

(19)



(11)

EP 3 061 565 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.08.2016 Patentblatt 2016/35

(51) Int Cl.:
B24B 7/16 (2006.01)
B24B 49/12 (2006.01)
B24B 7/17 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15156368.1**

(22) Anmeldetag: **24.02.2015**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Kunz, Gabriella**
22015 Gravedona ed Uniti (CO) (IT)

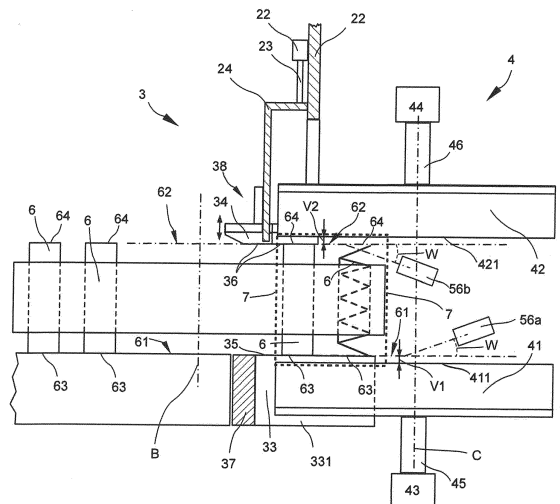
(74) Vertreter: **Popp, Eugen et al**
Meissner Bolte Patentanwälte
Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 47
80538 München (DE)

(71) Anmelder: **OFFICINA MECCANICA DOMASO**
S.p.A.
22013 Domaso (IT)

(54) Justiervorrichtung für eine Schleifmaschine

(57) Justiervorrichtung für eine Schleifmaschine (1), insbesondere Federendenschleifmaschine, wobei die Justiervorrichtung (2) eine Ladeeinheit (3), eine Schleifeinheit (4) und eine Versatzerfassungseinheit (5) umfasst. Die Ladeeinheit (3) hat mindestens einen Ladeteller (31), der um eine Drehachse (B) drehbar gelagert ist und weist eine Vielzahl von Aufnahmeöffnungen (32) zur Aufnahme von Werkstücken (6), insbesondere Schraubenfedern, auf, wobei die Aufnahmeöffnungen (32) exzentrisch zur Drehachse (B) angeordnet sind. Die Schleifeinheit (4) hat mindestens eine Schleifscheibe (41, 42), die um eine Drehachse (C), die im Wesentlichen parallel zur Drehachse (B) des Ladetellers (31) ist, drehbar gelagert ist, und einen Stellantrieb (43, 44), durch den die

Schleifscheibe (41, 42) axial verfahrbar ist. Ein radialer Überlappungsbereich des Ladetellers (31) mit der Schleifscheibe (41, 42) begrenzt einen Schleifbereich (7), in den mindestens ein Werkstück (6) durch Drehung des Ladetellers (31) zum Schleifen einfahrbar ist. Mindestens eine Versatzerfassungseinheit (5) ist zur Erfassung eines Versatzes zwischen einer Schleiffläche (411, 421) der Schleifscheibe (41, 42) und einer Werkstückstirnebene (61, 62) ausgebildet, in der sich ein Werkstückende (63, 64), insbesondere Federende, eines im Ladeteller (31) aufgenommenen Werkstücks (6) außerhalb des Schleifbereichs (7) bei Drehung des Ladetellers (31) bewegt.



Figur 1c

EP 3 061 565 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Justiervorrichtung für eine Schleifmaschine nach Anspruch 1, eine Schleifmaschine, insbesondere Federendenschleifmaschine, mit einer solchen Justiervorrichtung nach Anspruch 17 und ein Verfahren zum Justieren einer Schleifmaschine nach Anspruch 18.

[0002] Schleifmaschinen werden in vielen Fertigungsprozessen in der Industrie eingesetzt, wo Oberflächen von Werkstücken spanend bearbeitet werden. Meistens sollen Flächen von vorwiegend metallischen Maschinenelementen mit bestimmten Genauigkeitsanforderungen hergestellt werden. Dabei sind besonders bei Maschinenelementen, die in großer Stückzahl hergestellt werden, eine gute Auslastung der Schleifmaschine und kurze Bearbeitungszyklen wirtschaftlich wichtig.

[0003] Schleifmaschinen umfassen häufig Ladevorrichtungen, in die die zu schleifenden Werkstücke eingesetzt bzw. eingespannt werden, um dann mit der Ladevorrichtung relativ zu einer Schleifscheibe zum Schleifen positioniert zu werden. Schleifmaschinen können auch mit zwei Ladevorrichtungen ausgestattet sein, wobei zwei gegenüberliegende Ladeteller drehbar auf einem Drehtisch angebracht sind, der durch Drehung die Ladeteller zwischen einer Ladeposition und einer Schleifposition hin und her bewegen kann. Dieses Aufbauprinzip wird häufig bei Federendenschleifmaschinen angewendet, um die Federn in einem Ladeteller zwischen den Schleifscheiben zu schleifen, während der andere Ladeteller gleichzeitig be- oder entladen werden kann.

[0004] Federendenschleifmaschinen werden eingesetzt, um die Enden von aus Draht gewickelten oder gewundenen Schraubenfedern planparallel zu schleifen. Die bearbeiteten Federn können im eingebauten Zustand an definierten Auflageflächen an den Federenden sauber axial belastet werden. Grundsätzlich können Schraubendruckfedern im Zustellverfahren oder im Durchlaufverfahren geschliffen werden. Im Zustellverfahren wird der Ladeteller zwischen zwei koaxial parallel angeordnete Schleifscheiben gedreht, die dann in Richtung der Federenden zugestellt werden und diese schleifen. Im Durchlaufverfahren dreht sich der Ladeteller kontinuierlich oder auch taktweise zwischen zwei, typischerweise leicht gegeneinander verkippten, Schleifscheiben hindurch, wobei die Federenden geschliffen werden.

[0005] Federendenschleifmaschinen sind häufig so aufgebaut, dass Schraubenfedern in durchgehenden Aufnahmeöffnungen eines drehbar gelagerten Ladetellers lose eingesetzt werden, wobei sie mit einem unteren Ende auf einem Ladetisch gleitend aufstehen. Durch eine Rotation des Ladetellers werden die Federn zwischen zwei gegenüberliegende Schleifscheiben transportiert, die mit jeweils einer Stirnseite die beiden Federenden gleichzeitig plan schleifen. Dabei muss das untere Federende über einen schmalen Spalt zwischen dem Ladetisch und der unteren Schleifscheibe von dem Lade-

bereich in den Schleifbereich hinübergleiten.

