

(19)



(11)

**EP 2 769 806 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.08.2014 Patentblatt 2014/35**

(51) Int Cl.:  
**B24B 35/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13156079.9**

(22) Anmeldetag: **21.02.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB**  
**Patentanwälte**  
**Gerokstrasse 1**  
**70188 Stuttgart (DE)**

(71) Anmelder: **Supfina Grieshaber GmbH & Co. KG**  
**77709 Wolfach (DE)**

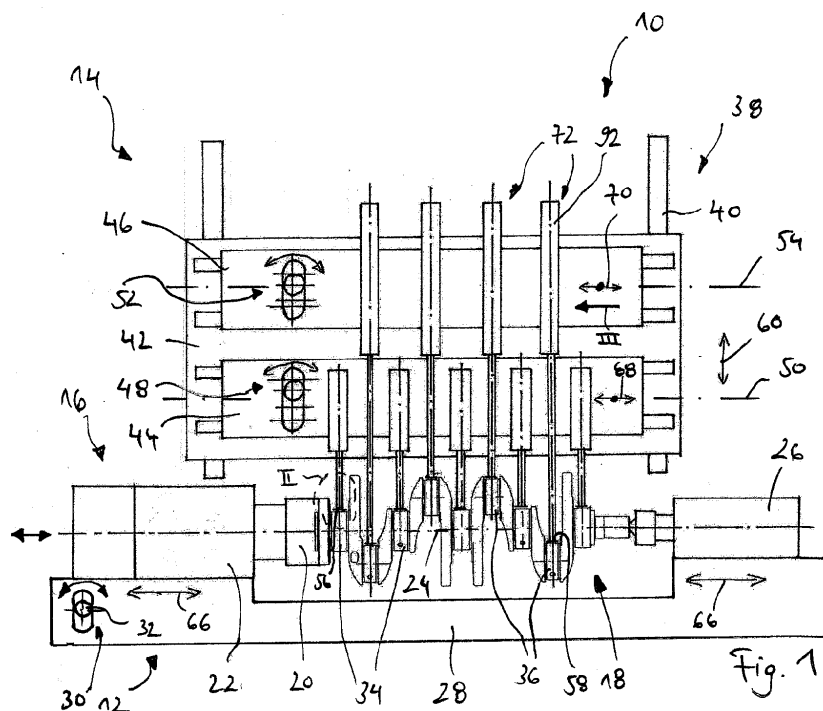
Bemerkungen:  
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)  
EPÜ.

(72) Erfinder: **Hildebrandt Oliver**  
**78132 Hornberg (DE)**

(54) **Vorrichtung und System zur Finishbearbeitung eines Werkstücks in Form einer Kurbelwelle oder einer Nockenwelle**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (10) zur Finishbearbeitung eines Werkstücks in Form einer Kurbelwelle (18) oder einer Nockenwelle, mit einem Werkstückhalter (16) und mit einem Rotationsantrieb (22) zur Rotation des Werkstücks um dessen Werkstückachse (24), mit einem ersten Finishwerkzeug (56) zur Bearbeitung eines zu der Werkstückachse (24) konzentrischen Hauptlagers (34) und mit einem zweiten Finishwerkzeug

(58) zur Bearbeitung eines zu der Werkstückachse (24) in radialer Richtung versetzten Zusatzlagers (36), wobei mindestens ein Werkzeugantrieb (48, 52) zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung ausschließlich des ersten Finishwerkzeugs (56) oder ausschließlich des zweiten Finishwerkzeugs (58) in zu der Werkstückachse (24) paralleler Richtung vorgesehen ist.

**EP 2 769 806 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Finishbearbeitung eines Werkstücks in Form einer Kurbelwelle oder einer Nockenwelle, mit einem Werkstückhalter und mit einem Rotationsantrieb zur Rotation des Werkstücks um dessen Werkstückachse, mit einem ersten Finishwerkzeug zur Bearbeitung eines zu der Werkstückachse konzentrischen Hauptlagers und mit einem zweiten Finishwerkzeug zur Bearbeitung eines zu der Werkstückachse in radialer Richtung versetzten Zusatzlagers.

**[0002]** Aus der DE 44 23 422 A1 ist ein Verfahren zur Außen-Feinstbearbeitung eines rotationssymmetrischen Körpers bekannt, bei welchem der Körper rotierend bewegt wird, ein Finishwerkzeug in zu der Rotationsachse paralleler Richtung oszillierend bewegt wird und bei welchem der oszillierenden Bewegung des Finishwerkzeugs eine weitere Bewegung in zu der Rotationsachse paralleler Richtung überlagert wird.

**[0003]** Dieses Verfahren ist auch unter dem Stichwort "Finishbearbeitung mit Überlagerungshub" bekannt und hat den Vorteil, dass ein Profil einer finishend bearbeiteten Werkstückfläche von einer zylindrischen Mantelfläche abweichend einstellbar ist. Auf diese Weise kann beispielsweise eine leicht ballig geformte Kurbelwellenlagerfläche erzeugt werden.

**[0004]** Das aus der DE 44 23 422 A1 bekannte Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass es zum Einrichten der Finishvorrichtung für eine Kurbelwelle oder eine Nockenwelle mit einer bestimmten Geometrie einen relativ hohen Rüstaufwand erfordert. Die für die Finishbearbeitung relevanten Abmessungen solcher Werkstücke sind insbesondere die Durchmesser und Sitzbreite der zu bearbeitenden Hauptlager und Zusatzlager, der achsparallele Abstand der Lager relativ zueinander und Versatz des Zusatzlagers zu der Werkstückachse.

**[0005]** Im Motorenbau gibt es eine Entwicklung dahingehend, die für unterschiedliche Motoren mit unterschiedlichen Zylinderzahlen relevanten Abmessungen zu vereinheitlichen und beispielsweise das Stichmaß der Motoren (den Abstand zwischen den Zylinderachsen) unabhängig von der Anzahl der Zylinder identisch auszuwählen und auch weitestgehend identische Hauptlagerdurchmesser und -sitzbreiten zu verwenden.

