtrag pro Zeiteinheit verglichen wird und der Belastungsdruck der Belastungsvorrichtung automatisch erhöht wird, wenn der Istwert unterhalb des Sollwerts liegt.

EP 0 344 548 A2

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung des Betriebs von Hon- oder Schleifmaschinen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Steuerung des Betriebs von insbesondere Zweischeiben-Hon- oder Schleifmaschinen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei Zweischeiben-Hon- und Läppmaschinen sind die Werkstücke normalerweise in Aufnahmeöffnungen der Läuferscheiben aufgenommen, die auf der unteren Arbeitsscheibe aufliegen und deren Umfangszahnung mit einem inneren und einem äußeren Zahnkranz in Eingriff steht. Äußerer oder innerer Zahnkranz bzw. beide werden angetrieben, so daß sich die Läuferscheiben um ihre Achse drehend zwischen den Arbeitsscheiben vorbewegen. Die Aufnahmeöffnungen für die Werkstücke sind exzentrisch, so daß die Werkstücke bei dem beschriebenen Umlauf eine zykloidische Bewegung ausführen.

Bei der sehr feinen Oberflächenbearbeitung der Werkstücke kommt es u.a. darauf an, daß eine vorgegebene Dicke sehr präzise eingehalten wird. Es ist daher notwendig, während des Betriebs der Arbeitsmaschine die Werkstückdicke mit Hilfe eines Meßfühlers zu messen. Der Meßfühler ist auf eine vorgegebene Dicke voreingestellt. Er schaltet die Maschine ab, sobald das vorgegebene Maß erreicht worden ist. Da die Dickenmessung normalerweise dadurch erfolgt, daß der Abstand zwischen den Arbeitsflächen der Arbeitsscheiben gemessen wird, andererseits die Arbeitsscheiben einem Abtrag unterliegen, ist erforderlich, diesen Abtrag bei der Dickenmessung zu berücksichtigen. Dies geschieht im Stand der Technik dadurch, daß die Werkstücke außerhalb der Bearbeitungsmaschine nachgemessen werden. Aufgrund der nachgemessenen Werte erfolgt von Zeit zu Zeit eine Nachstellung des Schaltpunktes für den Meßfühler.

Mit dem fortschreitenden Abtrag der Arbeitsscheiben ändert sich auch deren Abtragvermögen. Dieses wird zunehmend geringer, da die Arbeitsscheiben ihre Griffigkeit verlieren. Das körnige Gefüge setzt sich zunehmend dicht; die Arbeitsfläche wird "stumpfer". Naturgemäß wird aus diesem Grunde auch die Bearbeitungszeit länger. Verliert die Arbeitsscheibe einen großen Teil ihrer Griffigkeit, kann die Bearbeitungszeit zu lange dauern, was aus produktionstechnischen Gründen unerwünscht ist. Dem beschriebenen Effekt kann indes- sen dadurch begegnet werden, daß der Belastungsdruck zunehmend erhöht wird. Dadurch gelingt es, die Länge der Bearbeitungszeit zu begrenzen. Überschreitet der Belastungsdruck vorgegebene Werte, wird unter Umständen die ausreichende Oberflächenqualität sowie die nötige Toleranzqualität nicht erreicht. Bei zu hohem Druck "brechen" die Scheiben auf, d.h. die Griffigkeit nimmt u.U. zu.

Beim herkömmlichen Betrieb von Hon- und Schleifmaschinen wird der Belastungsdruck durch die Bedienungsperson erhöht, wenn sie feststellt, daß die Bearbeitungszeiten zu lang werden. Ein derartiges Verfahren ist jedoch unbefriedigend und an die Geschicklichkeit und Zuverlässigkeit der Bedienungsperson gebunden, sollen zufriedenstellende Arbeitsergebnisse erzielt werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung des Betriebs von Zweischeiben-Hon- und Schleifmaschinen anzugeben, mit dem die Bearbeitungszeit der Werkstücke optimiert werden kann bei verbesserter Toleranz- und Oberflächenqualität bei vereinfachter Maschinenbedienung.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Kennzeichnungsteils des Patentanspruchs 1 gelöst.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird der Materialabtrag pro Zeiteinheit gemessen und mit einem vorgegebenen Sollwert für den Materialabtrag pro Zeiteinheit verglichen. Mit anderen Worten, während der Bearbeitungszeit wird die Dickenänderung des Werkstücks pro Zeit gemessen und in Beziehung gesetzt zu einer vorgegebenen Dickenänderung pro Zeit. Erreicht der gemessene Materialabtrag pro Zeiteinheit den vorgegebenen Wert nicht, ist dies ein Anzeichen für das Nachlassen der Griffigkeit der Arbeitsscheiben. Es ist daher notwendig, den Belastungsdruck zu erhöhen. Dies geschieht beim erfindungsgemäßen Verfahren automatisch.

