

PATENTSCHRIFT 142 309

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11)	142 309	(44)	18.06.80	Int. Cl. ³	3(51) B 24 B 49/00
(21)	WP B 24 B / 211 652	(22)	19.03.79		

(71) siehe (72)

(72) Lorenz, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Grünwald, Franz, Prof. Dr.-Ing.;
Ortmann, Rainer, Dipl.-Phys.; Böswetter, Gerd, Dr.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) Dipl.-Ing. Wolfgang Lorenz, 183 Rathenow, Paul-Singer-Straße 3

(54) Verfahren zum schonenden Einsatz von Schleifwerkzeugen,
insbesondere Diamantwerkzeugen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum schonenden Einsatz von Schleifwerkzeugen, insbesondere Diamantwerkzeugen. Ziel der Erfindung sind die Erhaltung einer maximalen Standzeit des Werkzeuges, eine kontinuierliche Selbstschärfung, eine optimale Oberflächengüte, minimale Bearbeitungszeiten sowie die Minimierung der Abrichtvorgänge. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst, indem die Werkzeuge ständig auf dem Wert einer günstigen Flächenpressung gehalten werden. Diesen Wert sucht sich das System mittels vorgegebener Regulationsbedingungen unabhängig vom Material und von den geometrischen Abmessungen während der Arbeitsphase selber. Diese Erfindung kann bei allen Schleifverfahren, insbesondere solchen, die mit Diamantwerkzeugen arbeiten, angewendet werden.

Verfahren zum schonenden Einsatz von Schleifwerkzeugen, insbesondere Diamantwerkzeugen.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung und ständigen Aufrechterhaltung einer günstigen Flächenpressung zwischen dem Schleifwerkzeug und dem Werkstück beim Trennschleifen und Schleifen, insbesondere mit Diamantwerkzeugen, in Abhängigkeit von den geometrischen Abmessungen des Werkstückes und von seinen Materialeigenschaften.

Beim Trennschleifen und Schleifen, insbesondere mit Diamantwerkzeugen, kommt es darauf an, im Interesse der Erhaltung einer maximalen Standzeit des Werkzeuges, einer kontinuierlichen Selbstschärfung, einer optimalen Oberflächengüte sowie minimaler Bearbeitungszeiten und einer Minimierung der Abrichtvorgänge dafür zu sorgen, daß an den, in einer Bindung fest sitzenden Schleifkörnern ständig scharfe Schneidkanten zum Einsatz kommen können. Das setzt voraus, daß, abgestimmt mit dem Bindungsverschleiß, neue Schneidkanten an stumpfen Schleifkörnern durch Kornsplitterung und Kornbruch entstehen, bzw. nach dem vollständigen Kornverschleiß neue Schleifkörner zum Eingriff kommen können. Die Herausbildung eines solchen Schneidflächenzustandes wird im wesentlichen durch die Flächenpressung zwischen Werkzeug und Werkstück in Richtung des Materialabschliffes bestimmt. Insbesondere wird diejenige Flächenpressung p_m als günstige Flächenpressung bezeichnet, bei der sich ein Schneidflächenzustand, wie oben beschrieben, herausbilden kann, d.h., daß durch Kornsplitterung und -bruch ständig neue Schneidkanten am Schleifkorn entstehen können und erst nach dem vollständigen Verschleiß im Zusammenhang mit dem Bindungs-

verschleiß, tiefer in der Bindung liegende Körner in Eingriff kommen können.

Ein weiteres Merkmal der günstigen Flächenpressung ist ein minimaler Werkzeugverschleiß, mit dem gerechnet werden kann, wenn die Flächenpressung einen Wert annimmt, bei dem nach Fig. 1 in Richtung steigender p_m - Werte zum ersten Mal eine Konstanz des Zeitspanvolumens V_z über die Schleifzeit auftritt (p_{mn} in Fig. 1)

$$V_z = f(t, p_{mn}) = \text{const.}$$

In Abhängigkeit von der Größe der Flächenpressung und von den Materialeigenschaften des Werkstückes können noch folgende Schneidflächenzustände auftreten:

- Bei zu geringer Flächenpressung werden die Schneidkanten der Körner stumpf, ohne daß durch Kornsplitterung neue entstehen können. In der Folge verringert sich das Zeitspanvolumen mit der Schleifzeit und ein Abrichten des Werkzeuges, was immer zu Lasten des Schleifbelages geht, macht sich erforderlich (unterer Bereich der p_m -Werte in Fig. 1).
- Bei zu großen Werten für die Flächenpressung werden die Schleifkörner vor ihrem endgültigen Verbrauch aus dem Bindungsverband herausgerissen, wobei auch die Bindung zu schnell verschleißt. Ständig kommen neue Schleifkörner zum Einsatz, so daß der Verschleiß des Werkzeuges im Verhältnis zum Zeitspanvolumen schneller ansteigt.