**[0006]** Im Hinblick auf das Bestreben, eine Vielzahl unterschiedlicher Motoren wirtschaftlich zu fertigen, ist es erwünscht, dass auch die Finishbearbeitung der Haupt- und Pleuellager einer Kurbelwelle und der Hauptlager und Nockenflächen einer Nockenwelle mit einem möglichst geringen Aufwand durchführbar ist.

**[0007]** Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Finishbearbeitung von Kurbelwellen oder Nockenwellen zu schaffen, mit welcher der Rüstaufwand zur Herstellung von Kurbelwellen oder Nockenwellen mit unterschiedlichen Geometrien reduziert werden kann.

**[0008]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch

gelöst, dass mindestens ein Werkzeugantrieb zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung ausschließlich des ersten Finishwerkzeugs oder ausschließlich des zweiten Finishwerkzeugs in zu der Werkstückachse paralleler Richtung vorgesehen ist.

**[0009]** Erfindungsgemäß werden die Bewegungen des ersten Finishwerkzeugs und des zweiten Finishwerkzeugs in zu der Werkstückachse paralleler Richtung voneinander entkoppelt. Beispielsweise ist ein Werkzeugantrieb vorgesehen, welcher ausschließlich das erste Finishwerkzeug zur Bearbeitung eines Hauptlagers oder eine Gruppe von ersten Finishwerkzeugen zur Bearbeitung einer Gruppe von Hauptlagern in eine zu der Werkstückachse parallel gerichtete Bewegung versetzt. Alternativ oder zusätzlich hierzu ist ein Werkzeugantrieb vorgesehen, welcher ausschließlich das zweite Finishwerkzeug zur Bearbeitung eines Zusatzlagers (also eines Pleuellagers oder einer Nockenfläche) oder eine Gruppe von zweiten Finishwerkzeugen zur Bearbeitung einer Gruppe von Zusatzlagern in zu der Werkstückachse paralleler Richtung antreibt.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Entkopplung der Bewegung des ersten Finishwerkzeugs und des zweiten Finishwerkzeugs ermöglicht eine flexible Bearbeitung unterschiedlicher Kurbelwellen, welche voneinander abweichende Hauptlagerbreiten und/oder Pleuellagerbreiten aufweisen oder unterschiedlicher Nockenwellen, welche voneinander abweichende Hauptlagerbreiten und/oder Nockenflächenbreiten aufweisen. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, das mit einem Werkzeugantrieb gekoppelte Finishwerkzeug im Hinblick auf die kleinste herzustellende Lagerbreite auszuwählen und mit einem solchen Finishwerkzeug auch größer dimensionierte Lagerbreiten zu bearbeiten, indem der Werkzeugantrieb zur Bereitstellung eines zu der Werkstückachse parallel verlaufenden Oszillationshubs verwendet wird.

**[0011]** Vorzugsweise sind längs der Werkstückachse gesehen erste Finishwerkzeuge und zweite Finishwerkzeuge einander alternierend angeordnet, sodass die Hauptlager und Zusatzlager eines Werkstücks in derselben Aufspannung (also in demselben Werkstückhalter gehalten; vorzugsweise in unveränderter Position des Werkstückhalters) finishend bearbeitbar sind.

**[0012]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ein Werkstückantrieb zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung des Werkstücks in zu der Werkstückachse paralleler Richtung vorgesehen. In Verbindung mit dem mindestens einen Werkzeugantrieb kann zumindest für eine Gruppe von Finishwerkzeugen (beispielsweise für die ersten Finishwerkzeuge zur Bearbeitung der Hauptlager) ein Überlagerungshub bereitgestellt werden. Für die andere Gruppe von Finishwerkzeugen (beispielsweise für die zweiten Finishwerkzeuge zur Bearbeitung der Zusatzlager, für welche möglicherweise kein eigener Werkzeugantrieb vorgesehen ist) kann der Werkstückantrieb zur Erzeugung einer einfachen oszillierenden Bewegung des Werkstücks (also

ohne Überlagerungshub) in zu der Werkstückachse paralleler Richtung verwendet werden.

**[0013]** Vorzugsweise ist der Werkstückantrieb zur Erzeugung einer höheren Oszillationsfrequenz und/oder einem kleineren Oszillationshub ausgelegt als der Werkzeugantrieb. Hierbei ist es vorteilhaft, dass der Werkzeughalter und das Werkstück eine im Vergleich zu den Finishwerkzeugen relativ steife Baugruppe bilden, welche für einen hochdynamischen Antrieb besser geeignet ist als die Finishwerkzeuge.

**[0014]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist ein erster Werkzeugantrieb zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung des Finishwerkzeugs in zu der Werkstückachse paralleler Richtung und ein zweiter Werkzeugantrieb zur Erzeugung einer oszillierenden, von der Bewegung des ersten Finishwerkzeugs unabhängigen Bewegung des zweiten Finishwerkzeugs in zu der Werkstückachse paralleler Richtung vorgesehen. Hierdurch ist es möglich, sowohl das erste Finishwerkzeug oder eine Gruppe von ersten Finishwerkzeugen als auch das zweite Finishwerkzeug oder eine Gruppe von zweiten Finishwerkzeugen voneinander unabhängig parallel zu der Werkstückachse hin und her zu bewegen.

**[0015]** Bei Verwendung eines ersten Werkzeugantriebs und eines zweiten Werkzeugantriebs ist es möglich, auf einen Werkstückantrieb zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung des Werkstücks in zu der Werkstückachse paralleler Richtung zu verzichten. In diesem Fall erfolgt die Bereitstellung der oszillierenden Bewegung der Finishwerkzeuge ausschließlich über die beiden Werkzeugantriebe.

