

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 764 502 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

26.03.1997 Patentblatt 1997/13(51) Int Cl.⁶: **B25D 11/00**(21) Anmeldenummer: **96810539.5**(22) Anmeldetag: **13.08.1996**

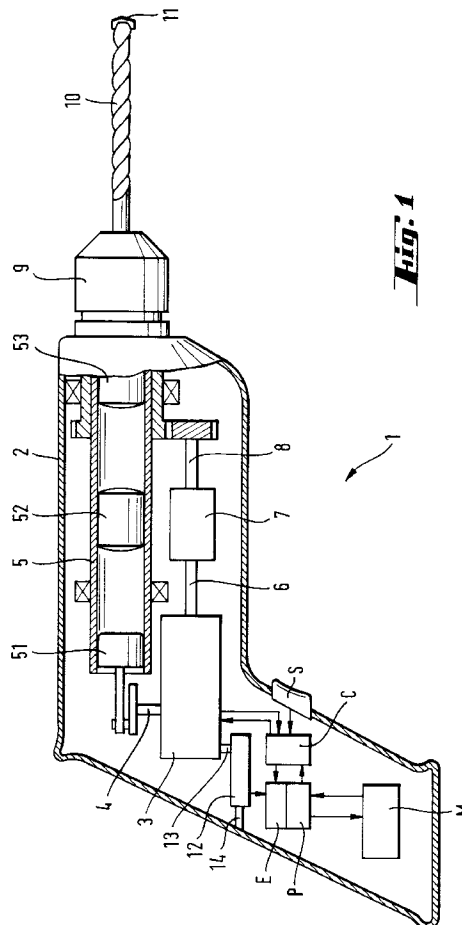
(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH DE FR GB LI NL SE(30) Priorität: **20.09.1995 DE 19534850**(71) Anmelder: **HILTI Aktiengesellschaft****9494 Schaan (LI)**

(72) Erfinder:

• **Noser, Otto****9490 Vaduz (LI)**• **Bourgund, Ulrich****86879 Wiedergeltingen (DE)**• **Hoop, Alexander****9494 Schaan (LI)**• **Schad, Hanspeter****9472 Grabs (CH)**• **Miescher, Stefan****9492 Eschen (LI)**• **Schweizer, Edwin****FL-9496 Balzers (LI)**(74) Vertreter: **Wildi, Roland****Hilti Aktiengesellschaft****Patentabteilung****9490 Schaan (LI)****(54) Schlagunterstütztes Handbohrgerät**

(57) Ein schlagunterstütztes Handbohrgerät, insbesondere ein Hammerbohrgerät besitzt ein Gehäuse (2), in dem ein elektrischer Antriebsmotor (3) für eine um ihre Längsachse kontinuierlich rotierbare Werkzeugaufnahme (9), eine mit dem elektrischen Antriebsmotor (3) zusammenwirkende Regelungseinrichtung (C) für die Umdrehungszahl der Werkzeugaufnahme (9), die über einen am Gehäuse (2) angebrachten Schalter (S) von aussen aktivierbar ist, und ein Schlagwerk (5) für die periodische Abgabe von axialen Schlägen auf ein in die Werkzeugaufnahme (9) eingespanntes Werkzeug (10) angeordnet sind. Der elektrische Antriebsmotor (3) ist mit einer Messeinrichtung (12) für das Reaktionsdrehmoment gekoppelt. Die Regelungseinrichtung (12) umfasst eine Auswerteeinheit (E), welche mit der Messeinrichtung (12) für das Reaktionsdrehmoment verbunden ist und über welche die Drehzahl der Werkzeugaufnahme (9) derart regelbar ist, dass das gemessene Reaktionsdrehmoment maximal ist.

**EP 0 764 502 A1**

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein schlagunterstütztes Handbohrgerät, insbesondere ein Hammerbohrgerät, gemäss dem Oberbegriff des gattungsbildenden Patentanspruchs 1.

Schlagunterstützte Handbohrgeräte werden in der Bauindustrie, im Installations- und Elektrogewerbe und in verwandten Bereichen eingesetzt. Wegen ihrer hohen Abbauleistung in mineralischen Untergründen, wie beispielsweise Beton, Mauerwerk oder Gestein, haben sich für den professionellen Einsatz insbesondere Hammerbohrgeräte bewährt. Hammerbohrgeräte weisen eine kontinuierlich angetriebene Werkzeugaufnahme und einen motorisch betätigbaren Schlagmechanismus auf. Im Betrieb werden auf ein in die Werkzeugaufnahme eingespanntes Werkzeug in zeitlicher Folge automatisch hammerschlagartige Impulse übertragen, welche die Bearbeitung des Untergrundes unterstützen. Zugleich wird das in die Werkzeugaufnahme eingesetzte Werkzeug kontinuierlich gedreht, um im Untergrund eine dübeltaugliche Aufnahmebohrung zu erstellen. Bei den bekannten Hammerbohrgeräten grosser Abbauleistung, beispielsweise der Geräteserie der Anmelderin, ist der Schlagmechanismus ein elektropneumatisches Schlagwerk, welches im Betrieb auf das Werkzeug longitudinale Stösse überträgt.

Mit jedem Schlag wird die an der Werkzeugschneide befindliche Schneide in den Untergrund eingetrieben und erzeugt eine kleine Kerbe. Durch die kontinuierliche Drehbewegung des Werkzeugs wird der Untergrund durch Scherung abgetragen. Der Winkel, den die Schneide an der Spitze des kontinuierlich gedrehten Werkzeuges zwischen zwei Schlägen überstreicht, wird als Umsetzwinkel bezeichnet. Bei den bekannten Hammerbohrgeräten wird der Umsetzwinkel derart gewählt, dass erst nach einigen vollständigen Umdrehungen eine periodische Wiederholung auftritt. Auf diese Weise soll vermieden werden, dass die Schneide an der Werkzeugschneide in unmittelbarer Folge in bereits vorhandene Kerben schlägt und diese weiter vertieft. Bei periodischen Umsetzwinkeln, wie beispielsweise 30°, 36°, 45°, 52°, 60° usw., können die Kerben soweit vertieft werden, dass die Scherwirkung nur mehr unzureichend Material abträgt, wodurch die Bohrleistung des Gerätes stark vermindert wird. Aus diesem Grund werden derartige periodische Umsetzwinkel durch geeignete Auslegung des Getriebes des Hammerbohrgerätes vermieden.