[0006] Ein Höhenversatz zwischen dem Ladetisch und der Schleiffläche der unteren Schleifscheibe über den Spalt hinweg, in Form einer Stufe nach oben oder nach unten, kann zu Problemen beim Einfahren der Federn in den Schleifbereich zwischen den Schleifscheiben führen. Einerseits kann es zum Verklemmen oder Verkanten und somit einer Störung im Betrieb der Schleifmaschine kommen. Andererseits führt ein unnötig großer Sicherheitsabstand zwischen den Federenden und den Schleifscheiben beim Einfahren dazu, dass eine optimale Stellung der Schleifscheiben für den Schleifprozess nicht unmittelbar nach dem Einfahren vorliegt, erst eingestellt werden muss und der Schleifprozess somit unwirtschaftlicher ist. Außerdem kann es zu einer Beschädigung oder Verformung der Federn, eventuell sogar einer Beschädigung der Schleifscheiben, kommen.

[0007] Aus der DE 10 2012 201 465 A1 ist es bekannt, Schleifscheiben zur Anpassung an verschiedene Federlängen höhenverstellbar auszuführen. Für einen Betrieb im Zustellverfahren ist es bekannt, die obere Schleifscheibe parallel zur Spindelachse auf die untere Schleifscheibe zustellbar auszuführen.

[0008] Aus der EP 2 708 324 A1 ist es bekannt, die Tischplatte in einem an eine Ausnehmung der Tischplatte angrenzenden Übergangsbereich aus einer Trägerplatte und einer dünnen Deckschicht aus einem verschleißfesteren Material aufzubauen.

[0009] Üblicherweise wird die Einstellung des Höhenversatzes zwischen dem Ladetisch Tischplatte und der unteren Schleifscheibe von einem Bediener der Schleifmaschine mit einem Lineal, einem Messschieber oder einem anderen Maßstab per Augenmaß vorgenommen.

[0010] Aus dem Zusammenspiel der Kinematik der beweglichen Teile einer beschriebenen Schleifmaschine, die aus der Anordnung der Schleifscheiben, des Ladetellers, des Ladetisches und der Halterung der Werkstücke in dem Ladeteller resultiert, ergeben sich besondere technische Herausforderungen für die Justierung einer Schleifmaschine bzw. ihrer Komponenten, die im Stand der Technik noch nicht befriedigend gelöst sind.

[0011] Die vorliegende Erfindung hat deshalb die Aufgabe, eine Justiervorrichtung für eine Schleifmaschine, eine Schleifmaschine und ein Verfahren zum Justieren einer Schleifmaschine mit verbesserter Wirtschaftlichkeit, Zuverlässigkeit und Arbeitssicherheit bereitzustellen. Insbesondere soll ein schnellerer, weniger fehleranfälliger und sicherer Übergang von zu schleifenden Werkstücken zwischen der Ladeinheit und der Schleifereinheit erzielt werden.

[0012] Diese Aufgabe wird mit einer Justiervorrichtung für eine Schleifmaschine gemäß Anspruch 1, einer Schleifmaschine gemäß Anspruch 17 und einem Verfahren zum Justieren einer Schleifmaschine gemäß Anspruch 18 gelöst.

[0013] Die Aufgabe wird insbesondere durch eine Justiervorrichtung für eine Schleifmaschine, insbesondere Federendenschleifmaschine, gelöst, wobei die Justier-

vorrichtung Folgendes umfasst:

- eine Ladeeinheit mit mindestens einem Ladeteller, der um eine Drehachse drehbar gelagert ist und eine Vielzahl von Aufnahmeöffnungen zur Aufnahme von Werkstücken, insbesondere Schraubenfedern, aufweist, wobei die Aufnahmeöffnungen exzentrisch zur Drehachse angeordnet sind,
 - eine Schleifeinheit
 - o mit mindestens einer Schleifscheibe, die um eine Drehachse, die im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Ladetellers ist, drehbar gelagert ist, und
 - o einem Stellantrieb, durch den die Schleifscheibe axial verfahrbar ist,
- wobei ein radialer Überlappungsbereich des Ladetellers mit der Schleifscheibe einen Schleifbereich begrenzt, in den mindestens ein Werkstück durch Drehung des Ladetellers zum Schleifen einfahrbar ist, und
- mindestens eine Versatzerfassungseinheit zur Erfassung eines Versatzes, insbesondere in Richtung der Drehachse des Ladetellers, zwischen
 - o einer Schleiffläche der Schleifscheibe und
 - o einer Werkstückstirnebene, in der sich ein Werkstückende, insbesondere Federende, eines im Ladeteller aufgenommenen Werkstücks außerhalb des Schleifbereichs bei Drehung des Ladetellers bewegt.

[0014] Insbesondere bewegt sich ein Werkstückende, insbesondere Federende, eines im Ladeteller aufgenommenen Werkstücks außerhalb des Schleifbereichs unmittelbar vor Eintritt in den Schleifbereich bei Drehung des Ladetellers in einer Werkstückstirnebene.

[0015] Der mindestens eine Ladeteller kann in einem Drehtisch gelagert sein, der um eine Drehachse, die parallel zur Drehachse des Ladetellers verläuft, drehbar gelagert ist. Dadurch wäre der Ladeteller durch Drehung des Drehtisches von einer Ladeposition in eine Schleifposition verfahrbar. Es können mehrere Ladeteller, insbesondere drei oder vier Ladeteller, vorzugsweise aber zwei Ladeteller, vorgesehen sein, die vorzugsweise gleichmäßig über den Umfang des Drehtisches und weiter vorzugsweise im gleichen radialen Abstand zur Drehachse des Drehtisches angeordnet sein können. Ein Drehtisch könnte prinzipiell höhenverstellbar gestaltet sein.

[0016] Der Ladeteller kann austauschbar und/oder höhenverstellbar gestaltet sein, beispielsweise durch eine axial entlang seiner Drehachse verschiebbliche Lagerung

auf einer Ladetellerwelle, vorzugsweise mit einer Feder-Nut-Verbindung. Es kann ein doppel- oder mehrstöckiger Ladeteller vorgesehen sein. Vorzugsweise ist der Ladeteller kreiszylinderförmig und/oder unbegrenzt drehbar, insbesondere taktweise oder kontinuierlich um seine Drehachse drehbar, wobei er beispielsweise durch einen Servomotor über eine Ladetellerwelle gedreht werden kann.