**[0016]** Bei Kombination von zwei Werkzeugantrieben zur Erzeugung oszillierender, voneinander unabhängiger Bewegungen der ersten Finishwerkzeuge und der zweiten Finishwerkzeuge mit einem Werkstückantrieb zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung des Werkstücks in zu der Werkstückachse paralleler Richtung kann sowohl für die Hauptlager als auch für die Zusatzlager ein Überlagerungshub bereitgestellt werden. Vorzugsweise wird hierbei mittels des Werkstückantriebs eine höherfrequente, kurzhubige Oszillationsbewegung bereitgestellt und mittels der Werkzeugantriebe eine niederfrequente, langhubige Oszillationsbewegung. Alternativ hierzu ist es aber auch denkbar, dass mittels des Werkstückantriebs eine niederfrequente, langhubige Oszillationsbewegung bereitgestellt und mittels der Werkzeugantriebe eine höherfrequente, kurzhubige Oszillationsbewegung bereitgestellt wird.

**[0017]** Bei Verwendung von zwei Werkzeugantrieben ist es vorteilhaft, wenn der erste Werkzeugantrieb einen ersten Werkzeughalter zum Halten des ersten Finishwerkzeugs und wenn der zweite Werkzeugantrieb einen zweiten Werkzeughalter zum Halten des zweiten Finishwerkzeugs umfasst und wenn der erste Werkzeughalter und der zweite Werkzeughalter an einem gemeinsamen Gestell gelagert sind. Das gemeinsame Gestell ermöglicht eine raumsparende Anordnung sämtlicher Finishwerkzeuge, insbesondere bei einer alternierenden An-

ordnung von ersten und zweiten Finishwerkzeugen.

**[0018]** Besonders bevorzugt ist es, wenn die Position des ersten Werkzeughalters und/oder des zweiten Werkzeughalters an dem Gestell in zu der Werkstückachse senkrechter Richtung einstellbar ist. Hierdurch wird eine einfache Beladung und Entladung eines Werkstückhalters ermöglicht.

**[0019]** Bei dem ersten Finishwerkzeug und/oder dem zweiten Finishwerkzeug kann es sich um ein Finishband oder um einen Finishstein handeln. Diese Finishwerkzeuge weisen eine Wirkbreite auf, welche bei einem Finishband durch die Bandbreite und bei einem Finishstein durch die Steinbreite bestimmt ist. Zum Andrücken eines Finishbands gegen eine zu bearbeitende Werkstückoberfläche kommen sogenannte Andruckelemente oder -schalen zum Einsatz, welche aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt sind. Zur Handhabung eines Finishsteins kommen Finishsteinhalter zum Einsatz, welche ebenfalls hinlänglich aus dem Stand der Technik bekannt sind.

**[0020]** Die Erfindung betrifft ferner ein System zur Finishbearbeitung von Werkstücken in Form von Kurbelwellen oder Nockenwellen, umfassend unterschiedliche Kurbelwellen oder Nockenwellen mit voneinander abweichenden Hauptlagerbreiten und/oder Zusatzlagerbreiten.

**[0021]** Der vorliegenden Erfindung liegt die weitere Aufgabe zugrunde, ein System zur Finishbearbeitung von Kurbelwellen oder Nockenwellen zu schaffen, mit welchem der Rüstaufwand zur Herstellung von Kurbelwellen oder Nockenwellen mit unterschiedlichen Geometrien reduziert werden kann.

**[0022]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass es eine vorstehend beschriebene Vorrichtung umfasst und dass die Wirkbreite des ersten Finishwerkzeugs gleich oder kleiner ist als die kleinste Hauptlagerbreite der unterschiedlichen Kurbelwellen oder Nockenwellen ist und/oder dass die Wirkbreite des zweiten Finishwerkzeugs gleich oder kleiner ist als die kleinste Zusatzlagerbreite der unterschiedlichen Kurbelwellen oder Nockenwellen ist. Vorteile und Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Systems wurden bereits vorstehend unter Bezugnahme auf die erfindungsgemäße Vorrichtung beschrieben. Auf diese Beschreibung wird hiermit Bezug genommen.

**[0023]** Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Systems sowie weitere Merkmale der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und der zeichnerischen Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform.

**[0024]** In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung zur Finishbearbeitung eines Werkstücks;

Fig. 2 einen in Fig. 1 mit II bezeichneten Ausschnitt

in vergrößerter Darstellung; und

Fig. 3 eine Seitenansicht eines Teils der Vorrichtung gemäß Fig. 1 gemäß einer in Fig. 1 mit einem Pfeil III bezeichneten Blickrichtung.

**[0025]** Einer Ausführungsform einer Vorrichtung zur Finishbearbeitung eines Werkstücks ist in Figur 1 insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet. Die Vorrichtung 10 umfasst einen Werkstückbereich 12 und einen Werkzeugbereich 14.

**[0026]** Der Werkstückbereich 12 umfasst einen Werkstückhalter 16 zum Halten eines Werkstücks in Form einer Kurbelwelle 18 oder in Form einer Nockenwelle. Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Werkstücks in Form der Kurbelwelle 18, welche Hauptlager und Zusatzlager in Form von Pleuellagern aufweist. Sämtliche Ausführungen gelten aber in entsprechender Weise für Nockenwellen, welche zu einer Nockenwellenachse konzentrische Hauptlager aufweisen und zur Nockenwellenachse radial versetzte Zusatzlager in Form von Nockenflächen.

**[0027]** Der Werkstückhalter 16 umfasst beispielsweise einen Spindelstock 20 mit einem Rotationsantrieb 22 zur Rotation der Kurbelwelle 18 um deren Werkstückachse 24. Der Werkstückhalter 16 umfasst ferner einen Reitstock 26, welcher längs der Werkstückachse 24 verstellbar ist, um zwischen Spindelstock 20 und Reitstock 26 unterschiedlich lange Kurbelwellen 18 einspannen zu können.