Es ist beim erfindungsgemäßen Verfahren auch möglich, einen maximalen und einen minimalen Sollwert für den Materialabtrag pro Zeiteinheit vorzugeben. Der Belastungsdruck wird erhöht, wenn der gemessene Materialabtrag pro Zeiteinheit unterhalb des minimalen Sollwerts liegt und er niedrig, wenn er oberhalb des maximalen Sollwerts liegt, beispielsweise bei einem Aufbrechen der Arbeitsscheiben. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß der Belastungsdruck weder zu hoch noch zu niedrig ist, um eine optimale Werkstückbearbeitung vorzunehmen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, den Belastungsdruck fortlaufend in Abhängigkeit vom Materialabtrag pro Zeiteinheit zu ändern, d.h. bei Änderung des gemessenen Wertes für den Materialabtrag pro Zeiteinheit der Belastungsdruck sofort anzupassen. In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung wird der Belastungsdruck nach Abschluß eines Bearbeitungszyklus vor dem nächsten Bearbeitungszyklus geändert.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung

möglich, die Größe der Veränderung des Belastungsdrucks von der Größe der Abweichung des Istwerts vom Sollwert für den Materialabtrag pro Zeiteinheit abhängig zu machen. Der Steuerung für den Belastungsdruck kann eine Funktion eingespeichert werden, die die Beziehung des Belastungsdrucks zum gemessenen Materialabtrag pro Zeiteinheit ausdrückt. Ein bestimmter Wert des Abtrags pro Zeiteinheit entspricht einem bestimmten Belastungsdruck. Ändert sich der Materialabtrag, ändert sich entsprechend auch der Belastungsdruck. Dieser kann stufenlos oder auch in vorgegebenen Stufen verändert werden.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird die Arbeitsmaschine vorzugsweise abgeschaltet, wenn der Belastungsdruck eine vorgegebene Höhe erreicht hat. Wie eingangs ausgeführt, ist ab einer bestimmten Größe des Belastungsdrucks die Qualität der Bearbeitung nicht mehr unbedingt gewährleistet. Ferner ist nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen, bei Erreichen des maximalen Sollwerts für den Materialabtrag pro Zeiteinheit ein Alarmsignal abzugeben. Das Überschreiten dieses Sollwerts zeigt an, daß die Arbeitsscheibe aufbrechen kann und ggf. eine unzulässige Griffigkeit erhält, die aus Qualitätsgründen ebenfalls unerwünscht ist.

Eine Möglichkeit, den Abtrag der Arbeitsscheiben zu berücksichtigen, besteht erfindungsgemäß darin, daß die Dicke der Werkstücke nach der Entnahme aus der Maschine nachgemessen wird und aus der Differenz des nachgemessenen Wertes und des vorgegebenen Sollwertes ein Korrektursignal gebildet wird zur Modifizierung des vorgegebenen Sollwerts für den Materialabtrag. Alternativ kann auch der Abschaltzeitpunkt der Maschine nach Erreichen des vorgegebenen Sollwerts für den Materialabtrag verschoben werden. Bevor ein Korrektursignal eingegeben wird zwecks Modifizierung des Sollwerts für den Materialabtrag, wird nach einer Ausgestaltung der Erfindung zweckmäßigerweise eine Mehrzahl von Nachmeßwerten zugrunde gelegt, aus denen ein Mittelwert gebildet wird.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht einen Meßfühler mit der zugehörigen Meßsteuervorrichtung vor zur Messung des Materialabtrags der Werkstücke und ggf. der Arbeitsscheiben sowie eine Belastungsvorrichtung zur veränderlichen Einstellung des Belastungsdrucks, vorzugsweise der oberen Arbeitsscheibe. Nach der Erfindung ist eine elektronische Meßsteuervorrichtung vorgesehen, die einen programmierbaren Speicher enthält, in dem mindestens ein Sollwert für den Materialabtrag pro Zeiteinheit und für den absoluten Materialabtrag eingegeben werden. Ferner enthält sie einen Zeittaktgeber zur Messung des Materialabtrags