Während bei den bekannten schlagunterstützten Handbohrgeräten, insbesondere mit Hammerbohrgeräten, bereits eine gute Abbauleistung erzielbar ist, besteht dennoch der Wunsch, die Abbauleistung insbesondere von spröde versagenden Untergründen noch weiter zu verbessern. Es soll ein schlagunterstütztes Handbohrgerät geschaffen werden, das in unterschiedlichen mineralischen Untergründen mit optimaler Bohrleistung betrieben werden kann. Dabei soll die Handhabung des Gerätes für den Anwender keine zusätzlichen Bedienungsschritte erfordern.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht in einem schlagunterstützten Handbohrgerät, insbesondere einem Hammerbohrgerät, welches die im kennzeichnenden Abschnitt des Patentanspruchs 1 angeführten Merkmale aufweist. Das erfindungsgemässe schlagunterstützte Handbohrgerät besitzt ein Gehäuse, in dem ein elektrischer Antriebsmotor für eine um ihre Längsachse kontinuierlich rotierbare Werkzeugaufnahme, eine mit dem elektrischen Antriebsmotor zusammenwirkende Regelungseinrichtung für die Umdrehungszahl der Werkzeugaufnahme, die über einen am Gehäuse angebrachten Schalter von aussen aktivierbar ist, und ein Schlagwerk für die periodische Abgabe von axialen Schlägen auf ein in die Werkzeugaufnahme eingespanntes Werkzeug angeordnet sind. Der elektrische Antriebsmotor ist mit einer Messeinrichtung für das Reaktionsdrehmoment gekoppelt. Die Regelungseinrichtung umfasst eine Auswerteeinheit, welche mit der Messeinrichtung für das Reaktionsdrehmoment verbunden ist und über welche die Drehzahl der Werkzeugaufnahme derart regelbar ist, dass das im Betrieb am Antriebsmotor gemessene Reaktionsdrehmoment maximal ist.

Durch die erfindungsgemässe Ausbildung des schlagunterstützten Handbohrgerätes kann dieses im optimalen Leistungsbereich betrieben werden. Es zeigt sich, dass bei einem maximalen gemessenen Reaktionsdrehmoment auch die Bohrleistung ein Maximum aufweist. Das Gerät wird unabhängig vom Untergrund immer im optimalen Leistungsbereich betrieben. Dabei werden vom Anwender keinerlei zusätzliche Bedienungsschritte gefordert. Durch den Betrieb im optimalen Leistungsbereich wird das schlagunterstützte Handbohrgerät sehr effizient eingesetzt. Die optimierte Bohrleistung verkürzt die Zeit, die für die Erstellung einer dübeltauglichen Aufnahmebohrung erforderlich ist. Dadurch wird der Betrieb des Gerätes noch wirtschaftlicher.

In einer besonders einfachen Ausführungsvariante der Messeinrichtung umfasst diese Dehnmessstreifen oder Wägezellen, welche an der Aufhängung des elektrischen Antriebsmotors im Gehäuse angeordnet sind. Die gewählte Anordnung der Dehnmessstreifen oder Wägezellen erfordert keinen besonderen konstruktiven Aufwand. Drehmomentmessverfahren mittels Dehnmessstreifen oder Wägezellen sind erprobt und unter den Belastungen, denen schlagunterstützte Handbohrgeräte mitunter ausgesetzt sind, mit ausreichend hoher Genauigkeit durchzuführen.

Indem die Auswerteeinheit mit einer Speichereinheit verbunden ist, in der verschiedene Drehzahlbereiche festgelegt sind, und die Regelungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass nach Massgabe der Auswerteeinheit diese Drehzahlbereiche nach zunehmenden Drehzahlen automatisch einstellbar sind, kann nach dem Aktivieren der Regelungseinrichtung durch den Anwender das Auffinden der optimalen Drehzahl mit maximalem zugehörigen Reaktionsdrehmoment in sehr kurzer Zeit erfolgen. Dazu wird für jede eingestellte Drehzahl das zugehörige Reaktionsdrehmoment bestimmt und in der Speichereinheit festgehalten. Danach regelt die Regelungseinrichtung selbsttätig auf diejenige

Drehzahl der Werkzeugaufnahme, welche dem grössten Wert der gemessenen Reaktionsdrehmomente entspricht. Diese Regelung erfolgt unabhängig vom Anwender. Dieser muss nur einmal die Regelungseinrichtung aktivieren, beispielsweise, wie bis anhin, über einen Druckknopf am Handgriff. Danach erfolgt die Regelung vollautomatisch, ohne ein weiteres Zutun des Anwenders. Er kann bloss am Geräusch des Elektromotors erkennen, dass eine Regelung stattfindet.