**[0028]** Der Werkstückhalter 16, insbesondere der Verbund aus Spindelstock 20, Kurbelwelle 18 und Reitstock 26, ist bei einer bevorzugten Ausführungsform auf einem Träger 28 angeordnet, welcher mittels eines Werkstückantriebs 30 in eine oszillierende, parallel zur Werkstückachse 24 verlaufende Bewegung versetzbar ist. Der Werkstückantrieb 30 umfasst beispielsweise einen Exzenter 32.

**[0029]** Die Kurbelwelle 18 weist eine Mehrzahl von Hauptlagern 34, welche sich konzentrisch zu der Werkstückachse 24 erstrecken, und eine Mehrzahl von Pleuellagern 36, welche zu der Werkstückachse 24 exzentrisch versetzt sind, auf. Die Hauptlager 34 und Pleuellager 36 sind einander alternierend, also einander abwechselnd, angeordnet. Unter einer alternierenden Anordnung wird im Rahmen der Erfindung auch eine Anordnung verstanden, bei welcher eine Mehrzahl von Pleuellagern 36 zwischen zwei einander in Längsrichtung der Kurbelwelle 18 folgenden Hauptlagern 34 angeordnet sind, verstanden.

**[0030]** Der Werkzeugbereich 14 umfasst ein Gestell 38 mit einem Gestellteil 40. Das Gestellteil 40 dient zur Führung eines Werkzeugträgers 42 in einer zu der Werkstückachse 24 senkrechten Richtung.

**[0031]** An dem Werkzeugträger 42 sind ein erster Werkzeughalter 44 und ein zweiter Werkzeughalter 46 angeordnet. Die Werkzeughalter 44, 46 sind parallel zu der Werkstückachse 24 an dem Werkzeugträger 42 ge-

führt.

**[0032]** Zum Antrieb der Werkzeughalter 44, 46 in einer zu der Werkstückachse 24 parallelen Richtung ist jeweils ein nur einem der Werkzeughalter 44, 46 zugeordneter Werkzeugantrieb vorgesehen. Ein erster Werkzeugantrieb 48 (beispielsweise in Form eines Exzenters) dient zum Antrieb des ersten Werkzeughalters 44 längs einer zu der Werkstückachse 24 parallelen ersten Werkzeughalterachse 50. Ein zweiter Werkzeugantrieb 52 (beispielsweise in Form eines Exzenters) dient zum Antrieb des Werkzeughalters 46 längs einer zu der Werkstückachse 24 parallelen Werkzeughalterachse 54.

**[0033]** Werkzeugantriebe 48, 52 in Form von Exzentern haben den Vorteil, dass durch entsprechende Ansteuerung eines Antriebs der Exzenter eine Oszillationshubeinstellung möglich ist. Wenn beispielsweise ein Exzenter mit einem Schwenkantrieb angetrieben ist, kann durch Wahl eines Schwenkwinkels zwischen 0° und 180° der Oszillationshub eingestellt werden. Bei Schwenkwinkeln größer oder gleich 180° kann auch ein in einer Richtung umlaufender Drehantrieb verwendet werden. Der Oszillationshub eines Werkzeughalters 44, 46 (der Abstand zwischen den Extremlagen) ist dann gleich dem doppelten Abstand der Exzenter- zu der Drehantriebsachse.

**[0034]** Der erste Werkzeughalter 44 dient zum Halten einer Gruppe von ersten Finishwerkzeugen 56, welche jeweils zur Bearbeitung eines Hauptlagers 34 dienen.

**[0035]** Der zweite Werkzeughalter 46 dient zur Anordnung einer Mehrzahl von zweiten Finishwerkzeugen 58, welche jeweils zur Bearbeitung eines Pleuellagers 36 dienen.

**[0036]** Der Werkstückträger 42 ist senkrecht zu der Werkstückachse 24 (in mit Bezugszeichen 60 bezeichneten Richtungen) relativ zu dem Gestellteil 40 positionierbar, um einen Belade- und Entladevorgang des Werkstückhalters 16 zu erleichtern.

**[0037]** Die ersten Finishwerkzeuge 56 weisen eine parallel zur Werkstückachse 24 gemessene Wirkbreite 62 auf. Die Wirkbreite 62 ist gleich oder kleiner als die kleinste Hauptlagerbreite 64 einer Mehrzahl von Kurbelwellen 18 mit unterschiedlichen Hauptlagerbreiten 64.

**[0038]** In entsprechender Weise ist eine Wirkbreite der zweiten Finishwerkzeuge 58 gleich oder kleiner als die kleinste Pleuellagerbreite einer Mehrzahl unterschiedlicher Kurbelwellen 18.

**[0039]** Zur Anordnung jeweils eines zweiten Finishwerkzeugs 58 an dem zweiten Werkzeughalter 46 können vorzugsweise nachfolgend beschriebene Lagereinrichtungen 72 verwendet werden. Diese Lagereinrichtungen sind detailliert auch in der Europäischen Patentanmeldung Nr. 12152051, angemeldet am 23. Januar 2012 von derselben Anmelderin, beschrieben. Zusätzlich zu der nachfolgenden Beschreibung der Lagereinrichtungen 72 wird hinsichtlich des Aufbaus und der Funktionsweise der Lagereinrichtungen 72 auch auf den Inhalt der Europäischen Patentanmeldung Nr. 12152051 Bezug genommen.