Es ist demnach nach Möglichkeit ein Trennschleif- oder Schleifwerkzeug so einzusetzen, daß die Flächenpressung in jeder Phase des Schleifvorganges auf einen solchen Wert reguliert wird, der gewährleistet, daß das Zeitspanvolumen konstant bleibt. Das bedeutet nach Fig. 1, einen Wert annimmt, der durch die Größe der Flächenpressung p_{mn} bestimmt ist. Auf Grund dieser Bedingung lassen sich unterschiedliche Materialabmessungen und Materialeigenschaften berücksichtigen.

Da in der Definition für die makroskopische Flächenpressung die Schleifkörperbreite bzw. die Zustellung und der Eingriffsbogen enthalten sind, kann anstelle des Zeitspanvolumens V_z auch die Vorschubgeschwindigkeit v als Kriterium für die Einstellung der günstigen Flächenpressung verwendet wer-

den. Auf Grund des, in Fig. 2 dargestellten Zusammenhangs kann auch der aufgenommene Motorstrom als Kriterium für das Auffinden der günstigen Flächenpressung herangezogen werden. Bei nachlassender Schneidfähigkeit des Werkzeuges sinkt auch die Motorstromaufnahme, während bei konstant bleibender Schneidfähigkeit ebenfalls die Motorstromaufnahme einen, den Schneidbedingungen entsprechenden Wert annimmt und konstant bleibt. Selbstverständlich darf der Motorstrom den jeweiligen Grenzwert für seinen Maximalwert nicht übersteigen.

$$I_{\text{Grenz}} = f(\text{Motor})$$

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die bekannten Verfahren und Einrichtungen zur Realisierung des Vorschubes an Trennschleif- oder Schleifmaschinen bedienen sich handbetriebener oder maschineller Methoden. Wird der Vorschub von Hand ausgeführt, kann sich bei großen Werkstückabmessungen die Flächenpressung auf Grund der relativ kleinen Muskelkräfte im unteren Bereich des Diagramms in Fig. 1 oder 2 bewegen, in dem ein Schneidflächenzustand erreicht wird, der durch abgestumpfte Schneidkanten an den Körnern charakterisiert ist. Das hat zur Folge, daß sehr schnell die Schneidfreudigkeit nachläßt und das Werkzeug abgerichtet werden muß. Die Praxis an entsprechenden Maschinen und Geräten bestätigt diese Tatsache. Nur für kleine Probenabmessungen können die Eingriffsbedingungen besser gestaltet werden, wobei aber die Flächenpressung sehr schnell in den oberen Bereich in Fig. 1 oder 2 auswandert, was einem erhöhten Verschleiß des Werkzeuges gleichkommt. Es ist also bei unkontrolliertem Handvorschub kaum möglich, die Flächenpressung auf den jeweils günstigen Wert zu bringen.

Die maschinellen Verfahren zur Realisierung des Vorschubes weisen eine feste, konstant ablaufende Vorschubbewegung auf, die unabhängig von Probengröße und Materialeigenschaften beibehalten wird. Es ist leicht vorstellbar, daß es auch mit diesem Verfahren nur schwer möglich ist, den jeweils günstigen Wert der Flächenpressung ständig zu erfassen. Sie wird in Abhängigkeit von den Werkstückabmessungen und der Werkstoffart an beliebiger Stelle in Fig. 1 oder 2 liegen. Auch hier macht es sich erforderlich, das Werkzeug häufig abzurichten

bzw. wegen eines zu schnellen Verschleißes vorzeitig auszuwechseln.