[0017] Unter dem Begriff "Aufnahme" von Werkstücken kann die lose oder feste Fixierung von zu schleifenden bzw. geschliffenen Werkstücken auf oder in dem Ladeteller, vorzugsweise in einer Aufnahmeöffnung, verstanden werden. Beispielsweise sind die Aufnahmeöffnungen als Durchgangsbohrungen in axialer Richtung des Ladetellers in dem Ladeteller ausgeführt, so dass insbesondere zylindrische Werkstücke, vorzugsweise Schraubenfedern, lose in eine Aufnahmeöffnung eingesteckt bzw. eingelegt werden kann. Eine Aufnahmeöffnung könnte auch in einer Halte- oder Klemmvorrichtung ausgebildet sein, die auf dem Ladeteller zur Aufnahme eines Werkstücks angebracht sein könnte. Die Vielzahl von Aufnahmeöffnungen kann voneinander verschieden sein, insbesondere unterschiedliche Tiefe und/oder Durchmesser aufweisen, oder gleich ausgebildet sein. Eine Aufnahmeöffnung könnte auch durch eine Vertiefung oder einen Hohlraum im Ladeteller in der Oberfläche des Ladetellers gebildet werden.

[0018] Die Werkstücke können beliebige Gestalt und Werkstoffe aufweisen, die erfindungsgemäße Justier- vorrichtung ist aber insbesondere für eine Schleifmaschine zum Schleifen von Federn, vorzugsweise Schraubenfedern, weiter vorzugsweise Schraubendruckfedern, insbesondere zum Einsatz für eine Federendenschleifmaschine, besonders gut geeignet. Schraubendruckfedern können aus gewickeltem oder gewundenem Draht, vorzugsweise aus metallischen Werkstoffen, hergestellt sein. Schraubendruckfedern können beispielsweise zylindrisch, konisch, oder doppelt konisch sein und unterschiedliche Durchmesser und/oder Längen haben.

[0019] Die Aufnahmeöffnungen sind exzentrisch, also außerhalb der Drehachse des Ladetellers, angeordnet. Durch die exzentrische Anordnung bewegt sich eine Aufnahmeöffnung bei Drehung des Ladetellers entlang einer Kreisbahn um die Drehachse des Ladetellers. Falls der Ladeteller in einem Drehtisch drehbar gelagert ist, bewegt sich die Drehachse des Ladetellers bei Drehung des Drehtisches entlang einer Kreisbahn um die Drehachse des Drehtisches, wodurch sich die Bewegung einer Aufnahmeöffnung bzw. eines darin aufgenommenen Werkstücks, aus der Überlagerung der Drehung des Drehtisches und der Drehung des Ladetellers ergeben würde. Gemäß einem noch allgemeineren Gedanken der Erfindung, könnte der Ladeteller auch rein translatorisch, oder rotatorisch und translatorisch gelagert sein, wodurch in den Aufnahmeöffnungen aufgenommene Werkstücke zumindest teilweise entlang linearer Bahnen verfahren werden können.

[0020] Die, vorzugsweise kreiszylinderförmige, min-

destens eine drehbar gelagerte Schleifscheibe kann, beispielsweise über eine angetriebene Schleifspindel, in Rotation um ihre Drehachse versetzt werden. Die Schleifscheibe ist, beispielsweise über ihre Schleifspindel, durch einen Stellantrieb, beispielsweise einen Servomotor, axial verfahrbar. Unter parallelen Drehachsen kann eine Parallelität im Rahmen der Fertigungstoleranzen angenommen werden. Die Drehachse der mindestens einen Schleifscheibe kann aber auch geringfügig zur Drehachse des Ladetellers verkippt ausgeführt sein, beispielsweise um im Betrieb der Schleifmaschine im Durchlaufschleifverfahren den Schleifabtrag einzustellen.

[0021] Der mindestens eine Ladeteller und die mindestens eine Schleifscheibe sind so zueinander angeordnet, dass ein radialer Überlappungsbereich des Ladetellers mit der Schleifscheibe entsteht, der einen Schleifbereich begrenzt. Insbesondere ist der Ladeteller in axialer Richtung über der Schleifscheibe, angeordnet, wodurch sich aus der Lage der Drehachsen und den Durchmessern der vorzugsweise kreiszylinderförmigen Ladeteller und Schleifscheiben ein Bereich ergibt, in dem sich der Ladeteller mit den Schleifscheiben in radialer Richtung überlappt. In diesem radialen Überlappungsbereich, insbesondere zwischen den Schleifscheiben, können in dem Ladeteller aufgenommene Werkstücke mit Schleifflächen der mindestens einen Schleifscheibe in Schleifkontakt kommen. Der Schleifbereich ist insbesondere distal durch die beiden Schleifscheiben begrenzt, insbesondere unten durch die Schleiffläche der unteren Schleifscheibe und oben durch die Schleiffläche der oberen Schleifscheibe. Durch Drehung des Ladetellers kann mindestens ein in dem Ladeteller aufgenommenes Werkstück zum Schleifen in den Schleifbereich von außerhalb des Schleifbereichs eingefahren werden und/oder nach dem Schleifen aus dem Schleifbereich aus dem Schleifbereich heraus ausgefahren werden. Gemäß einem allgemeineren Gedanken der Erfindung könnte dies auch durch eine translatorische Verschiebung oder eine überlagerte rotatorische oder translatorische Bewegung des Ladetellers erfolgen.

[0022] Unter einer "Werkstückstirnebene" kann eine Ebene verstanden werden, in der sich ein Werkstückende, also ein an einem Ende eines Werkstücks befindlicher Punkt, bewegt. Bei einem zylinderförmigen Werkstück beschreiben beispielsweise alle Punkte der Stirnfläche des Werkstücks eine Kreisbahn, wenn das Werkstück relativ zum Ladeteller fest in einer Aufnahmeöffnung aufgenommen ist und der Ladeteller rotiert, wobei die Kreisbahnen die Werkstückstirnebene definieren würden. Bei einer Schraubenfeder würde beispielsweise jeweils ein Drahtende, insbesondere der in axialer Richtung der Schrauben äußerste Punkt, eine Werkstückstirnebene definieren, wenn die Schraubenfeder in einer Aufnahmeöffnung des Ladetellers aufgenommen ist und durch dessen Drehung mitbewegt wird. Dabei kann sowohl ein freies Ende der Schraubenfeder auf einer Tra-