pro Zeiteinheit. Der Meßfühler ist mit der Meßsteuervorrichtung verbunden zwecks Eingabe eines dem gemessenen Materialabtragswert entsprechenden Signals. Die Meßsteuervorrichtung ist mit einer Drucksteuervorrichtung verbunden, die in Abhängigkeit des Signals von der Steuervorrichtung den Belastungsdruck ändert. Die Drucksteuervorrichtung weist zweckmäßigerweise ebenfalls einen programmierbaren Speicher auf zur Vorgabe eines maximalen Sollwerts für den Belastungsdruck. Sie gibt ein Signal auf eine Abschaltvorrichtung für die Arbeitsmaschine, wenn der von der Druckeinrichtung aufzubringende Belastungsdruck den Sollwert erreicht bzw. überschreitet. Wie erwähnt, wird durch die Begrenzung des Belastungsdrucks verhindert, daß die Oberflächenqualität leidet bzw. ein unkontrolliertes Aufbrechen der Arbeitsscheiben verursacht wird.

Der Meßfühler ist nach einer Ausgestaltung der Erfindung ein Meßtaster, dem Grenzschaltpunkte zugeordnet sind für eine minimale bzw. maximale Meßwegbegrenzung. Dadurch wird verhindert, daß die Messung zu ungenau wird. Die Signale der Grenzschalter werden vorzugsweise auf die Meßsteuervorrichtung gegeben, die nach einer Ausgestaltung der Erfindung die Abschaltvorrichtung der Maschine oder eine Warnlampe betätigt, wenn sie ein Signal von einem Grenzschalter erhält.

Nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist in einer Arbeitsmaschine eine einen Meßfühler aufweisende Nachmeßstation zugeordnet, und der Nachmeßfühler ist mit der Meßsteuervorrichtung verbunden zur Modifizierung des Sollwerts für den Materialabtrag des Werkstücks oder des Abschaltzeitpunkts der Maschine nach Erreichen eines vorgegebenen Sollwerts für den Materialabtrag. Die Werkstücke werden vorzugsweise mit Hilfe einer geeigneten Handhabungsvorrichtung automatisch aus der Maschine entnommen und der Nachmeßstation zugeführt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt schematisch eine Hon- oder Schleifmaschine mit einer Steueranordnung nach der Erfindung.

Bevor auf die in der Zeichnung dargestellten Einzelheiten näher eingegangen wird, sei vorangestellt, daß jedes der beschriebenen Merkmale für sich oder in Verbindung mit Merkmalen der Ansprüche von erfindungswesentlicher Bedeutung sein kann.

Eine Zweischeiben-Hon- oder Schleifmaschine 10 weist eine obere Arbeitsscheibe 11 und eine untere Arbeitsscheibe 12 auf. Die obere Arbeitsscheibe 11 ist an einer Spindel 13 aufgehängt, auf deren oberem Ende ein Antriebsrad 14 sitzt, das über einen Antriebsriemen 15 von einem Antriebs

motor 16 angetrieben ist. Die Spindel 13 ist in einer Lagerbuchse 14 gelagert, auf die beispielsweise über ein Gestänge 17 eine Belastungsvorrichtung 18 einwirkt. Mit Hilfe der Belastungsvorrichtung 18 kann der Belastungsdruck der Arbeitsscheibe 11 eingestellt werden. Die beschriebenen Teile sind in einem Oberteil 19 gelagert, das um eine vertikale Achse im Maschinengestell 20 schwenkbar gelagert ist.