Die bekannten Schleifverfahren und -einrichtungen verwenden grundsätzlich Schleifwerkzeuge auf der Basis von Siliziumkarbid oder Korund, die im Vergleich mit Diamantwerkzeugen wesentlich billiger sind. Es kommt deshalb hier verständlicherweise nicht vorrangig auf eine schonende Behandlung der Schleifscheiben an, sondern vielmehr darauf, bei im wesentlichen gleichbleibenden Werkstückmaterialien eine wirtschaftliche Bearbeitung durchzuführen. Anzahl und Folge der Abrichtvorgänge bzw. des Auswechselns der Schleifscheiben spielen daher nicht die entscheidende Rolle, sondern der erforderliche Zeitpunkt, der Aufwand für das Abrichten selbst und die Präzision, mit der die Zustellung um den Abrichtbetrag erfolgt.

So basieren die bekannten Steuer- und Regelvorrichtungen an Trennschleif- und Schleifmaschinen auf der Einhaltung extern vorgegebener Grenzwerte, wie z.B. Maximal- und Minimalwerte für den Motorstrom (DE-OS 2 517 001) oder für den Schleifwiderstand (DE-AS 2 159 876). Damit werden für ganz konkrete Bearbeitungssituationen technologische Optimalbedingungen geschaffen, die von Fall zu Fall jeweils neu festgelegt werden müssen.

Andere Bedingungen bzw. Forderungen ergeben sich, wenn die Eigenschaften der zu bearbeitenden Werkstücke oder die zu erreichende Qualität den Einsatz von Diamantwerkzeugen erforderlich machen. Hier sind wegen des hohen Wertes der Schleifwerkzeuge Abrichtvorgänge ganz zu vermeiden oder auf ein Minimum einzuschränken.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die vorstehend genannten Nachteile beim Einsatz von Trennschleif- und Schleifwerkzeugen zu beseitigen, indem im Interesse der Einhaltung einer maximalen Standzeit des Werkzeuges, einer kontinuierlichen Selbstschärfung, einer optimalen Oberflächengüte sowie minimaler Bearbeitungszeiten und einer Minimierung der Abrichtvorgänge die Flächenpressung zwischen Werkzeug und Werkstück während der gesamten Bearbeitungsdauer unabhängig von den Materialabmessungen und -eigenschaften auf ih-

ren günstigen Wert eingestellt bleibt.

Merkmale der Erfindung

Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß das, die Vorschubkraft F_V bewirkende Stellorgan während des Schleifvorganges in Abhängigkeit von den Werkstückeigenschaften und den Eingriffsbedingungen auf einen Wert geregelt wird, der in Richtung steigender Werte der Vorschubkraft zum ersten Mal eine Konstanz für die Stromaufnahme oder für die Vorschubgeschwindigkeit bewirkt, wobei von einem erfahrungsgemäß sinnvollen Wert F_{V0} ausgegangen wird. Zur Erfüllung der Forderung nach einer Annäherung an die erste Kurve konstanten Motorstromes bzw. konstanter Vorschubgeschwindigkeit und Nichtüberschreiten derselben, müssen vom Regelsystem, ausgehend von diesem Anfangswert F_{V0} , folgende Bedingungen verwirklicht werden:

- Bei Verringerung der Vorschubgeschwindigkeit bzw. des Motorstromes muß die Vorschubkraft erhöht werden.

$$\Delta v < 0$$

$$\Delta I_M < 0$$

$$\text{folgt } \Delta F_V > 0$$

- Bei konstanter Vorschubgeschwindigkeit bzw. konstantem Motorstrom wird die Vorschubkraft verringert.

$$\Delta v = 0$$

$$\Delta I_M = 0$$

$$\text{folgt } \Delta F_V < 0$$

- Bei einer Vergrößerung der Vorschubgeschwindigkeit bzw. des Motorstromes wird die Vorschubkraft ebenfalls verringert.

$$\Delta v > 0$$

$$\Delta I_M > 0$$

$$\text{folgt } \Delta F_V < 0$$

Gemäß der Erfindung wird bei kleinen Werkstücken, deren Abmessungen in der Größenordnung von Δl liegen, ΔI_M bzw. Δv aus den Mittelwerten für I_M und v zweier aufeinanderfolgend bearbeiteter Werkstücke gebildet, wobei ΔF_V beim jeweils nachfolgend zu bearbeitenden Werkstück zur Wirkung

kommt.

Damit ist gewährleistet, daß das Regelsystem immer auf den Wert der günstigen Flächenpressung zusteuert, unabhängig davon, welche Werkstückabmessungen, -formen und Materialarten vorliegen.