jektorie in einer Ebene bewegt werden und dabei eine Werkstückstirnebene definieren, als auch ein, beispielsweise an einem Plattenabschnitt anliegendes Ende einer Schraubenfeder, das insbesondere an einer Gleitfläche entlanggleitend bewegt wird. Ein in einem Ladeteller aufgenommenes Werkstück, das insbesondere mit beiden Werkstückenden über die Stirnseite des Ladetellers hinausragt, beschreibt zwei Werkstückstirnebenen, die insbesondere senkrecht auf die Drehachse des Ladetellers stehen, insbesondere eine obere und eine untere Werkstückstirnebene. Ein Werkstück könnte in einer Aufnahmeöffnung des Ladetellers in einer festen axialen Position gehalten werden oder lose in eine Aufnahmeöffnung eingesetzt sein, so dass die axiale Position beispielsweise durch das Anliegen eines Werkstückendes an einer ebenen Gleitfläche, die senkrecht auf die Drehachse des Ladetellers steht, festgelegt ist. Die Werkstückstirnebene, in der sich ein Werkstückende bewegt, kann sich zeitlich ändern, beispielsweise wenn sich die axiale Position des Werkstücks relativ zum Ladeteller ändert. Beispielsweise kann die Werkstückstirnebene außerhalb des Schleifbereichs von der Werkstückstirnebene innerhalb des Schleifbereichs abweichen, insbesondere wenn sich das Werkstück relativ zum Ladeteller axial verschiebt oder sich die Länge des Werkstücks, beispielsweise durch den Schleifprozess, ändert. Unter einer Werkstückstirnebene außerhalb des Schleifbereichs kann die Werkstückstirnebene verstanden werden, die ein Werkstückende, insbesondere eines ungeschliffenen Werkstücks, insbesondere eine ungeschliffene Schraubenfeder, beschreibt, unmittelbar bevor es/sie durch Drehung des Ladetellers zum Schleifen in den Schleifbereich eingefahren wird.

[0023] Die Versatzerfassungseinheit kann insbesondere durch Sensoren, beispielsweise aufgrund von Messprinzipien der Abstandsmessung, Kantenvermessung, insbesondere durch Abschattung von Lichtstrahlen, oder durch Bilderfassung, insbesondere eines 3D-Bildes, einen Versatz zwischen einer Werkstückstirnebene und einer Schleiffläche erfassen.

[0024] Unter dem Versatz zwischen einer Schleiffläche und einer Werkstückstirnebene kann der Abstand verstanden werden, der zwischen einer durch die Schleiffläche definierten Ebene und einer Werkstückstirnebene, in der sich ein Werkstückende eines am Ladeteller aufgenommenen Werkstücks außerhalb des Schleifbereichs bewegt, besteht. Insbesondere bei vertikal verlaufender Drehachse des Ladetellers stellt der Versatz einen Höhenversatz, insbesondere eine Höhendifferenz, zwischen einer Schleiffläche der Schleifscheibe und einer Werkstückstirnebene außerhalb des Schleifbereichs dar. Ein Versatz kann, beispielsweise wenn die Schleiffläche der unteren Schleifscheibe höher liegt als das untere Werkstückende eines Werkstücks, bei Eintritt des Werkstücks durch Drehung des Ladetellers in den Schleifbereich zu einer Kollision mit der Schleifscheibe führen. Der Versatz kann aber auch null betragen, wenn die Schleiffläche und das Werkstückende in einer Ebene

liegen, also insbesondere auf einer Höhe liegen. Ein Versatz kann aber auch, beispielsweise wenn die Schleiffläche der unteren Schleifebene tiefer liegt als ein Werkstückende außerhalb des Schleifbereichs, dazu führen, dass ein Werkstück bei Eintritt in den Schleifbereich sich in axialer Richtung zum Ladeteller, insbesondere aufgrund seines Eigengewichts, verschiebt, insbesondere nach unten rutscht bis es an der Schleiffläche aufsteht. Sowohl ein erfasster, insbesondere gemessener, Versatzwert als auch ein gewünschter, insbesondere einstellbarer, Versatzwert kann positive oder negative Werte, oder genau den Wert null annehmen. Insbesondere für Schraubenfedern aus sehr dünnem Draht, beispielsweise einer Stärke von 0,5 bis 0,7 mm, ist es wünschenswert, den Versatz auf null, oder annähernd null, einzustellen. Insbesondere für Schraubenfedern aus dickerem Draht kann es wünschenswert sein, einen Versatz von bis zu einem Millimeter oder größer einzustellen. Die Erfassung und/oder Einstellung des Versatzes erfolgt vorzugsweise mit einer Genauigkeit von 1/100 mm.

Im Durchlaufverfahren werden kontinuierlich oder teilweise Federn in den Schleifbereich eingefahren, so dass hier eine möglichst genaue Nivellierung zwischen dem Ladetisch und der Schleifscheibe erforderlich sein kann, um ein möglichst störungsfreies bzw. sanftes Einfahren der Feder bei für den Durchlaufschleifprozess optimal eingestellten Schleifscheiben zu gewährleisten. Im Zustellverfahren kann ein unnötig großer initialer Abstand zwischen den Schleifscheiben, um ein störungsfreies bzw. sanftes Einfahren von Federn zu ermöglichen, dazu führen, dass vor Beginn des Schleifens insbesondere die obere Schleifscheibe unnötig weit auf das obere Federende zugestellt werden muss, was die Effizienz des Schleifprozesses beeinträchtigen würde.

[0025] Der Höhenversatz zwischen einem Werkstückende außerhalb des Schleifbereichs, beispielsweise eines auf einer Tischplatte aufliegenden unteren Werkstückendes, und einer Schleiffläche hängt beispielsweise von der Anordnung bzw. der Ausrichtung der Tischplatte und einer Schleifscheibe zueinander, dem Verschleiß der Tischplattenoberfläche, dem Abrieb jeder der beiden Schleifscheiben, der Höhe der Tischplatte, der Dicke der Schleifscheiben, der axialen Stellung und der Schrägstellung bzw. Verkipfung einer Schleifscheibe, der thermischen Ausdehnung einer Schleifscheibe, der ungleichmäßigen Abnutzung einer Schleifscheibe in radialer Richtung, der Art der Halterung eines Werkstücks im Ladeteller und der Werkstücklänge ab.