Die in der Speichereinheit festgelegten Drehzahlbereiche entsprechen vorzugsweise Umsetzwinkeln von 37° - 39°, 46° - 50°, 61° - 65° und 91° - 98°. Der Zusammenhang zwischen dem Umsetzwinkel und der Drehzahl der Werkzeugaufnahme bzw. der Schneide an der Spitze eines in dieselbe eingespannten Werkzeuges ist dabei durch die Beziehung

$$\text{Umsetzwinkel } [^\circ] = \text{Drehzahl } [\text{U/min}] \cdot 360 [^\circ] \cdot 1 / \text{Schlagfrequenz } [1/\text{Hz}]$$

gegeben. Diese Beziehung dient der näherungsweisen Bestimmung der optimalen Drehzahlbereiche bzw. Umsetzwinkel. Während des Betriebes werden die den Umsetzwinkelbereichen entsprechenden Drehzahlbereiche angesteuert und die Drehzahlen entsprechend variiert. Dabei wird zu jeder eingestellten Drehzahl das zugehörige Reaktionsdrehmoment am Antriebsmotor bestimmt. Schliesslich wird die optimale Drehzahl, mit der das schlagunterstützte Handbohrgerät betrieben werden soll, durch die Regelungseinrichtung auf diejenige Drehzahl geregelt, bei der das grösste Reaktionsdrehmoment gemessen wurde.

In einer Variante der Erfindung sind in der Speichereinheit verschiedene Idealdrehzahlen festgelegt. Die Regelungseinrichtung ist derart ausgelegt, dass nach Massgabe der Auswerteeinheit diese Idealdrehzahlen automatisch einstellbar sind und die Drehzahl der Werkzeugaufnahme jeweils in einem Bereich von $\pm 5\%$ der Idealdrehzahl variierbar ist. Zu jeder Drehzahl wird das jeweils zugehörige Reaktionsdrehmoment gemessen und in der Speichereinheit abgelegt. Danach ist die Drehzahl der Werkzeugaufnahme innerhalb einer engen Toleranz von $\pm 1^\circ$ automatisch auf diejenige Drehzahl regelbar, bei der das maximale Reaktionsdrehmoment festgestellt wurde. Bei dieser Variante der erfindungsgemässen Vorrichtung entsprechen die Idealdrehzahlen somit Umsetzwinkeln von 38°, 48°, 63° und 95°, jeweils mit einer Toleranz von $\pm 1^\circ$, wobei der Zusammenhang zwischen der Drehzahl und dem Umsetzwinkel gemäss der oben angeführten Beziehung gegeben ist. Bei beiden geschilderten Varianten der Erfindung sind näherungsweise Drehzahlbereiche vorgegeben, in denen ein möglichst grosses Reaktionsdrehmoment zu erwarten ist.

Die in die Beziehung zwischen dem Umsetzwinkel und der Drehzahl der Werkzeugaufnahme eingehende Schlagfrequenz ist insbesondere bei den bekannten Hammerbohrgeräten mit elektropneumatischem Schlagwerk keine Konstante, sondern verändert sich mit der Drehzahl. Für die näherungsweise Bestimmung der Drehzahlbereiche spielt dies aber keine Rolle. Während des Betriebes des erfindungsgemässen Gerätes erfolgt die Regelung der Drehzahl der Werkzeugaufnahme nur mehr in Abhängigkeit vom gemessenen Reaktionsdrehmoment, so dass auch in diesem Fall die Drehzahlabhängigkeit der Schlagfrequenz ohne Bedeutung ist.

In einer Variante der Erfindung umfasst die Auswerteeinheit einen Mikroprozessor, der derart gesteuert abläuft, dass die Einstellung der Drehzahl der Werkzeugaufnahme nach Massgabe der gemessenen Reaktionsdrehmomente während des Betriebs periodisch überwacht wird und bei detektierten Abweichungen, die Drehzahlen ausserhalb der angegebenen Bereichsgrenzen entsprechen, gegebenenfalls eine Nachregelung veranlasst wird.

Das Verfahren zum Betrieb eines erfindungsgemäss ausgestatteten schlagunterstützten Handbohrgerätes zeichnet sich dadurch aus, dass das Reaktionsdrehmoment am Antriebsmotor von der Messeinrichtung periodisch gemessen wird und die Messwerte an die Auswerteeinheit weitergeleitet werden. In einem weiteren Verfahrensschritt wird über die Regelungseinrichtung die Drehzahl der Werkzeugaufnahme nach Massgabe der Auswerteeinheit derart geregelt, dass das gemessene Reaktionsdrehmoment maximal ist. Das erfindungsgemässe Verfahren zeichnet sich durch seinen einfachen Regelkreis aus, bei dem im wesentlichen nur eine einzige Regelgrösse zu betrachten ist.

Vorzugsweise stellt die Regelungseinrichtung nach ihrer Aktivierung automatisch diejenige Drehzahl der Werkzeugaufnahme ein, bei der erwartet wird, dass das gemessene Reaktionsdrehmoment maximal ist. Dazu werden in der Speichereinheit festgelegte Drehzahlwerte nacheinander abgefahren und die zugehörigen gemessenen Reaktionsdrehmomente gemessen und in der Speichereinheit festgehalten. Die Regelungseinrichtung regelt die Drehzahl der Werkzeugaufnahme schliesslich auf die aufgefundene optimale Drehzahl und überprüft kontinuierlich, ob die Regelungsbedingung erfüllt ist, d.h. das gemessene Reaktionsdrehmoment am Antriebsmotor maximal ist, und regelt gegebenenfalls nach. Dadurch ist sichergestellt, dass das schlagunterstützte Handbohrgerät immer im optimalen Leistungsbereich betrieben wird.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die schematischen Darstellungen. Es zeigen:

Fig. 1 eine Darstellung der Funktionsblöcke eines schlagunterstützten Handbohrgerätes gemäss der Erfindung; und

Fig. 2 und 3 zwei Ablaufdiagramme zur Erläuterung der Erfindung.