Die untere Arbeitsscheibe 12 ist mittels einer Hohlwelle 21 im Maschinengestell 20 drehbar gelagert. Die Hohlwelle 21 wird über einen Antriebsriemen 22 von einem Elektromotor 23 angetrieben. Die untere Arbeitsscheibe 12 ist von einem stationären Stiftkranz 24 umgeben. Innerhalb der ringförmigen unteren Arbeitsscheibe 12 ist ein Teller 25 angeordnet, der über eine Welle 26 in der Hohlwelle 21 gelagert ist und über ein Riemengetriebe 27 in Verbindung mit einem Elektromotor 28 steht. Der Teller 25 weist einen Stiftkranz 29 auf. Zwischen den Arbeitsscheiben 11, 12 auf der unteren Arbeitsscheibe 12 aufliegend sind mehrere Läufer-scheiben 30 angeordnet, die am Umfang mit einer Zahnung versehen sind, die in Eingriff steht mit dem inneren Stiftkranz 29 und dem äußeren Stiftkranz 24. Die Läufer-scheiben 30 nehmen in Öffnungen Werkstücke 31 auf, deren Ober- und Unter-seiten bearbeitet werden sollen. Während des Betriebs drehen sich die Arbeitsscheiben 11, 12 bevorzugt gegenläufig. Ferner wird der Teller 25 angetrieben, wodurch die Werkstücke in den Läufer-scheiben 30 sich zyklodisch zwischen den Arbeitsscheiben 11, 12 bewegen. Insoweit handelt es sich um eine herkömmliche Hon- oder Schleifmaschine.

An dem Teller 25 befindet sich eine Meßfläche 32, der ein Meßtaster 33 zugeordnet ist. Der Meßtaster 33 ist mit der oberen Arbeitsscheibe 11 verbunden und mißt daher den Abstand der Arbeitsscheibe 11 von der stationären Meßfläche 32. Dieser Abstand ist abhängig von der Dicke der Werkstücke 31. Er wird jedoch auch beeinflusst durch den Abtrag der Arbeitsflächen der oberen und unteren Arbeitsscheibe 11, 12.

Der Meßtaster 33 ist über eine elektrische Leitung 34 mit einer Meßsteuereinrichtung 35 verbunden. Die Meßsteuereinrichtung enthält einen programmierbaren Speicher, in den die Werte für einen maximalen Materialabtrag pro Zeiteinheit (t_{max}) und einen minimalen Materialabtrag pro Zeiteinheit (t_{min}) gegeben werden. Die Meßsteuereinrichtung 35 ist mit einem nicht gezeigten Zeittaktgeber verbunden, der die Zeitimpulse innerhalb der Meßsteuereinrichtung gibt (t). In den programmierbaren Speicher werden außerdem die Werte für einen maximalen und einen minimalen Gesamtmaterialabtrag bzw. Meßbereich eingegeben (t_{max} bzw. t_{min}). Die Meßsteuereinrichtung 35 ist über eine Leitung 36 mit einer Drucksteuereinrichtung 37 ver-

bunden, die über eine Steuerleitung 38 mit der Belastungsvorrichtung 18 in Verbindung steht. Die Drucksteuereinrichtung 37 steuert den Druck eines über eine Leitung 39 ankommenden Druckmediums, das über die Leitung 38 auf die Belastungsvorrichtung 18 gegeben wird (Eingangsdruck F_i ; Ausgangsdruck F_B). Die Drucksteuereinrichtung enthält ebenfalls einen programmierbaren Speicher, in den ein Maximalwert für den Differenzdruck (F_{max}) für eine Belastungserhöhung sowie ein minimaler Differenzdruckwert (F_{min}) für eine Belastungsverminderung eingespeichert werden.

Eine Nachmeßstation 40 hat zwei Meßtaster 41, deren Signale über eine Leitung 42 auf die Meßsteuereinrichtung 35 gegeben werden. Die Werkstücke 38 werden mit Hilfe einer nicht gezeigten automatisch arbeitenden Handhabungsvorrichtung aus der Maschine 10 entnommen und in die Nachmeßstation 40 gegeben.