[0026] Die erfindungsgemäße Justiervorrichtung hat den Vorteil, dass ein Versatz von der Versatzerfassungseinheit erfasst wird und eine Schleifscheibe durch den Stellantrieb axial verfahren werden kann, beispielsweise um den erfassten Versatz zu überwachen oder einen gewünschten Versatz einzustellen. Dadurch muss der Versatz nicht durch einen Bediener der Schleifmaschine selbst erfasst werden, beispielsweise durch einen Blick in den Schleifbereich, wodurch ein Sicherheitsrisiko für den Bediener, beispielsweise durch eine Berührung ro-

tierender Teile, Funkenflug oder Schleifpartikel, vermieden werden kann. Außerdem kann eine Schleifscheibe so justiert werden, dass ein Einfahren bzw. Ausfahren eines Werkstücks in den bzw. aus dem Schleifbereich optimiert wird, insbesondere indem Kollisionen mit Schleifscheiben, Beschädigung der Werkstücke und ein übertrieben großzügiges Sicherheitsspiel zwischen den Schleifscheiben und den Werkstücken vermieden werden kann. Dadurch ist ein schnelles Einfahren der Werkstücke in den Schleifbereich bei einer für den Schleifprozess optimalen Positionierung der Schleifscheiben möglich. Dadurch wird die Wirtschaftlichkeit des Schleifprozesses erhöht.

[0027] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Ladeeinheit mindestens einen außerhalb des Schleifbereichs angeordneten, insbesondere an einer Schleifscheibe angrenzenden, Plattenabschnitt auf, der eine Gleitfläche bildet, an der ein Werkstückende anliegt. Insbesondere weist der Plattenabschnitt eine Oberfläche auf, die eine Gleitfläche bildet, auf der ein Werkstück durch Drehung des Ladetellers und/oder eines Drehtisches entlanggleiten kann. Bei Anliegen eines Werkstückendes an der Gleitfläche, definiert die Gleitfläche eine Werkstückstirnebene bzw. fällt mit dieser zusammen. Der Plattenabschnitt kann räumlich feststehend oder, insbesondere in der Höhe, also in axialer Richtung des Ladetellers, verschieblich ausgeführt sein, wobei sich der Ladeteller und/oder ein Drehtisch und die Schleifscheibe relativ zum Plattenabschnitt bewegt, insbesondere drehen kann. Der Plattenabschnitt hat insbesondere die Funktion, eine Abstützfläche für ein Werkstückende zu bilden, wobei sich ein Werkstückende von oben auf oder von unten an den Plattenabschnitt aufstützen bzw. andrücken kann. Zwischen dem Plattenabschnitt und der Schleifscheibe besteht insbesondere ein schmaler Spalt, wobei die Gleitfläche gegenüber der Schleiffläche, insbesondere in der Höhe, also in axialer Richtung des Ladetellers, versetzt sein kann. Ein Plattenabschnitt hat den Vorteil, dass ein Werkstück lose in einer Aufnahmeöffnung des Ladetellers aufgenommen sein kann, wobei es durch den Plattenabschnitt in einer festen axialen Position relativ zum Ladeteller festgelegt wird. Ein Werkstück kann dadurch mit einem Werkstückende auf der Gleitfläche entlang gleitend zum Schleifbereich hin bzw. vom Schleifbereich weg transportiert werden.

[0028] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung steht ein Werkstückende, insbesondere ein unteres Federende, auf dem Plattenabschnitt, insbesondere von oben, auf, wobei der Plattenabschnitt insbesondere als Tischplatte ausgeführt ist und eine Werkstückstirnebene durch die Gleitfläche definiert ist. Die Tischplatte kann beispielsweise kranzförmig konzentrisch um einen Drehtisch, mit diesem bündig abschließend, angeordnet sein, in dem der Ladeteller drehbar gelagert ist. Die Tischplatte kann aber auch, beispielsweise bei einer Schleifmaschine mit nur einem Ladeteller, als eine kranzförmige Platte ausgebildet sein, die konzentrisch um die Drehachse des

Ladetellers angeordnet ist. Mit ihrer Oberseite kann die Tischplatte eine Gleitfläche für die unteren Werkstückenden der im Ladeteller aufgenommenen Werkstücke bilden. Die Tischplatte kann mehrteilig ausgeführt sein, wobei auch nur ein Teil der Tischplatte, insbesondere der der Schleifscheibe zugewandte Abschnitt, als der Plattenabschnitt verstanden werden kann. Die Werkstücke können mit ihrem Eigengewicht auf der Tischplatte aufliegen, oder, im Fall von Schraubenfedern aufgrund einer Kompression, durch die Federkraft zusätzlich auf die Tischplatte gedrückt werden. Insbesondere definiert die Oberfläche der Tischplatte die untere Werkstückstirnebene.

[0029] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung drückt sich ein Werkstückende, insbesondere ein oberes Federende, an den Plattenabschnitt einer, vorzugsweise höhenverstellbaren, Einlaufvorrichtung, insbesondere einer abgeschrägten Einlaufplatte, insbesondere von unten, an, wobei eine obere Werkstückstirnebene durch die Gleitfläche definiert ist. Eine Einlaufvorrichtung kann vorgesehen sein, um das Einfahren von Werkstücken in den Schleifbereich, insbesondere im Bereich des oberen Werkstückendes, zu erleichtern. Die Einlaufvorrichtung kann relativ verschieblich zur oberen Schleifscheibe höhenverstellbar ausgeführt sein. Die Einlaufvorrichtung kann an einer höhenverstellbaren Frontplatte oder an einem, insbesondere dazu wiederum höhenverstellbaren, Schleifkammerschild gelagert sein und beidseitig am Schleifbereich, jeweils auf der Seite der einfahrenden und der ausfahrenden Werkstücke, vorgesehen sein. Eine Einlaufplatte weist vorzugsweise einen gegenüber dem, insbesondere horizontal verlaufenden, Plattenabschnitt abgeschrägten Abschnitt auf, über den insbesondere eine einfahrende Schraubenfeder kontinuierlich komprimiert werden kann. Der Plattenabschnitt kann auch als eine schmale untere Kante eines Einlaufblechs ausgebildet sein. Bei Anliegen des oberen Werkstückendes an dem Plattenabschnitt wird die obere Werkstückstirnebene durch die Gleitfläche des Plattenabschnitts definiert. Ein Versatz kann aber auch zwischen einem freien Ende eines Werkstücks, beispielsweise wenn die Einlaufvorrichtung weiter nach oben gefahren ist, und der Schleiffläche der oberen Schleifscheibe bestehen. Es ist denkbar, dass die Versatzerfassungseinheit alternativ oder zusätzlich dazu geeignet ist, einen Versatz zwischen einer Werkstückstirnebene und dem Plattenabschnitt der Einlaufvorrichtung, insbesondere einer Unterkante einer Einlaufplatte, zu erfassen. Durch eine, insbesondere auf den Schleifbereich angepasste, Einlaufvorrichtung, kann beispielsweise eine Schraubenfeder bereits vor dem Einfahren in den Schleifbereich auf ein gewünschtes Längenmaß komprimiert werden, so dass sich die Feder von unten an die Einlaufvorrichtung bzw. den Plattenabschnitt andrückt und an diesem entlang in den Schleifbereich gleiten kann. Auf diese Weise kann unmittelbar nach dem Einfahren in den Schleifbereich ein gewünschter Schleifdruck durch die Schleiffläche der bereits geeignet zuge-