In Fig. 1 ist ein schlagunterstütztes Handbohrgerät gemäss der Erfindung gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1
 5 versehen. Bei dem schematisch anhand seiner Funktionsblöcke dargestellten Handbohrgerät handelt es sich insbesondere um ein Hammerbohrgerät mit elektropneumatischem Schlagwerk. Die einzelnen mechanischen und elektrischen Funktionsblöcke sind in einem Gehäuse 2 angeordnet. Die mechanischen Funktionsblöcke umfassen einen elektrischen Antriebsmotor 3, ein elektropneumatisches Schlagwerk 5, ein Getriebe 7 und eine Werkzeugaufnahme 9, in die ein Werkzeug 10 eingesetzt ist. Die kraftübertragende Koppelung der mechanischen Funktionsblöcke untereinander ist durch Doppelstriche angedeutet. Der elektrische Antriebsmotor 3 ist über eine mechanische Verbindung
 10 4 mit dem elektropneumatischen Schlagwerk 5 verbunden. Auf diese Weise wird über einen Exzenter ein Erregerkolben 51 angetrieben, der einen Flugkolben 52 beschleunigt, welcher auf einen Döpper 53 schlägt, der sich in die Werkzeugaufnahme 9 fortsetzt und die axialen Schläge auf das in die Werkzeugaufnahme 9 eingespannte Werkzeug überträgt.

Der elektrische Antriebsmotor 3 ist über eine zweite mechanische Verbindung 6 mit einem Getriebe 7 verbunden, in dem die Umdrehungen des elektrischen Motors in einem fest vorgegebenen Verhältnis übersetzt bzw. untersetzt werden. Eine weitere mechanische Verbindung 8 überträgt die Drehbewegung des elektrischen Antriebs 3 bzw. des Getriebes 7 auf die Werkzeugaufnahme 9, welche dadurch im Betrieb kontinuierlich um ihre Achse rotiert wird. Die kontinuierliche Drehbewegung der Werkzeugaufnahme 9 wird auf das eingespannte Werkzeug 10 übertragen. Durch die Überlagerung der kontinuierlichen Drehbewegung und der axialen Schläge an der Schneide 11 an der Spitze des Werkzeuges 10 kann eine dübeltaugliche Bohrung erstellt werden.

Die Inbetriebnahme des Hammerbohrgerätes 1 erfolgt mittels eines Schalters S am Griffteil des Gehäuses 1. Der Schalter S schliesst den Kontakt zur Energiequelle, welche ein Akkumulator oder das elektrische Netz sein kann, an welches das Hammerbohrgerät 1 über eine nicht dargestellte Versorgungsleitung angeschlossen ist, und aktiviert die Regelungseinrichtung C für den elektrischen Antriebsmotor 3. Mit Hilfe der Regelungseinrichtung C ist bei den bekannten Hammerbohrgeräten 1 die Drehzahl des Antriebsmotors 3 bzw. der damit gekoppelten Werkzeugaufnahme
 25 9 regelbar. Beispielsweise umfasst die Regelungseinrichtung C eine bekannte Phasenanschnittsteuerung.

Erfindungsgemäss ist der elektrische Antriebsmotor 3 mit einer Messeinrichtung 12 für das Reaktionsdrehmoment gekoppelt, welches im Betrieb auf den Antriebsmotor 3 einwirkt. Die Messeinrichtung 12 ist vorzugsweise durch Dehnmessstreifen oder Wägezellen gebildet, welche an der Aufhängung 13, 14 des elektrischen Antriebsmotors 3 angeordnet sind. derartige Dehnmessstreifen bzw. Wägezellen sind beispielsweise von der Firma Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, D-6100 Darmstadt 1 erhältlich. Ein geeigneter Dehnmessstreifen ist beispielsweise im Firmenprospekt Nr. G 24.01.7 beschrieben. Im Firmenprospekt Nr. G 21.04.9 ist neben anderen auch eine Wägezelle mit der Typenbezeichnung Z8 beschrieben, welche beispielsweise zum Einsatz kommen kann.

Die Regelungseinrichtung C umfasst eine Auswerteeinheit E, welche mit der Messeinrichtung 12 für das Reaktionsdrehmoment verbunden ist. In Fig. 1 sind die elektronischen Verbindungen durch Pfeile symbolisiert. Die Auswerteeinheit E verarbeitet die gemessenen und digitalisierten Reaktionsdrehmomente und veranlasst die Regelungseinrichtung C, die Drehzahl der Werkzeugaufnahme 9 derart zu regeln, dass das im Betrieb am elektrischen Antriebsmotor 3 gemessene Reaktionsdrehmoment maximal ist. Die Auswerteeinheit E ist mit einer Speichereinheit M verbunden, in der Messdaten zwischenspeicherbar sind. Die Speichereinheit M kann auch für den Abruf von darin enthaltener Steuerinformation eingesetzt werden, wie weiter unten näher erläutert wird. Gemäss dem dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Auswerteeinheit einen Mikroprozessor P, der einen speziellen Ablauf der Regelung ermöglicht, wie noch erläutert wird.

In den Fig. 2 und 3 sind zwei Varianten des Ablaufes der Drehzahlregelung der Werkzeugaufnahme 9 dargestellt und durch Ablaufanweisungen 20 - 26 bzw. 30 - 36 wiedergegeben. Durch Betätigung des Schalters S am Griffteil des Gehäuses 1 wird die Regelungseinrichtung C aktiviert (20 bzw. 30). Die Regelungseinrichtung C greift auf die in der Speichereinheit M abgelegte Steuerinformation zu. Bei der Variante der Erfindung gemäss dem Ablaufdiagramm nach Fig. 2 besagt die Steuerinformation, dass das grösste Reaktionsdrehmoment bei definierten Drehzahlbereichen zu finden ist. Die Regelungseinrichtung C regelt die Drehzahl nacheinander auf diese Drehzahlbereiche und scannt diese durch. Dabei erfolgt mit Hilfe der Messeinrichtung 12 zu jeder eingestellten Drehzahl eine Messung des zugehörigen Reaktionsdrehmomentes am elektrischen Antriebsmotor 3 (21 - 23). Die gemessenen und digitalisierten Messwerte
 50 werden in der Speichereinheit abgelegt und danach miteinander verglichen. Durch Vergleich der gemessenen Reaktionsdrehmomente wird das maximale Reaktionsdrehmoment ermittelt und die zugehörige Drehzahl der Werkzeugaufnahme 9 bestimmt (24). Danach stellt die Regelungseinrichtung C die von der Auswerteeinheit E ermittelte Drehzahl ein (25) und regelt diese derart, dass das gemessene Reaktionsdrehmoment maximal bleibt (26). In einer vorteilhaften Variante der Erfindung sind die Steuerinformationen in der Speichereinheit M derart gewählt, dass die einzustellenden Drehzahlbereiche Umsetzwinkeln von 37° - 39°, 46° - 50°, 61° - 65° und 91° - 98° entsprechen.