**[0040]** Die Lagereinrichtung 72 dient zur Lagerung einer nachfolgend noch näher erläuterten Andrückeinrichtung 74 an dem zweiten Werkzeughalter 46. Zur Verbindung der Lagereinrichtung 72 mit dem zweiten Werkzeughalter 46 ist ein Verbindungsabschnitt 76 vorgesehen. Bevorzugt ist es, wenn die Relativlage zwischen Verbindungsabschnitt 76 und Werkzeughalter 46 in zu der Werkstückachse 24 paralleler und/oder senkrechter Richtung einstellbar ist (beispielsweise mittels entsprechenden Führungseinrichtungen) und wenn nach Erreichen einer Sollage des Verbindungsabschnitts 76 dieser an dem Werkzeughalter 46 fixiert wird, beispielsweise durch Blockieren oder Verklemmen der Führungseinrichtungen.

**[0041]** Die Andrückeinrichtung 74 drückt ein zweites Finishwerkzeug 58, beispielsweise in Form eines Finishbands, gegen ein Pleuellager 36 der Kurbelwelle 18. Das Finishband ist an einer Finishbandführung 78, beispielsweise in Form einer Umlenkrolle 80, geführt.

**[0042]** Das Pleuellager 36 erstreckt sich konzentrisch zu einer Zusatzachse 82, welche parallel und zu der Werkstückachse 24 der Kurbelwelle 18 beabstandet verläuft.

**[0043]** Während der Bearbeitung der Kurbelwelle 18 rotiert diese um die Werkstückachse 24. Dabei bewegt sich das Pleuellager 36 dem Abstand der Achsen 24 und 82 entsprechend kreisförmig um die Werkstückachse 24.

**[0044]** Da das Pleuellager 36 sich wie vorstehend erläutert kreisförmig um die Werkstückachse 24 herum bewegt, ist es erforderlich, dass auch das Finishwerkzeug 58

**[0045]** (gegebenenfalls gemeinsam mit der Finishbandführung 78) und somit die Andrückeinrichtung 74 dieser Bewegung des Pleuellagers 36 folgen können. Daher weist die Lagereinrichtung 72 zur Lagerung der Andrückeinrichtung 74 an dem zweiten Werkzeughalter 46 zwei Freiheitsgrade auf, welche eine Bewegung der Andrückeinrichtung 74 innerhalb einer zu der Werkstückachse 24 senkrechten Ebene ermöglicht.

**[0046]** Die Lagereinrichtung 72 umfasst ein Schwenkteil 84, welches mittels eines Schwenklagers 86 um eine Schwenkachse 88 schwenkbar an dem Verbindungsabschnitt 76 gehalten ist. Die Schwenkachse 88 erstreckt sich parallel zu der Werkstückachse 24.

**[0047]** Das Schwenkteil 84 dient zur Anordnung mindestens einer Linearführung 90, mittels welcher ein Lagerteil 92 entlang einer Führungsschse 94 der Linearführung 90 verschiebbar relativ zu dem Schwenkteil 84 gelagert ist.

**[0048]** Das Lagerteil 92 erstreckt sich im Wesentlichen innerhalb einer senkrecht zu der Werkstückachse 24 verlaufenden Ebene. Das Lagerteil 92 weist eine Durchbrechung 96 auf, welche von dem Schwenklager 86 durchsetzt ist.

**[0049]** Das Lagerteil 92 weist ein der Kurbelwelle 18 zugewandtes Lagerteilende 98 zur Anordnung der Andrückeinrichtung 74 auf.

**[0050]** Die Andrückeinrichtung 74 umfasst mindestens

ein Andrückteil 100, vorzugsweise zwei Andrückteile 100, das oder die beispielsweise in Form von Zangenarmen 102 ausgebildet ist oder sind. Die Zangenarme 102 sind relativ zu dem Lagerteil 92 um Andrückschwenkachsen 104 verschwenkbar. Die Andrückschwenkachsen 104 verlaufen parallel zu der Schwenkachse 88 des Schwenkteils 84.

**[0051]** Die Zangenarme 102 weisen an ihrem der Kurbelwelle 18 zugewandten Ende Andrückelemente 106 auf, welche insbesondere schalenförmig ausgebildet sind, sodass ein als Finishband ausgebildetes Finishwerkzeug 58 entlang eines Teilumfangs des Pleuellagers 36 gegen dieses angedrückt werden kann.

**[0052]** Zur Erzeugung einer Andrückkraft umfasst die Andrückeinrichtung 74 einen Andrückantrieb 108, welcher die Andrückelemente 106 mit einer Andrückkraft beaufschlagt. Der Andrückantrieb 108 ist beispielsweise in Form einer Hydraulikeinheit 110 ausgebildet, welche die Andrückelemente 106 mit Andrückkräften 112 beaufschlagt.

**[0053]** Beispielsweise sind der Andrückantrieb 108 und die Andrückelemente 106 auf bezogen auf die Andrückschwenkachsen 104 voneinander abgewandten Seiten der Zangenarme 102 angeordnet. Auf diese Weise können voneinander abgewandte Druckkräfte 112 in einander zugewandte Andrückkräfte 114 umgeleitet werden.

**[0054]** Die Lagereinrichtungen 72 bildet also für jedes der zweiten Finishwerkzeuge 58 ein Schwenk-/Schublager und stellt eine Schwenk- und Linearbewegbarkeit des Finishwerkzeugs 58 relativ zu dem zweiten Werkzeughalter 46 bereit.

**[0055]** Bei einem bevorzugten Bearbeitungsverfahren der Kurbelwelle 18 wird diese mittels des Werkstückantriebs 30 und des Werkzeughalters 16 in eine oszillierende Bewegung mit einem ersten, kleineren Oszillationshub 66 (vergleiche Figur 2) versetzt. Dieser Bewegung wird ein mittels des ersten Werkzeugantriebs 48 erzeugter Überlagerungshub 68 des ersten Finishwerkzeugs 56 überlagert. Der Überlagerungshub 68 ist vorzugsweise größer als der Oszillationshub 66. Ferner ist es bevorzugt, dass die Oszillationsfrequenz des Überlagerungshubs 68 kleiner ist als die Oszillationsfrequenz des Oszillationshubs 66.

