



(19) Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 009 513 B4 2008.04.10

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 009 513.2**  
 (22) Anmeldetag: **27.02.2004**  
 (43) Offenlegungstag: **15.09.2005**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **10.04.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B23B 41/02 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**EMAG Holding GmbH, 73084 Salach, DE**

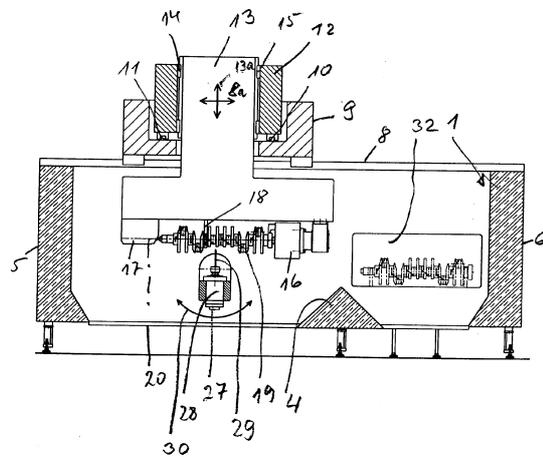
(72) Erfinder:  
**Heßbrüggen, Norbert, 73084 Salach, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwaltskanzlei Liermann-Castell, 52349  
Düren**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 102 08 572 A1**  
**EP 12 04 504 B1**  
**WO 93/05 926 A1**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Tiefbohren von Werkstücken, insbesondere Kurbelwellen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Tiefbohren von Werkstücken, insbesondere Kurbelwellen (19), bei denen Bohrungen an unterschiedlichen Positionen und/oder unterschiedlichen Winkeln zu einer Werkstücklängsachse einbringbar sind und bei dem alle Relativverschiebungen von Werkzeug (27) und Werkstück zum gegenseitigen Positionieren von Werkzeug (27) und Werkstück sowie zum Tiefbohren durchführbar sind, wobei das Werkstück um seine Längsachse drehbar und in Richtung seiner Längsachse verschiebbar gehalten wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück zusätzlich in zwei weiteren, jeweils senkrecht zu der in Richtung der Längsachse des Werkstückes liegenden Verschieberichtung (8a) stehenden Richtungen (10a, 13a) verschiebbar gehalten wird, dass das Werkzeug (27) in einer parallel zur Werkstücklängsachse liegenden Ebene schwenkbar gehalten wird, dass zur Positionierung von Werkzeug (27) und Werkstück das Werkzeug (27) entsprechend der geforderten räumlichen Lage der Bohrung in die entsprechende Schwenkposition gebracht und das Werkstück bis zum Erreichen der gewünschten Position in mindestens eine der angegebenen Verschieberichtungen und gegebenenfalls in Drehrichtung um die Werkstücklängsachse bewegt wird,...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Tiefbohren von Werkstücken, insbesondere Kurbelwellen, bei denen Bohrungen an unterschiedlichen Positionen und/oder unterschiedlichen Winkeln zu einer Werkstücklängsachse einbringbar sind und bei dem alle Relativverschiebungen von Werkzeug und Werkstück zum gegenseitigen Positionieren von Werkzeug und Werkstück sowie zum Tiefbohren durchführbar sind.

**[0002]** Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Tiefbohrereinrichtung zum Bohren von Bohrungen in Werkstücken, insbesondere Kurbelwellen, bei der Bohrungen an unterschiedlichen Positionen und/oder mit unterschiedlichen Winkeln zu einer Werkstücklängsachse einbringbar sind, mit Einrichtungen mit denen alle Relativverschiebungen von Werkzeug und Werkstück zum gegenseitigen Positionieren von Werkzeug und Werkstück und zum Tiefbohren durchführbar sind, sowie mit einem Maschinenbett zur Aufnahme der Einrichtungen.

**[0003]** Eine Tiefbohrereinrichtung der genannten Art und ein hiervon ableitbares Verfahren zum Tiefbohren ist aus der EP 1 204 504 B1 bekannt.

**[0004]** Die unterschiedlichen Positionierungen, das heißt die unterschiedlichen Neigungswinkel der Bohrungen zur Werkstücklängsachse werden durch Verschwenken der Werkstückhaltevorrichtung erzeugt. Daraus resultieren zum Teil sehr lange Wege für den Kraftfluss, das heißt es treten hohe Biegemomente auf, besonders dann, wenn sich die Bohrungen an den Enden der Kurbelwellen befinden. Dies wirkt sich nachteilig auf die Steifheit der Maschine aus und zwar insofern, als in der Praxis daher häufig nicht mit den theoretischen möglichen maximalen Schnittgeschwindigkeiten gearbeitet werden kann. Außerdem fehlt eine automatische Werkstückzuführung.