Anwendungsbeispiel

Während in Fig. 1 und 2 die Abhängigkeit des Zeitspanvolumens bzw. des Motorstromes von der Schleifzeit und der Flächenpressung dargestellt ist, soll durch Fig. 3 die Erfindung am Beispiel des Trennschleifens mit Diamantwerkzeugen näher erläutert werden.

Ein Meßwertaufnehmer registriert in festgelegten diskreten Abständen von der Größe Δl den Verlauf der Vorschubgeschwindigkeit bzw. des Motorstromes und gibt die entsprechende Information an eine Logikeinheit. Von hier aus wird das, den Vorschub bewirkende Stellorgan in der Weise beaufschlagt, daß ΔF_V entweder proportional zu Δv bzw. ΔI_M oder in konstanten Schrittweiten entsprechend den Regelungsbedingungen laufend geregelt wird, so daß sich die Flächenpressung zwischen Werkstück und Werkzeug ständig auf ihrem günstigen Wert halten kann.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zum schonenden Einsatz von Schleifwerkzeugen, insbesondere Diamantwerkzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß die günstige Flächenpressung zwischen Schleifwerkzeug und Werkstück beim Trennschleifen und Schleifen durch das, die Vorschubkraft regelnde Stellorgan in Abhängigkeit von den geometrischen Abmessungen und den Materialeigenschaften des Werkstückes während des Schleifvorganges ständig auf einen solchen Wert geregelt wird, der in Richtung steigender Werte für die Vorschubkraft zum ersten Mal eine Konstanz für die Stromaufnahme des Schleifspindelantriebsmotors oder für die Vorschubgeschwindigkeit bewirkt.
2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß vom Regelsystem folgende Bedingungen erfüllt werden:

$$\begin{array}{ll} \text{wenn } \Delta I_M < 0 & \text{folgt } \Delta F_V > 0 \\ \Delta v < 0 & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{wenn } \Delta I_M = 0 & \text{folgt } \Delta F_V < 0 \\ \Delta v = 0 & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{wenn } \Delta I_M > 0 & \text{folgt } \Delta F_V < 0 \\ \Delta v > 0 & \end{array}$$

3. Verfahren nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei kleinen Werkstücken, deren Abmessungen in der Größenordnung von Δl liegen, ΔI_M bzw. Δv aus den Mittelwerten für I_M und v zweier aufeinanderfolgend bearbeiteter Werkstücke gebildet werden und ΔF_V beim jeweils nachfolgend zu bearbeitenden Werkstück zur Wirkung kommt.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