Die beschriebene Anordnung arbeitet wie folgt. Bei der Bearbeitung vorgegebene Werkstücke werden in die Meßsteuereinrichtung in der oben beschriebenen Weise die Werte für den maximalen und den minimalen Abtrag pro Zeiteinheit ein gegeben sowie die absoluten Werte für den oberen und den unteren Meßbereich. Der Meßtaster 33 gibt fortlaufend oder in Zeitabständen ein Signal auf die Meßsteuereinrichtung 35, das der jeweils gemessenen Dicke proportional ist. Die Meßsteuereinrichtung vergleicht nun die Beträge des Abtrags innerhalb eines vorgegebenen vom Zeittaktgeber eingestellten Zeitraums. Befindet sich der ermittelte Wert zwischen dem maximalen und dem minimalen Abtragswert pro Zeiteinheit, wird der Betrieb mit dem gleichen Belastungsdruck fortgesetzt. Dieser wurde mit einem bestimmten Druck F_B für die obere Arbeitsscheibe 11 begonnen, der von der Drucksteuereinrichtung 37 über die Belastungsvorrichtung 18 eingestellt wird. Die aus der Maschine kommenden Werkstücke 31 werden mit Hilfe einer Handhabungsvorrichtung automatisch entnommen und der Nachmeßstation 40 zugeführt. In dieser wird die Dicke der Werkstücke 31 erneut gemessen, wobei dieses Meßsignal über die Leitung 42 in die Meßsteuereinrichtung 35 gegeben wird. Diese hat vor Entnahme der Werkstücke über eine nicht gezeigte Schalteinrichtung die Antriebe der Maschine 10 ausgeschaltet, sobald über den Meßtaster 33 angezeigt ist, daß der gewünschte Sollwert für den Materialabtrag erreicht worden ist. Da der Meßtaster 33 den Abtrag der Arbeitsscheiben 11, 12 nicht automatisch kompensiert, kann sich eine Differenz zwischen den in der Station 40 nachgemessenen Dickenwerten und den Werten ergeben, die vom Meßtaster 33 in die Meßsteuereinrichtung 35 gegeben werden. Der in der Meßsteuereinrichtung 35 gespeicherte Sollwert für die Werkstückdicke wird entsprechend modifiziert, so daß auf

diese Weise der Abtrag der Arbeitsscheibe kompensiert wird.

Mit zunehmendem Abtrag der Arbeitsscheiben 11, 12 wird deren "Griffigkeit" kleiner, d.h. die Meßwerte für den Materialabtrag pro Zeiteinheit, die in der Meßsteuereinrichtung 35 ermittelt werden, werden kleiner. Unterschreiten diese einen Mindestwert (\dot{t}_{\min}), wird über die Leitung 36 ein Signal auf die Drucksteuereinrichtung gegeben, die daraufhin in Abhängigkeit von der Größe des Signals auf der Leitung 36 den Druck um einen Betrag F_{\max} erhöht, wodurch der Andruck der oberen Arbeitsscheibe 11 größer wird. Durch die Vorgabe des maximalen Werts des Materialabtrags pro Zeiteinheit (\dot{t}_{\max}), wird erreicht, daß der Druck in optimalen Druckstufen erhöht wird. Der zunehmende Materialabtrag der Arbeitsscheiben und die dadurch automatisch sich einstellende längere Bearbeitungszeit der Werkstücke wird durch Druckerhöhung ständig aufgefangen. Der Druck darf indessen nur einen Höchstwert annehmen, soll er nicht zu einem unkontrollierbaren Aufbrechen der Arbeitsscheibe führen. Außerdem würde ein zu hoher Druck die Qualität der Oberflächen beeinträchtigen. Wird daher ein vorgegebener oberer Druck erreicht, wird die Maschine stillgesetzt. Die Arbeitsscheiben 11, 12 müssen nachgearbeitet werden. Naturgemäß arbeitet ein Meßtaster nur innerhalb eines bestimmten Bereichs relativ genau. Um den Genauigkeitsbereich einzuhalten, sind dem Meßtaster 34 nicht gezeigte Schaltpunkte (\dot{t}_{\max} , \dot{t}_{\min}) zugeordnet, die für eine Abschaltung der Maschine 10 bzw. für ein Warnsignal sorgen, wenn die obere oder untere Grenze des Bereichs erreicht wird.

Ansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Betriebs von Zweischeiben-Hon- oder Schleifmaschinen, deren Arbeitsscheiben mittels einer Belastungsvorrichtung mit einem vorgegebenen, veränderbaren Belastungsdruck zueinander und auf die Werkstücke gedrückt werden, bei dem während des Betriebs mit Hilfe einer Meßsteuereinrichtung der Materialabtrag der Werkstücke und ggf. der Arbeitsscheiben gemessen und die Bearbeitung beendet wird, wenn ein vorgegebenes Maß erreicht worden ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Materialabtrag pro Zeiteinheit (Istwert) gemessen und mit mindestens einem vorgegebenen Sollwert für den Materialabtrag pro Zeiteinheit verglichen wird und der Belastungsdruck der Belastungsvorrichtung automatisch erhöht wird, wenn der Istwert unterhalb des Sollwerts liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein maximaler und ein minimaler Sollwert für den Materialabtrag pro Zeiteinheit vorgegeben werden und der Belastungsdruck der Belastungsvorrichtung erhöht wird, wenn der gemessene Materialabtrag (Istwert) unterhalb des minimalen Sollwerts liegt und erniedrigt wird, wenn der Istwert oberhalb des maximalen Sollwerts liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Belastungsdruck fortlaufend in Abhängigkeit vom Materialabtrag pro Zeiteinheit geändert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Belastungsdruck nach Abschluß eines Bearbeitungszyklus vor dem nächsten Bearbeitungszyklus geändert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Veränderung des Belastungsdrucks von der Größe der Abweichung des Istwerts vom Sollwert für den Materialabtrag pro Zeiteinheit abhängig ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Bearbeitungsdruck stufenlos veränderbar ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Belastungsdruck in festen vorgegebenen Stufen verändert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Erreichen des maximalen Sollwerts für den Materialabtrag ein Alarmsignal abgegeben wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Dicke der Werkstücke nach Entnahme aus der Maschine nachgemessen wird, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Differenz des nachgemessenen Wertes und dem vorgegebenen Sollwert ein Korrektursignal gebildet wird zur Modifizierung des vorgegebenen Sollwerts für den Materialabtrag oder zur automatischen Verschiebung des Abschaltzeitpunkts der Maschine nach Erreichen des vorgegebenen Sollwerts für den Materialabtrag.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß aus mehreren Nachmeßwerten ein Mittelwert gebildet wird.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit einem Meßfühler zur Messung des Materialabtrags der Werkstücke und ggf. der Arbeitsscheiben und einer Belastungsvorrichtung zur veränderlichen Einstellung des Belastungsdrucks, vorzugsweise der oberen Arbeitsscheibe, dadurch gekennzeichnet, daß eine elektronische Meßsteuervorrichtung (35) vorgesehen ist mit einem programmierbaren Speicher, in den mindestens ein Sollwert für den Materialabtrag pro Zeiteinheit und für den absoluten Materialabtrag gegeben wird, der Meßsteuereinrichtung (35) ein Zeittaktgeber zugeordnet ist, der

Meßfühler (33) mit der Meßsteuervorrichtung (35) verbunden ist zwecks Eingabe eines dem gemessenen Materialabtragswert entsprechenden Signals und die Meßsteuervorrichtung (35) mit einer Drucksteuervorrichtung (37) verbunden ist, die in Abhängigkeit des Signals von der Meßsteuervorrichtung (35) den Belastungsdruck ändert. 5

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Drucksteuervorrichtung (37) einen programmierbaren Speicher aufweist zur Vorgabe eines maximalen Sollwerts für den Belastungsdruck und ein Signal auf eine Abschaltvorrichtung für die Maschine (10) gibt, wenn der von der Druckeinrichtung (18) aufzubringende Belastungsdruck den Sollwert erreicht bzw. überschreitet. 10 15

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßfühler ein Meßtaster (33) ist und dem Meßtaster (33) Grenzschaltpunkte für eine minimale bzw. maximale Meßwegbegrenzung zugeordnet sind. 20

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzschaltpunkte mit der Meßsteuervorrichtung (35) in Verbindung stehen und diese ein Signal auf die Abschaltvorrichtung für die Maschine (10) gibt, wenn sie ein Signal von einem Grenzschaltpunkt erhält. 25

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Maschine (10) eine einen Meßfühler (41) aufweisende Nachmeßstation (40) zugeordnet ist und die Meßfühler (41) mit der Meßsteuervorrichtung (35) in Verbindung stehen zur Modifizierung des Sollwerts für den Materialabtrag des Werkstücks (31) oder des Abschaltzeitpunkts der Maschine (10) nach Erreichen eines vorgegebenen Sollwert für den Materialabtrag. 30 35

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zur Nachmeßstation (40) und der Maschine (10) eine Handhabungsvorrichtung angeordnet ist, die die Werkstücke (31) automatisch aus der Maschine (10) entnimmt und der Nachmeßstation (40) zuführt. 40

45

50

55

6