**[0005]** Die DE 102 08 572 A1 zeigt eine Tiefbohrereinrichtung, bei welcher ein schwenkbares Bohrwerkzeug vorgesehen ist, welches sowohl in Vorschubrichtung des Bohrers als auch quer hierzu mittels Schlitten verschiebbar ist. Das Werkstück ist in Längsrichtung verschiebbar und um seine Achse drehbar. Somit liegen drei Verschiebeachsen, eine Schwenkachse des Werkzeugs und eine Rotationsachse des Werkzeugs vor. Das Werkstück kann in seiner Längsrichtung verschoben und um seine Längsachse gedreht werden.

**[0006]** Die WO 93/05926 A1 zeigt eine Werkzeugmaschine, bei welcher das Werkstück in drei Richtungen mittels Schlitten verschiebbar ist.

**[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren zum Tiefbohren und eine Tiefbohrereinrichtung bereit-

zustellen, mit deren Hilfe die Maschinensteifigkeit und damit die Schnittgeschwindigkeit erhöht werden kann. Weiterhin soll eine automatische Werkstückzuführung durchführbar sein.

**[0008]** Diese Aufgabe löst ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1.

**[0009]** Durch diese Verfahrensmaßnahmen wird erreicht, dass außer in Umfangsrichtung, keine Biege- oder Kippmomente am Werkstück auftreten, die die Halterungen für das Werkstück und damit die Maschinensteifigkeit beeinträchtigen könnten. In Umfangsrichtung kann für den Fall, dass die Bohrung nicht durch die Längsachse des Werkstückes hindurchführt ein Umfangsmoment entstehen.

**[0010]** Ein Vorteil ist auch darin zu sehen, dass das Werkstück oberhalb des Werkzeuges bearbeitet wird. Der dabei eintretende freie Spänefall hat den Vorteil, dass beim Werkstück verbleibende glühende Späne entsehen.

**[0011]** Eine spezielle Ausführungsvariante besteht darin, dass das Werkzeug in der Ausgangslage des Positionierungsvorganges in vertikaler Richtung unterhalb des hängend gehaltenen Werkstücks gehalten wird. Hierdurch ergibt sich die günstigste Späneabfuhr.

**[0012]** Es kann vorgesehen sein, dass zur Abgabe eines bearbeiteten Werkstückes dieses außerhalb des Arbeitsspeichers zum Tiefbohren in eine Werkstückwechselposition verfahren wird, wo ein zu bearbeitendes Werkstück aufgenommen wird.

**[0013]** Nach einen zweiten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe durch eine Tiefbohrereinrichtung gemäß Patentanspruch 4 gelöst.

**[0014]** Diese Tiefbohrereinrichtung eignet sich zur Durchführung des weiter oben erläuterten erfindungsgemäßen Verfahrens und weist die in Verbindung mit dem Verfahren erläuterten Vorteile auf.

**[0015]** Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass der Werkzeugträger als eine kurbelartige Schwinge ausgebildet und im Maschinenbett um eine senkrecht zur Werkstücklängsachse stehende Achse schwenkbar gelagert ist. Hierdurch kann das Werkstück nicht nur eine schwingende Bewegung wie bei einer Lagerung um eine senkrecht zur Werkzeuglängsachse stehende Achse aufführen, sondern auch eine schwingende Bewegung mit entsprechendem Versatz ausführen.

**[0016]** Eine bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass beide Schlitten auf horizontalen Bahnen verfahrbar sind, dass der erste Schlitten in Richtung der Werkstücklängsachse und

in Längsrichtung des ihn tragenden Maschinenbettes verfahren ist, dass der zweite Schlitten auf dem ersten Schlitten senkrecht zu dessen Verfahrungsrichtung verfahren ist, dass der Werkstückträger senkrecht zu den beiden Verfahrungsrichtungen der Schlitten im zweiten Schlitten verschiebbar geführt ist und dass die Werkzeuglängsachse parallel zur Werkstückträgerverschiebeeinrichtung verläuft. Diese Ausgestaltung ist hinsichtlich der möglichen Varianten eine besonders einfache konstruktive Lösung, da Führungsbahnen und Verschieberichtungen in den üblichen kartesischen Koordinaten verlaufen.

**[0017]** Für bestimmte Bearbeitungsvorgänge ist es vorteilhaft, wenn das Werkzeug in Vorschubrichtung verschiebbar im Werkzeugträger gehalten ist.