stellten Schleifscheiben auf die Federenden aufgebracht werden. Durch die Erfassung des Versatzes zwischen der oberen Werkstückstirnebene, insbesondere der Gleitfläche des Plattenabschnitts einer Einlaufvorrichtung und der Schleiffläche der oberen Schleifscheibe, kann die obere Schleifscheibe so justiert werden, dass ein störungsfreies Einfahren eines Werkstücks in den Schleifbereich, auch bei bereits vorkomprimierter Schraubenfeder, gewährleistet ist und ein unnötig großer Sicherheitsabstand zwischen der oberen Schleifscheibe und dem oberen Werkstückende beim Einfahren vermieden werden kann. Dadurch wird ein wirtschaftlicheres, insbesondere schnelleres Schleifen der Werkstücke ermöglicht.

[0030] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Plattenabschnitt an die Umfangskontur der Schleifscheibe angepasst, weist insbesondere eine kreissegmentförmige Ausnehmung auf. Der Plattenabschnitt kann sich insbesondere entlang eines Teils des Umfangs der Schleifscheibe erstrecken, so dass sich ein kreisbogenförmiger Spalt zwischen dem Plattenabschnitt und der Schleifscheibe ausbildet, über den die Gleitfläche des Plattenabschnitts gegenüber der Schleiffläche der Schleifscheibe versetzt sein kann. Vorteilhafterweise erstreckt sich der Plattenabschnitt mindestens bis zum Rand des Ladetellers, insbesondere der untere Plattenabschnitt über die ganze Breite des Schleifbereichs, so dass auch Werkstücke, die in einer äußeren Aufnahmeöffnung des Ladetellers aufgenommen sind, an der Gleitfläche anliegend über den Spalt hinweg in den Schleifbereich eingefahren werden können bzw. aus dem Schleifbereich über den Spalt hinweg zu der Gleitfläche hin ausgefahren werden können.

[0031] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Versatzerfassungseinheit außerhalb, vorzugsweise seitlich, des Schleifbereichs, angeordnet. Dadurch ist die Versatzerfassungseinheit vor Beschädigung durch Funkenflug und Verschmutzung und Beeinträchtigung durch anfallendem Schleifstaub bzw. Schleifpartikeln geschützt. Die Versatzerfassungseinheit bzw. einzelne Komponenten davon, beispielsweise Sensoren, können vor, insbesondere auf der dem Ladeteller zugewandten Seite, oder dahinter, insbesondere auf der dem Ladeteller abgewandten Seite, des Schleifbereichs oder an den Seiten, insbesondere in etwa auf Höhe der Schleifscheiben bzw. der Gleitflächen oder Werkstückstirnebenen angeordnet sein. Vorzugsweise ist die Versatzerfassungseinheit seitlich des Schleifbereichs, insbesondere außerhalb der Schleifscheiben, angeordnet. Die Versatzerfassungseinheit wird auf diese Weise in ihrer Funktionsweise nicht beeinträchtigt und kann einen Versatz zuverlässig und genau erfassen.

[0032] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung erfasst die Versatzerfassungseinheit, insbesondere getrennt voneinander,

- den Versatz zwischen einer ersten Werkstückstirnebene eines oberen Werkstückendes, insbesondere

der Gleitfläche der Einlaufvorrichtung, und einer Schleiffläche einer oberen Schleifscheibe und/oder

- den Versatz zwischen einer zweiten Werkstückstirnebene eines unteren Werkstückendes, insbesondere der Gleitfläche der Tischplatte, und einer Schleiffläche einer unteren Schleifscheibe.

[0033] Die Versatzerfassungseinheit umfasst insbesondere mehrere Komponenten, insbesondere Sensoren, beispielsweise Abstandssensoren, optoelektronische Sensoren oder Bilderfassungseinrichtungen, die auf Höhe eines oberen Versatzes und/oder eines unteren Versatzes angeordnet sind, um den jeweiligen Versatz getrennt voneinander zu erfassen. Es ist aber auch denkbar, beispielsweise mit Hilfe einer Lichtschranke oder einer Bilderfassungseinrichtung, beispielsweise einer Kamera, den oberen und den unteren Versatz zusammen, insbesondere in einem Bild, zu erfassen. Mehrere Sensoren der Versatzerfassungseinheit, insbesondere zwei Sensoren, können jeweils zur Erfassung eines unteren Versatzwertes und mehrere Sensoren zur Erfassung eines oberen Versatzwertes vorgesehen sein.

[0034] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung umfasst die Versatzerfassungseinheit mindestens einen Abstandssensor, vorzugsweise jeweils einen Abstandssensor, um einen ersten Abstand zur Schleiffläche und einen zweiten Abstand zur Werkstückstirnebene zu erfassen. Abstandssensoren sind beispielsweise oberhalb bzw. unterhalb der unteren bzw. oberen Schleiffläche und Werkstückstirnebene so angeordnet, dass sie einen Abstand, vorzugsweise senkrecht, möglicherweise aber auch schräg, von einem Referenzpunkt aus messen können. Abstandssensoren sind beispielsweise hinter dem Schleifbereich zwischen den Schleifscheiben angeordnet, um einen Abstand zu den Schleifflächen zu bestimmen und seitlich des Schleifbereichs oberhalb der Tischplatte bzw. unterhalb der Einlaufvorrichtung angeordnet, um einen Abstand zu einer Gleitfläche zu bestimmen. Der Versatz kann als die Differenz zwischen einem Abstand zu einer Schleiffläche und einem Abstand zu einer zugehörigen Werkstückstirnebene, beispielsweise von einer Recheneinheit, insbesondere einer Steuer- oder Regelungseinheit, berechnet werden und negative oder positive Werte, oder genau den Wert null haben. Grundsätzlich ist es denkbar, einen Abstand der Schleiffläche und der Gleitfläche auf einer kalibrierten Skala, beispielsweise mit optischen Vergrößerungsvorrichtungen, abzulesen und daraus den Versatz zu berechnen. Vorteilhafter ist es aber, für die Erfassung eines Versatzes zwei getrennte Abstandssensoren, die beispielsweise auf einem induktiven, kapazitiven, akustischen, beispielsweise als Ultraschallsensor, oder einem optischen Messprinzip beruhen, zu verwenden. Ein optoelektronischer Abstandssensor kann beispielsweise nach dem Prinzip der Triangulation, Konfokaltechnik oder Interferometrie arbeiten. Abstandssensoren können Lichtquellen, beispielsweise Laser oder LEDs, die insbesondere