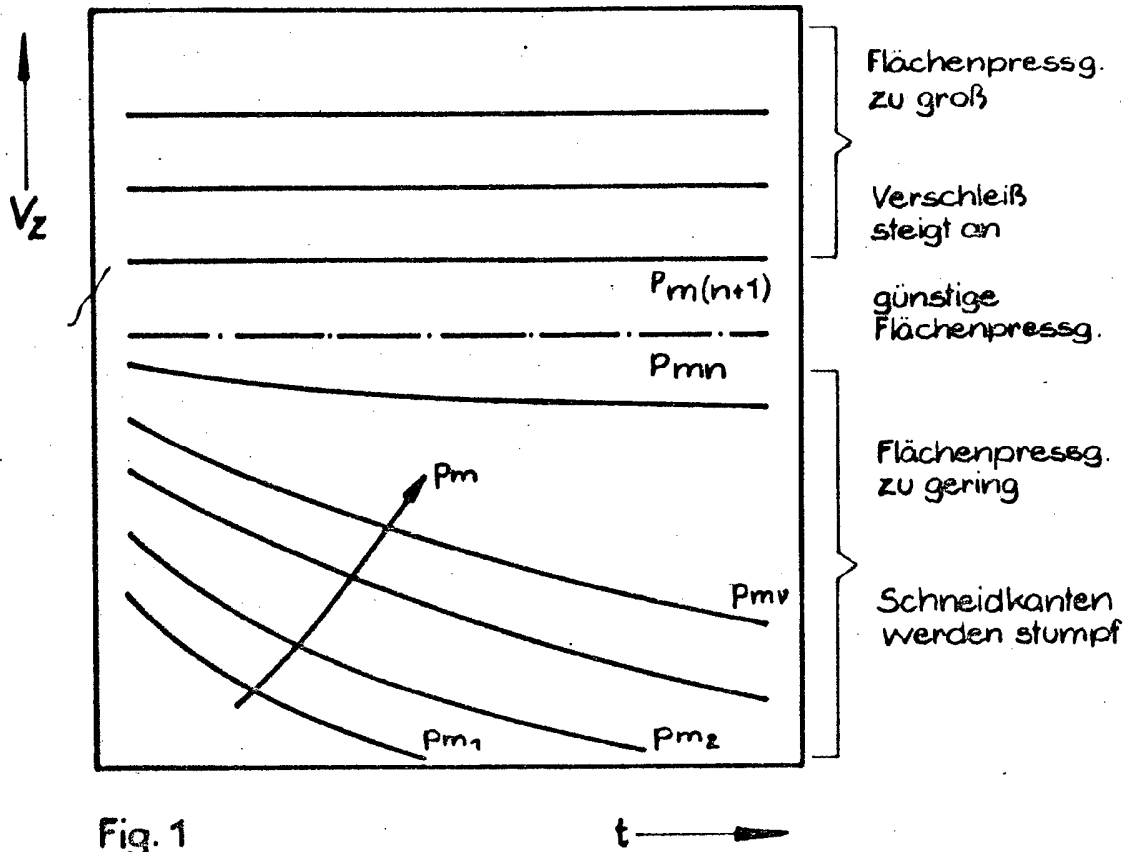


Fig. 1

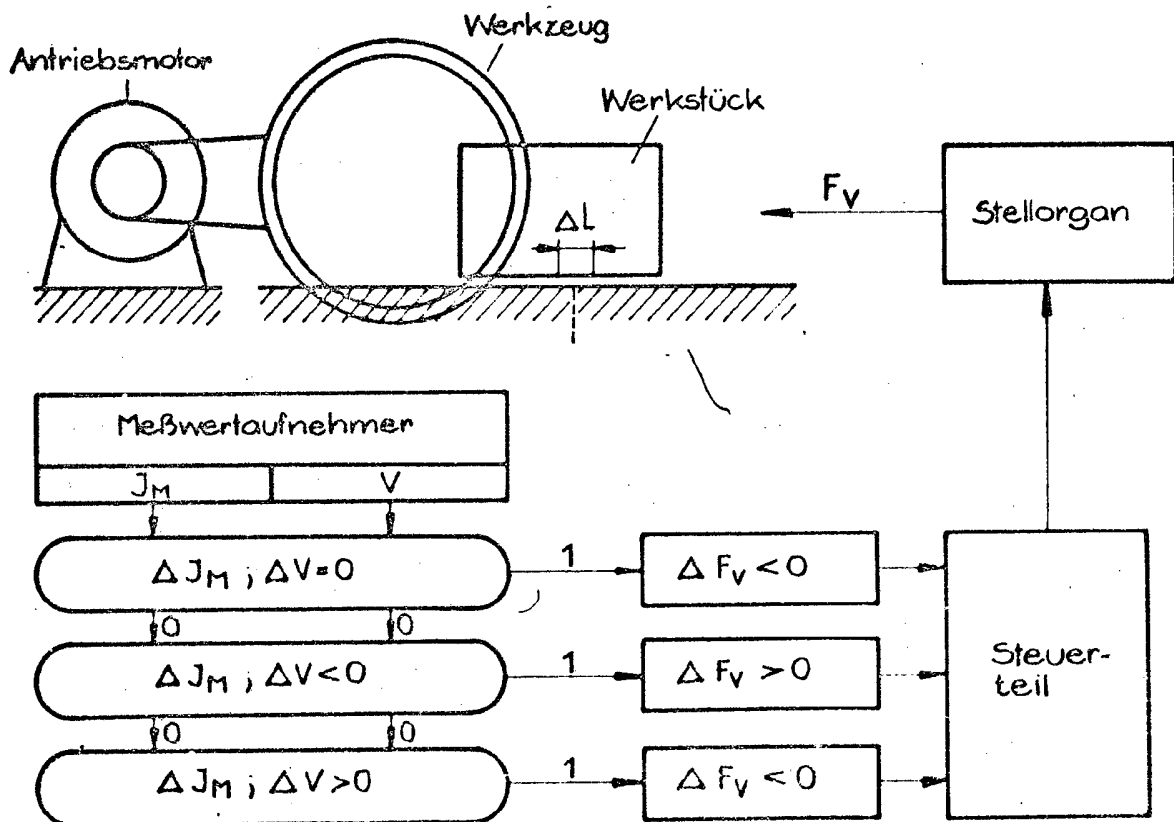