**[0018]** Zur Lösung der zweiten Aufgabe ist eine Weiterbildung vorgesehen, die darin besteht, dass im Bereich des Fahrweges des ersten in Längsrichtung des Maschinenbettes verfahrbaren Schlittens unterhalb desselben eine Werkstückwechselstation eingerichtet ist. Der Schlitten kann also mit dem Werkstückträger außerhalb des Arbeitsbereiches für das Tiefbohren verfahren werden, wo ein Werkstückwechsel durchgeführt werden kann, was insbesondere dann besonders vorteilhaft abläuft, wenn in weiterer Ausgestaltung der Erfindung der Spindelstock mit einem Spannfutter zur Abgabe und Aufnahme eines bearbeiteten und eines zu bearbeitenden Werkstückes ausgebildet ist.

**[0019]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

**[0020]** [Fig. 1](#) einen Längsschnitt durch eine Tiefbohrereinrichtung; und

**[0021]** [Fig. 2](#) einen Querschnitt durch die Einrichtung nach [Fig. 1](#).

**[0022]** Auf einem im wesentlichen nach oben offenen kastenförmigen, jedoch unten weitgehend offenen Maschinenbett **1**, bei welchem die beiden Schenkel **2** und **3** durch eine massive Quertraverse **4** im unteren Bereich und durch Stirnwände **5** und **6** miteinander verbunden sind, sind auf den oberen Stirnflächen der Längsschenkel **2** und **3** Führungsschienen **7** und **8** zur Bildung einer Längsführung für einen Schlitten **9** angeordnet. Innerhalb des Schlittens **9** sind senkrecht zu den Führungsschienen **7** und **8** weitere Führungsschienen **10** und **11** vorgesehen, auf denen ein zweiter Schlitten **12** senkrecht zur Verfahrungsrichtung des ersten Schlittens **9** verschiebbar geführt ist. Der erste Schlitten **9** ist somit in Richtung des Doppelpfeiles **8a** und der zweite Schlitten **12** ist in Richtung des Doppelpfeiles **10a** verfahrbar.

**[0023]** Innerhalb des zweiten Schlittens **12** ist ein

Werkstückträger **13** senkrecht zu den Verfahrungsrichtungen der Schlitten **9** und **12** an Führungen **14** und **15** in Richtung des Doppelpfeiles **13a** verschiebbar geführt, die senkrecht zur Werkstücklängsachse **20** steht. Der Werkstückträger **13** weist an seiner Unterseite einen Spindelstock **16**, einen Reitstock **17** und eine Lünette **18** auf, um ein zu bearbeitendes Werkstück, im vorliegenden Falle eine Kurbelwelle **19**, zu halten und um ihre Längsachse **20** zu drehen.

**[0024]** In den beiden seitlichen Schenkeln **2** und **3** ist eine kurbelartige Schwinge **21** in Lagern **22** und **23** mit ihren Zapfen **24** und **25** um eine Schwenkachse **24**, **5** schwenkbar aufgenommen, die in ihrem mittleren auskragenden Teil ein insgesamt mit **27** bezeichnetes Werkzeug trägt, das einen Antriebsmotor **28** und einen Bohrer **29** umfaßt. Diese als Werkzeugträger dienende Schwinge **21** ist in Richtung des Doppelpfeiles **30** verschwenkbar. Ein Stellmotor **31** bringt dabei diesen Werkzeugträger in die gewünschte Position zur Durchführung einer Bohrung in der Kurbelwelle.

**[0025]** In den Seitenwänden **2** und **3** sind Öffnungen **32** ausgebildet, durch die eine Transportvorrichtung **33** zur Aufnahme von Kurbelwellen hindurchgeführt ist, wobei mit dieser Transportvorrichtung sowohl die bereits bearbeiteten als auch die noch zu bearbeitenden Kurbelwellen transportiert werden. Wie ohne weiteres aus [Fig. 1](#) ersichtlich, kann der Schlitten **9** mit dem Werkstückträger **13** in eine Position oberhalb dieser Transportvorrichtung **33** verfahren werden, so dass die bereits bearbeitete Kurbelwelle abgelegt und eine noch zu bearbeitende Kurbelwelle aufgenommen werden kann. Der Spindelstock ist zu diesem Zweck mit einem entsprechenden Spannfutter ausgerüstet, um diesen Wechselvorgang durchführen zu können.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Tiefbohren von Werkstücken, insbesondere Kurbelwellen (**19**), bei denen Bohrungen an unterschiedlichen Positionen und/oder unterschiedlichen Winkeln zu einer Werkstücklängsachse einbringbar sind und bei dem alle Relativverschiebungen von Werkzeug (**27**) und Werkstück zum gegenseitigen Positionieren von Werkzeug (**27**) und Werkstück sowie zum Tiefbohren durchführbar sind, wobei das Werkstück um seine Längsachse drehbar und in Richtung seiner Längsachse verschiebbar gehalten wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück zusätzlich in zwei weiteren, jeweils senkrecht zu der in Richtung der Längsachse des Werkstückes liegenden Verschieberichtung (**8a**) stehenden Richtungen (**10a**, **13a**) verschiebbar gehalten wird, dass das Werkzeug (**27**) in einer parallel zur Werkstücklängsachse liegenden Ebene schwenkbar gehalten wird, dass zur Positionierung von Werkzeug (**27**) und Werkstück das Werkzeug (**27**) entspre-