Bei der im Ablaufdiagramm gemäss Fig. 3 dargestellten Variante der Erfindung verläuft die Regelung sehr ähnlich. In diesem Fall entnimmt die Regelungseinrichtung C der Speichereinheit M die Steuerinformation, dass nacheinander verschiedene Idealdrehzahlen eingestellt werden sollen. Jede Idealdrehzahl wird in einem Bereich von $\pm 5\%$ variiert

und zu jeder eingestellten Drehzahl wird das zugehörige Reaktionsdrehmoment am elektrischen Antriebsmotor 3 gemessen, digitalisiert und in der Speichereinheit M zwischengespeichert (31 - 33). Wie bei der zuvor geschilderten Variante der Erfindung, erfolgt sodann ein Vergleich der gemessenen Reaktionsdrehmomente, die Bestimmung des Maximalwertes und die Ermittlung der zugehörigen Drehzahl (34). Die Regelungseinrichtung C stellt die ermittelte Drehzahl ein (35) und regelt diese derart, dass das gemessene Reaktionsdrehmoment maximal bleibt (36). In einer vorteilhaften Variante der Erfindung sind die Steuerinformationen in der Speichereinheit M derart gewählt, dass die einzustellenden Idealdrehzahlen Umsetzwinkeln von 38°, 48°, 63° und 95° mit einer Toleranz von jeweils $\pm 1^\circ$ entsprechen.

Der Zusammenhang zwischen dem Umsetzwinkel und der Drehzahl der Werkzeugaufnahme bzw. der Schneide an der Spitze eines in dieselbe eingespannten Werkzeuges ist dabei durch die Beziehung

$$\text{Umsetzwinkel } [^\circ] = \text{Drehzahl [U/min]} \cdot 360 [^\circ] \cdot 1 / \text{Schlagfrequenz [1/Hz]}$$

gegeben. Diese Beziehung dient der näherungsweisen Bestimmung der optimalen Drehzahlbereiche bzw. der Idealdrehzahlen. Die in die Beziehung zwischen dem Umsetzwinkel und der Drehzahl der Werkzeugaufnahme 9 eingehende Schlagfrequenz ist insbesondere bei den bekannten Hammerbohrgeräten 1 mit nur einem Antriebsmotor 3 für die Werkzeugaufnahme 9 und das elektropneumatische Schlagwerk 5 keine Konstante, sondern verändert sich mit der Drehzahl. Für die näherungsweise Bestimmung der Drehzahlbereiche bzw. der Idealdrehzahlen spielt dies aber keine Rolle. Im Falle von separaten Antriebsmotoren für die Werkzeugaufnahme und das Schlagwerk sind die Drehzahl der Werkzeugaufnahme und die Schlagfrequenz entkoppelt, so dass eine exakte Bestimmung möglich ist. Während des Betriebes des erfindungsgemässen Gerätes 1 erfolgt die Regelung der Drehzahl der Werkzeugaufnahme 9 nur mehr in Abhängigkeit vom am Antriebsmotor 3 gemessenen Reaktionsdrehmoment, so dass auch in diesem Fall die Drehzahlabhängigkeit der Schlagfrequenz ohne Bedeutung ist. Zur Bestimmung der optimalen Drehzahl erfolgt die Messung der Reaktionsdrehmomente in Drehzahlschritten von 2 [U/min].

Der in der Auswerteeinheit E angeordnete Mikroprozessor P läuft in vorteilhafter Weise derart gesteuert ab, dass die Einstellung der Drehzahl der Werkzeugaufnahme 9 nach Massgabe der gemessenen Reaktionsdrehmomente während des Betriebs periodisch überwacht wird und bei detektierten Abweichungen, welche Drehzahlen ausserhalb der angegebenen Drehzahlbereichsgrenzen entsprechen, gegebenenfalls eine Nachregelung veranlasst wird. Die Erfassung der Reaktionsdrehmomente am elektrischen Antriebsmotor erfolgt dabei etwa 600 bis etwa 6000 mal je Minute.

Durch die erfindungsgemässe Ausbildung des schlagunterstützten Handbohrgerätes kann dieses im optimalen Leistungsbereich betrieben werden. Es zeigt sich, dass bei einem maximalen gemessenen Reaktionsdrehmoment auch die Bohrleistung ein Maximum aufweist. Das Gerät wird unabhängig vom Untergrund immer im optimalen Leistungsbereich betrieben. Durch den Betrieb im optimalen Leistungsbereich wird das schlagunterstützte Handbohrgerät sehr effizient eingesetzt. Die optimierte Bohrleistung verkürzt die Zeit, die für die Erstellung einer dübeltauglichen Aufnahmebohrung erforderlich ist. Dadurch wird der Betrieb des Gerätes noch wirtschaftlicher. Indem die Auswerteeinheit mit einer Speichereinheit verbunden ist, in der verschiedene Drehzahlbereiche bzw. Idealdrehzahlen festgelegt sind, und die Regelungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass nach Massgabe der Auswerteeinheit diese Drehzahlbereiche nach zunehmenden Drehzahlen automatisch einstellbar und variierbar sind, kann nach dem Aktivieren der Regelungseinrichtung durch den Anwender das Auffinden der optimalen Drehzahl mit maximalem zugehörigen Reaktionsdrehmoment in sehr kurzer Zeit erfolgen. Die Regelung der optimalen Drehzahl erfolgt unabhängig vom Anwender. Dieser muss nur einmal die Regelungseinrichtung aktivieren, beispielsweise, wie bis anhin, über einen Druckknopf am Handgriff. Danach erfolgt die Regelung vollautomatisch, ohne ein weiteres Zutun des Anwenders. Er kann allenfalls am sich verändernden Geräusch des Elektromotors erkennen, dass überhaupt eine Regelung stattfindet.