Fig. 3

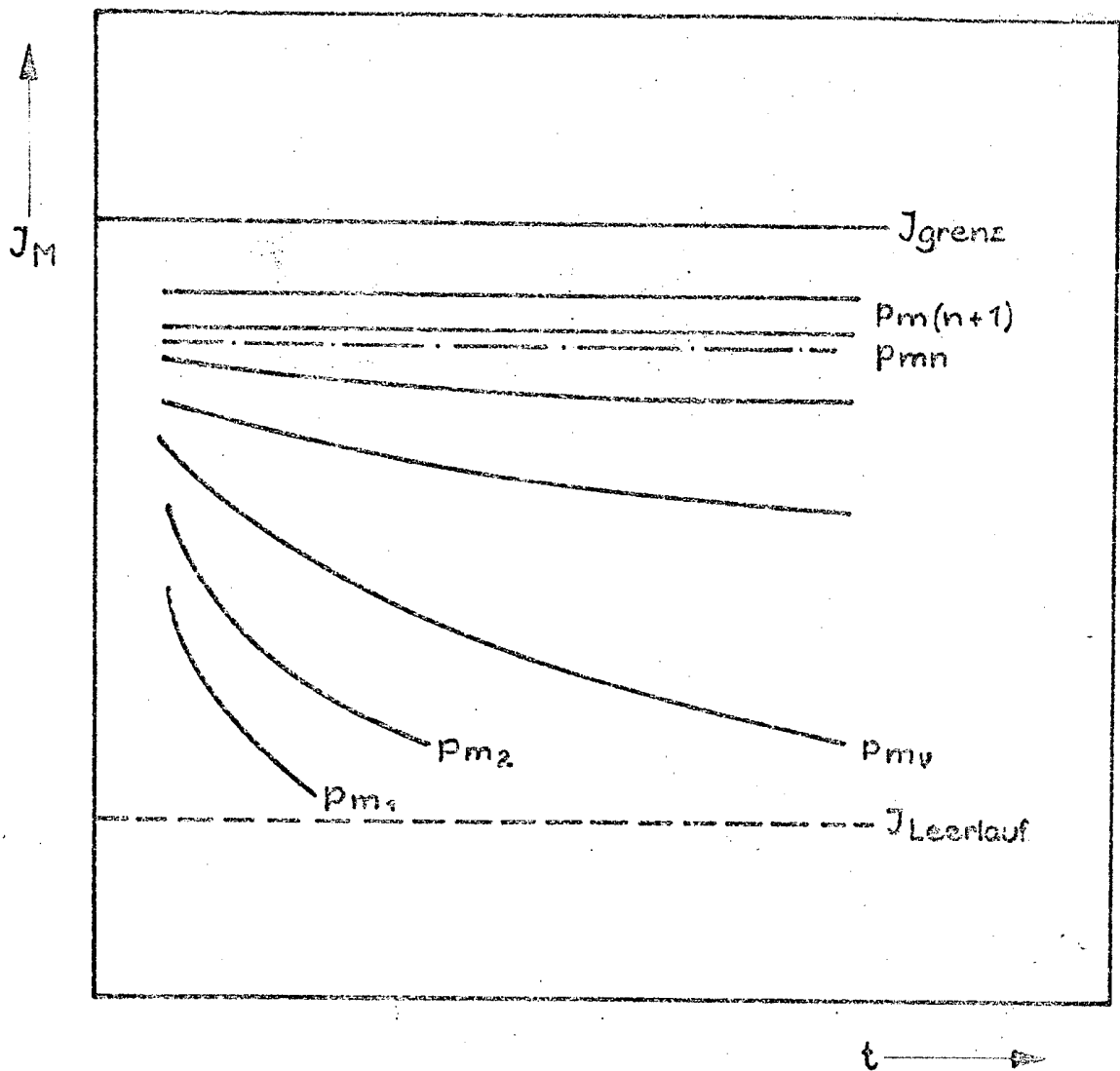


Fig. 2