**[0056]** Von der Bewegung der ersten Finishwerkzeuge 56 unabhängig werden auch die zweiten Finishwerkzeuge 58 mittels des zweiten Werkzeugantriebs 52 in eine oszillierende Bewegung versetzt, welche in Figur 1 mit dem Bezugszeichen 70 angedeutet ist. Auf diese Weise können die Pleuellager 36 von der Bearbeitung der Hauptlager 34 unabhängig in einem Arbeitsgang bzw. in derselben Aufspannung bearbeitet werden, wobei sowohl für die Pleuellager 36 als auch für die Hauptlager 34 ein Überlagerungshub bereitgestellt ist.

**[0057]** Es ist aber auch möglich, auf den Werkstückantrieb 30 zu verzichten und lediglich die Werkstückantriebe 48 und 52 zur Erzeugung voneinander unabhängiger Bewegungen der ersten Finishwerkzeuge 56 und

der zweiten Finishwerkzeuge 58 zu verwenden.

[0058] Darüber hinaus ist es auch möglich, den Werkstückantrieb 30 zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung der Kurbelwelle 18 zu verwenden und lediglich eine Gruppe von Finishwerkzeugen, also die ersten Finishwerkzeuge 56 oder die zweiten Finishwerkzeuge 58, mit einem Überlagerungshub zu beaufschlagen. In diesem Fall ist es möglich, dass nur ein einziger Werkstückantrieb (48 oder 52) vorgesehen ist.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur Finishbearbeitung eines Werkstücks in Form einer Kurbelwelle (18) oder einer Nockenwelle, mit einem Werkstückhalter (16) und mit einem Rotationsantrieb (22) zur Rotation des Werkstücks um dessen Werkstückachse (24), mit einem ersten Finishwerkzeug (56) zur Bearbeitung eines zu der Werkstückachse (24) konzentrischen Hauptlagers (34) und mit einem zweiten Finishwerkzeug (58) zur Bearbeitung eines zu der Werkstückachse (24) in radialer Richtung versetzten Zusatzlagers (36), **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Werkzeugantrieb (48, 52) zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung ausschließlich des ersten Finishwerkzeugs (56) oder ausschließlich des zweiten Finishwerkzeugs (58) in zu der Werkstückachse (24) paralleler Richtung vorgesehen ist.
2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkzeugantrieb (48, 52) eine Mehrzahl von ersten Finishwerkzeugen (56) oder eine Mehrzahl von zweiten Finishwerkzeugen (58) antreibt.
3. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** erste Finishwerkzeuge (56) und zweite Finishwerkzeuge (58) längs der Werkstückachse (24) gesehen einander alternierend angeordnet sind.
4. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Werkstückantrieb (30) zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung des Werkstücks in zu der Werkstückachse (24) paralleler Richtung vorgesehen ist.
5. Vorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstückantrieb (30) zur Erzeugung einer höheren Oszillationsfrequenz und/oder einem kleineren Oszillationshub (66) ausgelegt ist als der Werkzeugantrieb (48, 52).
6. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Werkzeugantrieb (48) zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung des ersten Finishwerk-

zeugs (56) in zu der Werkstückachse (24) paralleler Richtung und dass ein zweiter Werkzeugantrieb (52) zur Erzeugung einer oszillierenden, von der Bewegung des ersten Finishwerkzeugs (56) unabhängigen Bewegung des zweiten Finishwerkzeugs (58) in zu der Werkstückachse (24) paralleler Richtung vorgesehen ist.

7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Werkzeugantrieb (48) einen ersten Werkzeughalter (44) zum Halten des ersten Finishwerkzeugs (56) und der zweite Werkzeugantrieb (52) einen zweiten Werkzeughalter (46) zum Halten des zweiten Finishwerkzeugs (58) umfasst und dass der erste Werkzeughalter (44) und der zweite Werkzeughalter (46) an einem gemeinsamen Gestell (38) gelagert sind.
8. Vorrichtung (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position des ersten Werkzeughalters (44) und/oder des zweiten Werkzeughalters (46) an dem Gestell (38) in zu der Werkstückachse (24) senkrechter Richtung einstellbar ist.
9. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Finishwerkzeug (56) und/oder das zweite Finishwerkzeug (58) ein Finishband oder ein Finishstein ist.
10. System zur Finishbearbeitung von Werkstücken in Form von Kurbelwellen (18) oder Nockenwellen, umfassend unterschiedliche Kurbelwellen (18) oder Nockenwellen mit voneinander abweichenden Hauptlagerbreiten (64) und/oder Zusatzlagerbreiten, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche umfasst und dass die Wirkbreite (62) des ersten Finishwerkzeugs (56) gleich oder kleiner ist als die kleinste Hauptlagerbreite (64) der unterschiedlichen Kurbelwellen (18) oder Nockenwellen ist und/oder dass die Wirkbreite des zweiten Finishwerkzeugs (58) gleich oder kleiner ist als die kleinste Zusatzlagerbreite der unterschiedlichen Kurbelwellen (18) oder Nockenwellen ist.

## Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Vorrichtung (10) zur Finishbearbeitung eines Werkstücks in Form einer Kurbelwelle (18) oder einer Nockenwelle, mit einem Werkstückhalter (16) und mit einem Rotationsantrieb (22) zur Rotation des Werkstücks um dessen Werkstückachse (24), mit einem ersten Finishwerkzeug (56) zur Bearbeitung eines zu der Werkstückachse (24) konzentrischen Hauptlagers (34) und mit einem zweiten Finishwerk-

zeug (58) zur Bearbeitung eines zu der Werkstückachse (24) in radialer Richtung versetzten Zusatzlagers (36), wobei mindestens ein Werkzeugantrieb (48, 52) zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung ausschließlich des ersten Finishwerkzeugs (56) oder ausschließlich des zweiten Finishwerkzeugs (58) in zu der Werkstückachse (24) paralleler Richtung vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Werkzeugantrieb (48) zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung des ersten Finishwerkzeugs (56) in zu der Werkstückachse (24) paralleler Richtung und dass ein zweiter Werkzeugantrieb (52) zur Erzeugung einer oszillierenden, von der Bewegung des ersten Finishwerkzeugs (56) unabhängigen Bewegung des zweiten Finishwerkzeugs (58) in zu der Werkstückachse (24) paralleler Richtung vorgesehen ist.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Werkzeugantrieb (48) eine Mehrzahl von ersten Finishwerkzeugen (56) antreibt und/oder dass der zweite Werkzeugantrieb (52) eine Mehrzahl von zweiten Finishwerkzeugen (58) antreibt.

3. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** erste Finishwerkzeuge (56) und zweite Finishwerkzeuge (58) längs der Werkstückachse (24) gesehen einander alternierend angeordnet sind.

4. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Werkstückantrieb (30) zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung des Werkstücks in zu der Werkstückachse (24) paralleler Richtung vorgesehen ist.

5. Vorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstückantrieb (30) zur Erzeugung einer höheren Oszillationsfrequenz und/oder einem kleineren Oszillationshub (66) ausgelegt ist als die Werkzeugantriebe (48, 52).

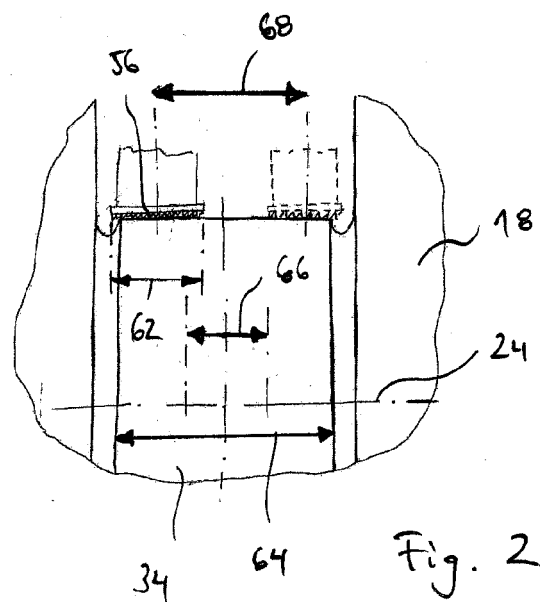
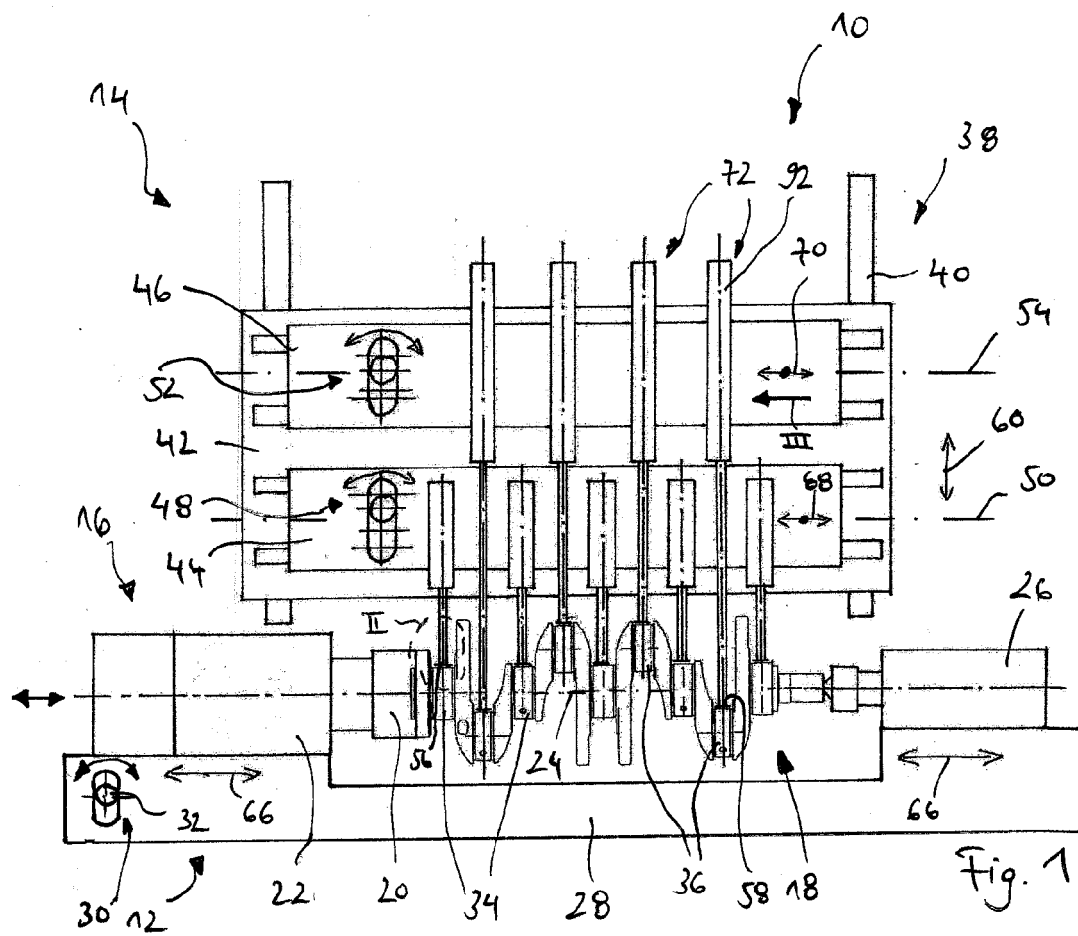
6. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Werkzeugantrieb (48) einen ersten Werkzeughalter (44) zum Halten des ersten Finishwerkzeugs (56) und der zweite Werkzeugantrieb (52) einen zweiten Werkzeughalter (46) zum Halten des zweiten Finishwerkzeugs (58) umfasst und dass der erste Werkzeughalter (44) und der zweite Werkzeughalter (46) an einem gemeinsamen Gestell (38) gelagert sind.