Patentansprüche

1. Schlagunterstütztes Handbohrgerät, insbesondere Hammerbohrgerät, mit einem Gehäuse (2), in dem ein elektrischer Antriebsmotor (3) für eine um ihre Längsachse kontinuierlich rotierbare Werkzeugaufnahme (9), eine mit dem elektrischen Antriebsmotor (3) zusammenwirkende Regelungseinrichtung (C) für die Umdrehungszahl der Werkzeugaufnahme (9), die über einen am Gehäuse angebrachten Schalter (S) von aussen aktivierbar ist, und ein Schlagwerk (5) für die periodische Abgabe von axialen Schlägen auf ein in die Werkzeugaufnahme (9) eingespanntes Werkzeug (10) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Antriebsmotor (3) mit einer Messeinrichtung (12) für das Reaktionsdrehmoment gekoppelt ist, und dass die Regelungseinrichtung (C) eine Auswerteeinheit (E) umfasst, welche mit der Messeinrichtung (12) für das Reaktionsdrehmoment verbunden ist und über welche die Drehzahl der Werkzeugaufnahme (9) derart regelbar ist, dass das im Betrieb am Antriebsmotor (3) gemessene Reaktionsdrehmoment maximal ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung (12) Dehnmessstreifen oder Wägezellen umfasst, welche an der Aufhängung (13, 14) des elektrischen Antriebsmotors (3) im Gehäuse (2) angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (E) mit einer Speichereinheit (M) verbunden ist, in der verschiedene Drehzahlbereiche festgelegt sind, dass die Regelungseinrichtung (C) derart ausgebildet ist, dass nach Massgabe der Auswerteeinheit (E) diese Drehzahlbereiche nach zunehmenden Drehzahlen automatisch einstellbar sind, wobei für jede eingestellte Drehzahl das zugehörige Reaktionsdrehmoment bestimmt und in der Speichereinheit (M) festgehalten wird, und dass danach auf diejenige Drehzahl der Werkzeugaufnahme (9) geregelt wird, welche dem grössten Wert der gemessenen Reaktionsdrehmomente entspricht.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Speichereinheit (M) festgelegten Drehzahlbereiche Umsetzwinkeln von 37° - 39°, 46° - 50°, 61° - 65° und 91° - 98° entsprechen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (E) mit einer Speichereinheit (M) verbunden ist, in der verschiedene Idealdrehzahlen festgelegt sind, und dass über die Regelungseinrichtung (C) nach Massgabe der Auswerteeinheit (E) die Idealdrehzahlen automatisch einstellbar und die Drehzahl der Werkzeugaufnahme (9) jeweils in einem Bereich von $\pm 10\%$ der Idealdrehzahl variierbar ist, wobei jeweils die zugehörigen Reaktionsdrehmomente gemessen und in der Speichereinheit (M) abgelegt werden, und dass danach die Drehzahl der Werkzeugaufnahme (9) auf diejenige Drehzahl regelbar ist, bei der das maximale Reaktionsdrehmoment festgestellt wurde.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Idealdrehzahlen Umsetzwinkeln von 38°, 48°, 63° und 95° bei einer Toleranz von jeweils $\pm 1^\circ$ entsprechen.

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (E) einen Mikroprozessor (P) umfasst, der periodisch die Einstellung der Drehzahl der Werkzeugaufnahme (9) nach Massgabe der gemessenen Reaktionsdrehmomente überwacht und gegebenenfalls eine Nachregelung veranlasst.

8. Verfahren zum Betrieb eines schlagunterstützten Handbohrgerätes (1) gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Reaktionsdrehmoment von der Messeinrichtung (12) periodisch gemessen wird, und die Messwerte an die Auswerteeinheit (E) weitergeleitet werden, und dass die Regelungseinrichtung (C) die Drehzahl der Werkzeugaufnahme (9) nach Massgabe der Auswerteeinheit (E) derart regelt, dass das gemessene Reaktionsdrehmoment maximal ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelungseinrichtung (C) nach ihrer Aktivierung automatisch diejenige Drehzahl der Werkzeugaufnahme (9) einstellt, bei der das gemessene Reaktionsdrehmoment maximal ist, wobei in der Speichereinheit (M) festgelegte Drehzahlwerte nacheinander abgefahren werden und die zugehörigen gemessenen Reaktionsdrehmomente gemessen und in der Speichereinheit (M) festgehalten werden, und dass die Regelungseinrichtung (C) die aufgefundene optimale Drehzahl kontinuierlich nachregelt.