chend der geforderten räumlichen Lage der Bohrung in die entsprechende Schwenkposition gebracht und das Werkstück bis zum Erreichen der gewünschten Position in mindestens eine der angegebenen Verschieberichtungen und gegebenenfalls in Drehrichtung um die Werkstücklängsachse bewegt wird, dass eine Relativbewegung zwischen Werkstück und Werkzeug (27) in mindestens einer von allen drei jeweils senkrecht zueinander stehenden möglichen Bewegungsrichtungen und/oder in Vorschubrichtung des Werkzeugs (27) erfolgt und dass das Werkstück bezüglich einer vertikalen Richtung oberhalb des Werkzeugs (27) angeordnet oder gehalten ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug in der Ausgangslage des Positioniervorganges in vertikaler Richtung unterhalb des hängend gehaltenen Werkstückes gehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Abgabe eines bearbeiteten Werkstückes dieses außerhalb des Arbeitsbereiches zum Tiefbohren in eine Werkstückwechselposition verfahren wird, wo ein zu bearbeitendes Werkstück aufgenommen wird.

4. Tiefbohrereinrichtung zum Bohren von Bohrungen in Werkstücken, insbesondere Kurbelwellen (19), bei der Bohrungen an unterschiedlichen Positionen und/oder mit unterschiedlichen Winkeln zu einer Werkstücklängsachse (20) einbringbar sind, mit Einrichtungen (9, 12, 13, 16, 21) mit denen alle Relativverschiebungen von Werkzeug (27) und Werkstück (19) zum gegenseitigen Positionieren von Werkzeug und Werkstück und zum Tiefbohren durchführbar sind, sowie mit einem Maschinenbett (1) zur Aufnahme der Einrichtungen, dadurch gekennzeichnet, dass ein Werkstückträger (13) umfassend einen Spindelstock (16), einen Reitstock (17) und/oder eine Lünette (18) mittels zweier senkrecht zueinander bewegbarer Schlitten (9, 12) an einem Maschinenbett (1) verfahrbar sowie senkrecht zu den beiden Bewegungsebenen der Schlitten (9, 12) verschiebbar gelagert ist und dass ein Werkzeugträger (21) um eine senkrecht zur Werkstücklängsachse verlaufende Achse schwenkbar gelagert ist, wobei im Betrieb das Werkzeug (27) unterhalb des Werkstücks (19) angeordnet ist.

5. Tiefbohrereinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkzeugträger (21) als eine kurbelartige Schwinge ausgeführt und im Maschinenbett (1) um eine senkrecht zur Werkstücklängsachse (20) stehende Achse (24, 5) schwenkbar gelagert ist.

6. Tiefbohrereinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass beide Schlitten (9, 12) auf horizontalen Bahnen (7, 8; 10, 11) verfahrbar

sind, dass der erste Schlitten (9) in Richtung der Werkstücklängsachse (20) und in Längsrichtung des ihn tragenden Maschinenbettes (1) verfahrbar ist, dass der zweite Schlitten (12) auf dem ersten Schlitten (9) senkrecht zu dessen Verfahrrichtung verfahrbar ist, dass der Werkstückträger (13) senkrecht zu den beiden Verfahrebenen der Schlitten (9, 12) im zweiten Schlitten (12) verschiebbar geführt ist.

7. Tiefbohrereinrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug (27) in Vorschubrichtung verschiebbar im Werkzeugträger (21) gehalten ist.

8. Tiefbohrereinrichtung nach Anspruch 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des Fahrweges des ersten in Längsrichtung des Maschinenbettes (1) verfahrbaren Schlittens (9) unterhalb desselben eine Werkstückwechselstation (33) eingerichtet ist.

9. Tiefbohrereinrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Spindelstock (16) mit einem Spannfutter zur Abgabe und Aufnahme eines bearbeiteten und eines zu bearbeitenden Werkstückes (19) ausgebildet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