7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position des ersten Werkzeughalters (44) und/oder des zweiten Werkzeughalters (46) an dem Gestell (38) in zu der Werkstück-

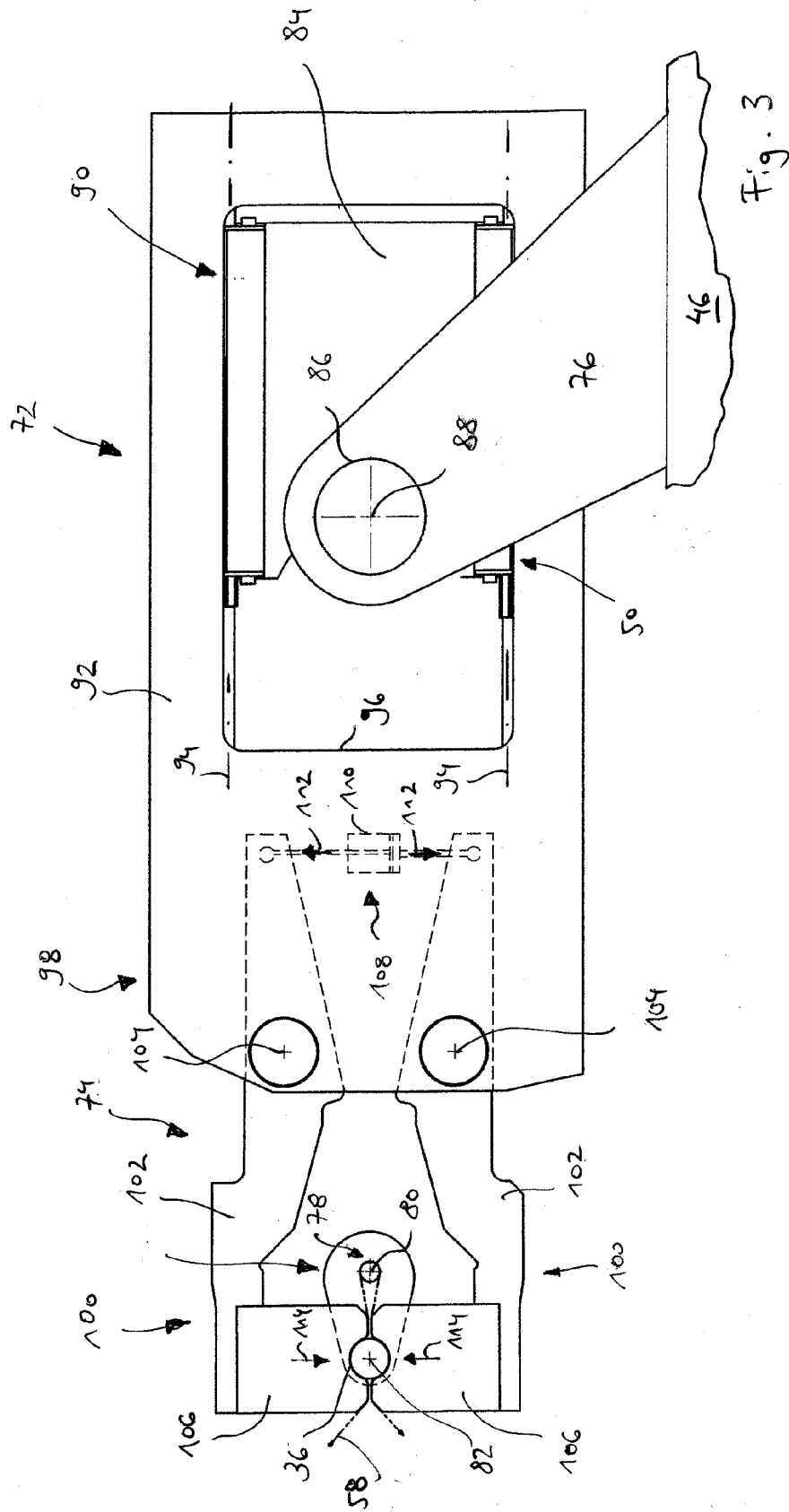
achse (24) senkrechter Richtung einstellbar ist.

8. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Finishwerkzeug (56) und/oder das zweite Finishwerkzeug (58) ein Finishband oder ein Finishstein ist.

9. System zur Finishbearbeitung von Werkstücken in Form von Kurbelwellen (18) oder Nockenwellen, umfassend unterschiedliche Kurbelwellen (18) oder Nockenwellen mit voneinander abweichenden Hauptlagerbreiten (64) und/oder Zusatzlagerbreiten, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche umfasst und dass die Wirkbreite (62) des ersten Finishwerkzeugs (56) gleich oder kleiner ist als die kleinste Hauptlagerbreite (64) der unterschiedlichen Kurbelwellen (18) oder Nockenwellen ist und/oder dass die Wirkbreite des zweiten Finishwerkzeugs (58) gleich oder kleiner ist als die kleinste Zusatzlagerbreite der unterschiedlichen Kurbelwellen (18) oder Nockenwellen ist.









## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 13 15 6079

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2007 059926 A1 (NAGEL MASCH WERKZEUG [DE]) 10. Juni 2009 (2009-06-10) * Absätze [0021], [0023], [0033]; Abbildungen 1-3 * -----	1-5, 9, 10	INV. B24B35/00
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Juli 2013	Prüfer Zeckau, Jochen
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 15 6079

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-07-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007059926 A1	10-06-2009	DE 102007059926 A1	10-06-2009
		GB 2455407 A	10-06-2009
		US 2009142997 A1	04-06-2009
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 4423422 A1 [0002] [0004]
- EP 12152051 A [0039]