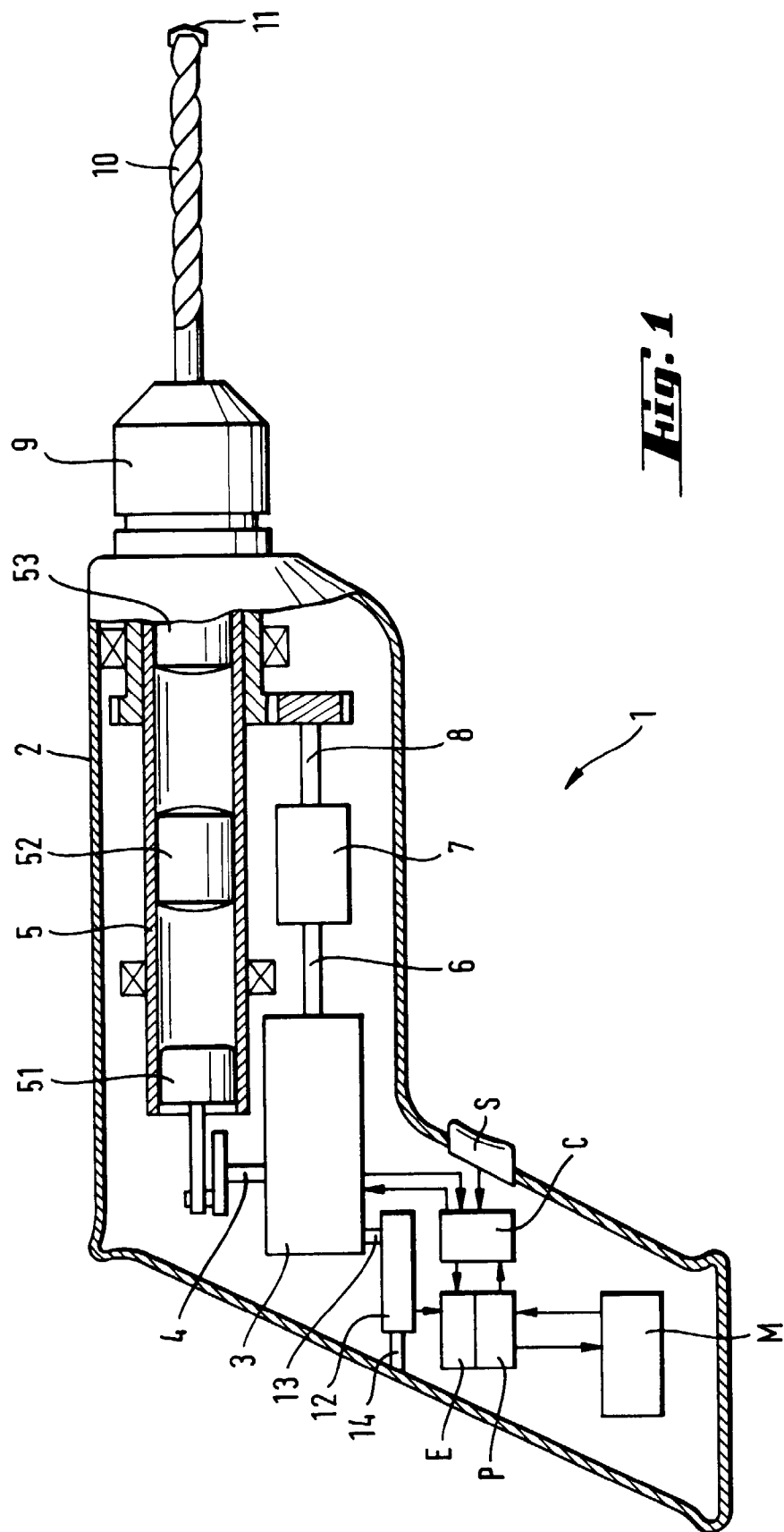


Fig. 1

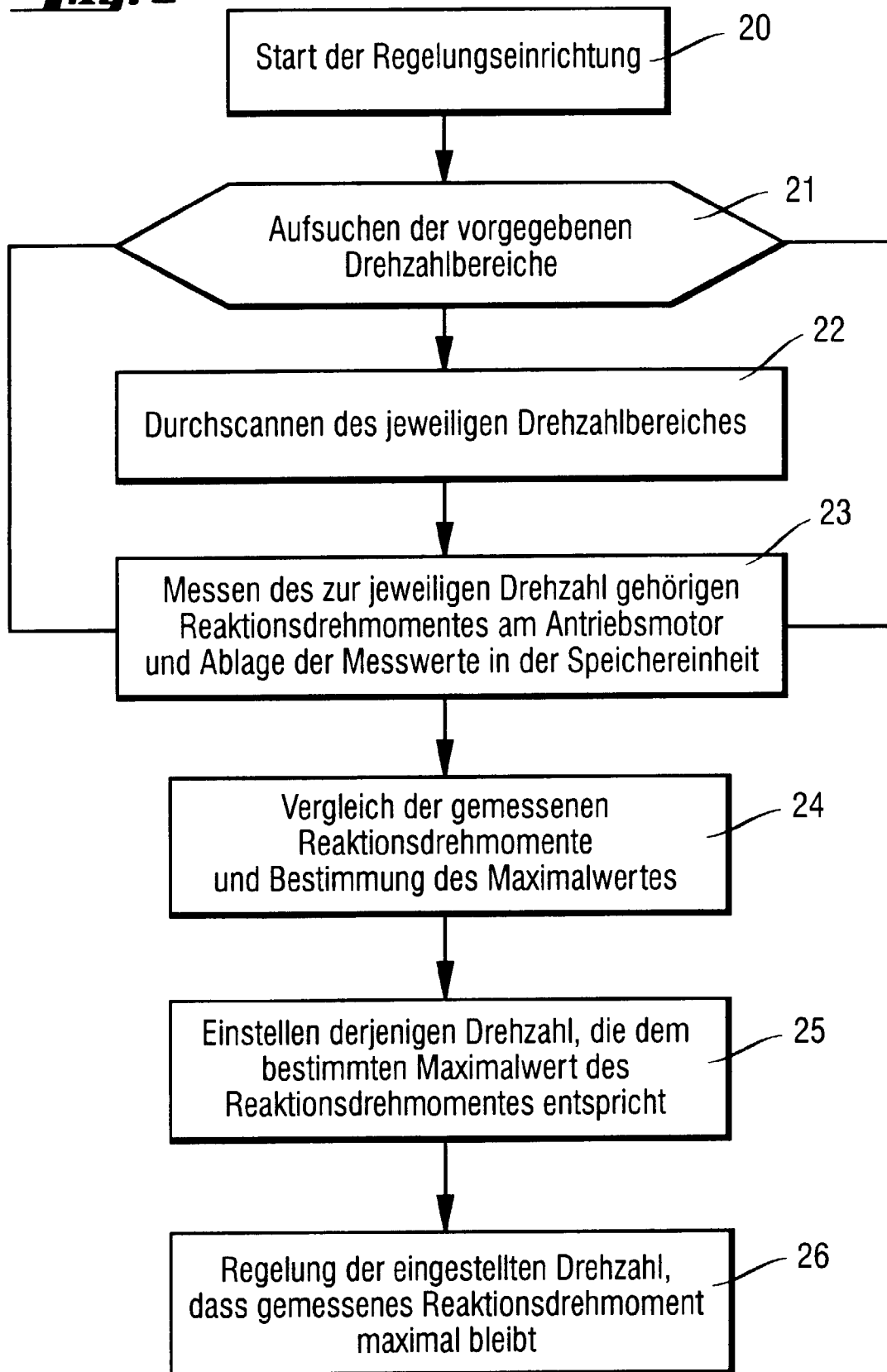
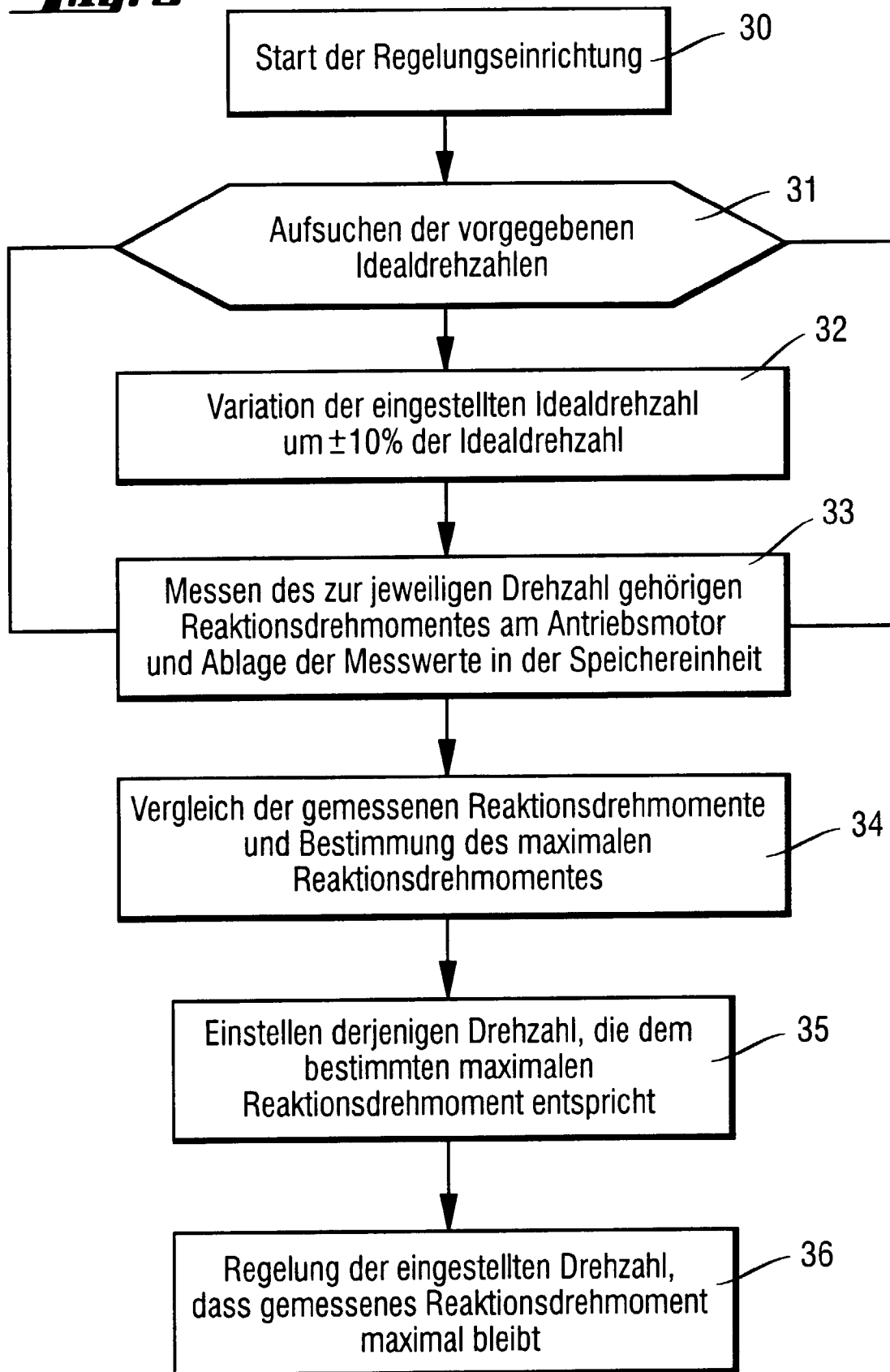
Fig. 2

Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 81 0539

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 203 282 (ING. GÜNTER KLEMM SPEZIALUNTERNEHMEN FÜR BOHRTECHNIK) * Zusammenfassung; Ansprüche 1-5; Abbildung 2 *	1-9	B25D11/00
A	GB-A-2 160 320 (OY TAMPELLA AB) * Zusammenfassung; Ansprüche 1-12; Abbildung 2 *	1,8	
A	US-A-4 660 656 (TOMMY M. WARREN ET AL.) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1-9	
A	EP-A-0 107 629 (INSTITUT CERAC S.A.) * Ansprüche 1-3; Abbildung 1 *	1,8	
A	DE-U-19 92 941 (C. & E. FEIN) * Ansprüche 1-3; Abbildungen 1-3 *	1,8	
A	DE-U-19 12 440 (METABOWERKE K.G.) * Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	1,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B23B B25D E21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 16.Dezember 1996	Prüfer Cuny, J-M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (PM/C03)