Infrarotlicht oder Licht geeigneter anderer Wellenlängen emittieren, umfassen oder ohne Lichtquellen, beispielsweise als Digitalkameras, ausgebildet sein. Es ist denkbar, dass in der Versatzerfassungseinheit zur Erfassung verschiedener Abstände verschiedenartige Abstandssensoren miteinander kombiniert sind.

[0035] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung umfasst die Versatzerfassungseinheit mindestens einen optoelektronischen Sensor, der die Abschattung von, insbesondere senkrecht zur Drehachse des Ladetellers verlaufenden, Licht- und/oder Laserstrahlen durch ein Werkstückende, einen Plattenabschnitt und/oder eine Schleifscheibe erfasst. Ein optoelektronischer Sensor kann beispielsweise als eine Einweglichtschranke, beispielsweise als ein optisches Mikrometer, eine Reflexlichtschranke oder ein Reflexaster ausgebildet sein. Entsprechende Reflexionselemente können an der Schleifscheibe, den Plattenschnitten oder einer der Lichtquelle, beispielsweise einem Linienlaser, gegenüberliegenden Seite des Schleifbereichs, beispielsweise an einer Gehäuseinnenwand, angebracht sein. Insbesondere kann ein optoelektronischer Sensor nach dem Schattenbildverfahren die Position einer Ober- oder Unterkante eines Werkstücks, eines Plattenabschnitts oder der Schleifscheibe erfassen, indem das Werkstück, ein Plattenabschnitt oder die Schleifscheibe einen Teil eines von der Seite des Schleifbereichs her ausgesendeten Lichtbandes bzw. Lichtstreifens abschattet. Insbesondere könnte auf diese Weise eine Unterkante des Plattenabschnitts einer Einlaufvorrichtung oder die Oberkante einer Tischplatte oder eine Unterkante der oberen Schleifscheibe und eine Oberkante der unteren Schleifscheibe, insbesondere mit jeweils einem optoelektronischen Sensor erfasst werden. Es ist aber auch denkbar, einen einzigen optoelektronischen Sensor für die gemeinsame Erfassung einer Kante eines Plattenabschnitts und der zugehörigen Schleifscheibe vorzusehen, indem beispielsweise ein ausreichend großer Lichtstreifenquerschnitt und ein entsprechendes 2D-Detektorfeld verwendet werden. Es ist auch denkbar, verschiedene optoelektronische Sensoren in der Versatzerfassungseinheit zu kombinieren, so dass beispielsweise der Abstand von einem Referenzpunkt zu einer Schleiffläche durch eine Lichtschranke und der Abstand von einem Referenzpunkt zu einer Werkstückstirnebene mit einem auf einem anderen Messprinzip beruhenden Sensor, insbesondere einer Kamera, erfasst wird. Ein optoelektronischer Sensor, insbesondere eine Lichtschranke, hat den Vorteil, dass er/sie seitlich neben dem Schleifbereich geschützt positioniert werden kann und nicht im beschränkt verfügbaren Bauraum innerhalb des Schleifbereichs angebracht werden muss.

[0036] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung umfasst die Versatzerfassungseinheit mindestens eine Bilderfassungseinrichtung, insbesondere eine elektronische Videokamera, die ein Werkstückende außerhalb des Schleifbereichs, einen Plattenabschnitt und/oder eine Schleiffläche, insbesondere die Über-

gangszone zwischen dem Plattenabschnitt und der Schleifscheibe, vorzugsweise Teile der Gleitfläche und der Schleiffläche, erfasst. Eine Bilderfassungseinrichtung könnte Bildinformationen und/oder Videobildinformationen über ein Werkstück, einen Plattenabschnitt oder eine Schleifscheibe getrennt voneinander oder in einem gemeinsamen Bild erfassen. Die Versatzerfassungseinheit kann einen Lichtstreifensensor, insbesondere einen Lichtschnittsensor, umfassen, der eine Topologie bzw. ein Höhenprofil erfasst, das den Versatz zwischen einer Werkstückstirnebene und einer Schleiffläche wiedergibt. Die Versatzerfassungseinheit kann mehrere Kameras, insbesondere zwei Kameras und einen Projektor, insbesondere einen Linienprojektor, umfassen. Insbesondere sind jeweils zwei Kameras zur Erfassung des oberen und des unteren Versatzes vorgesehen, die in einem Winkel zueinander auf die Übergangszone ausgerichtet sind. Zwei Kameras haben den Vorteil, dass mittels Stereo-Vision ein dreidimensionales Bild erfassbar ist. Eine erste Bilderfassungseinrichtung könnte beispielsweise seitlich auf die Übergangszone, insbesondere den Spalt zwischen der Tischplatte bzw. der Einlaufvorrichtung und einer Schleifscheibe gerichtet sein, während eine zweite Bilderfassungseinheit von seitlich hinten oder seitlich vorne auf die Übergangszone gerichtet sein könnte. Durch eine Bilderfassungseinrichtung kann bei geeigneter Positionierung, insbesondere geeigneter Wahl des Bildausschnitts, der Versatz zwischen einem Werkstückende außerhalb des Schleifbereichs bzw. eines Plattenabschnitts und einer Schleiffläche in einem einzigen Bild erfasst werden, ohne zwei Abstände durch getrennte Sensoren zu ermitteln. Außerdem kann das erfasste Bild einem Bediener der Schleifmaschine angezeigt werden, um aufgrund des Bildes eine Kontrolle und/oder manuelle, zumindest manuell ausgelöste, Justierung der Schleifscheibe und/oder der Einlaufvorrichtung durchzuführen.

[0037] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Bilderfassungseinrichtung in einem Winkel von 0 bis 20°, vorzugsweise 0 bis 10°, zu einer Ebene ausgerichtet, die senkrecht zur Drehachse des Ladetellers verläuft. Insbesondere durch eine verkippte Anordnung einer Bilderfassungseinrichtung gegenüber den Werkstückstirnebenen und der Schleifflächen, insbesondere der Horizontalen, wird ein besserer Blickwinkel auf die Übergangszone zwischen dem Plattenabschnitt und der Schleifscheibe bzw. ein Werkstückende außerhalb der Schleifzone und die Schleiffläche ermöglicht.

[0038] In einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Versatzerfassungseinheit eine Bildverarbeitungseinrichtung, die aus von der Bilderfassungseinrichtung erfassten Bildinformationen, insbesondere basierend auf Kalibrierungsdaten, den Versatz zwischen einer Werkstückstirnebene und einer Schleiffläche ermittelt. Beispielsweise können mittels eines Bilderkennungsverfahrens dreidimensionale Koordinaten, insbesondere 3D-Punktwolken, aus den erfassten Bildinformationen, insbesondere einer Range-Map, berechnet werden, aus de-

nen sich durch geeignete Berechnungsmethoden der Versatz zwischen einem Werkstückende und einer Schleiffläche bzw. einer Gleitfläche und einer Schleiffläche ermitteln lässt. Kalibrierungsdaten umfassen beispielsweise Referenzkoordinaten von Bildpunkten und/oder geometrische Referenzdaten zweier Kameras zueinander. Durch die Aufnahme von Bildinformationen durch eine Bilderfassungseinrichtung und deren Verarbeitung in einer Bildverarbeitungseinrichtung, die beispielsweise eine Recheneinheit, insbesondere eine CPU, umfasst, auf der geeignete Berechnungsverfahren durchgeführt werden können, kann der Versatz von außerhalb des Schleifbereichs zuverlässig und robust erfasst werden, wo insbesondere ausreichender Bauraum für die Versatzerfassungseinheit innerhalb des Gehäuses der Schleifmaschine zur Verfügung steht.

[0039] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung beträgt ein von der Versatzerfassungseinheit erfassbarer Versatzwert zwischen 0 und +/- 5 mm, vorzugsweise zwischen 0 und +/- 1 mm und ist insbesondere auf 1/100 mm genau erfassbar. Insbesondere sind ein oberer Versatzwert zwischen der oberen Werkstückstirnebene und der Schleiffläche der oberen Schleifscheibe und/oder ein unterer Versatzwert zwischen der unteren Werkstückstirnebene und der Schleiffläche der unteren Schleifscheibe, insbesondere von der Größe einiger Zehntel Millimeter, von der Versatzerfassungseinheit erfassbar, wobei die räumliche Auflösung der Versatzerfassungseinheit vorzugsweise im Bereich von einem Hunderstel Millimeter liegt. Ein oberer und/oder unterer Versatzwert stellt insbesondere eine Differenz dar und kann negative oder positive Werte, oder genau null annehmen.

[0040] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist eine Speichereinrichtung vorgesehen, die Datenstrukturen für einen Schleifprozess auslesbar abspeichert, die beispielsweise erfasste Bilddaten und/oder ermittelte Versatzwerte und/oder zugehörige Schleifprozessdaten, wie Werkstückdaten, insbesondere die Federlänge oder den Federdurchmesser, Schleifscheibendaten, insbesondere die Schleifscheibendicke, ein Schleifscheibenabriebsmaß oder die Schleifscheibenbetriebsdauer oder Ladetellerdaten enthalten. Versatzwerte können beispielsweise der Versatzbetrag zwischen einer Schleiffläche der unteren Schleifscheibe und der Tischplatte, zwischen einer Schleiffläche der oberen Schleifscheibe und der Gleitfläche der Einlaufvorrichtung oder zwischen einer Schleiffläche und der oberen oder unteren Werkstückstirnebene sein. In der Datenstruktur können auch der Abstand zwischen beiden Werkstückstirnebenen sowie zwischen den beiden Schleifflächen und/oder Koordinaten von Komponenten der Justiervorrichtung oder Werkstücken enthalten sein. Werkstückdaten umfassen insbesondere den Federtyp, die Federlänge, das Federgewicht oder das Federmaterial. Schleifscheibendaten können das Schleifscheibenmaterial, die Schleifscheibendicke oder ein ermitteltes Schleifscheibenabriebsmaß sowie die akkumulierte Schleif-

scheibenbetriebsdauer, ein Schleifscheibenausdehnungsmaß oder eine kritische Schleifscheibendicke umfassen. Schleifprozessdaten können außerdem Zielvorgaben für den Schleifprozess, wie beispielsweise einen vorgegebenen Federabtrag oder eine Zielfederlänge umfassen. Schleifprozessdaten können auch einen Schleifspindelwinkel für ein Durchlaufverfahren enthalten. Ladetellerdaten können beispielsweise die Anzahl der Aufnahmeöffnungen, der enthaltenen Werkstücke oder der im Zustellverfahren gleichzeitig zu schleifenden Werkstücke enthalten. Eine Speichereinrichtung zur Speicherung entsprechender Datenstrukturen hat den Vorteil, dass für einen späteren Schleifprozess zuvor bereits erfasste Daten, insbesondere eines identischen oder ähnlichen, Schleifprozesses berücksichtigt, insbesondere angezeigt oder zur Regelung der Justiervorrichtung verwendet, werden können.

[0041] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist eine Anzeigeeinrichtung vorgesehen, die die erfassten Bildinformationen und/oder den mindestens einen ermittelten Versatz und/oder in abgespeicherten Datenstrukturen enthaltene Informationen visualisiert. Eine Anzeigeeinrichtung kann beispielsweise ein Bildschirm eines Computers oder ein Display, insbesondere eine LCD-Anzeige, einer Schleifmaschinensteuerungs- oder -regelungseinrichtung sein. Die in den Datenstrukturen enthaltenen Informationen können als, vorzugsweise rechnergestützt grafisch aufbereitete, 3D-Modelle der geometrischen Verhältnisse innerhalb der Übergangszone, insbesondere als 3D-Visualisierung eines momentan bestehenden Versatzes, mit einer Anzeigeeinrichtung, insbesondere für einen Bediener, visualisiert werden. Auf diese Weise ist ein Versatz für einen Bediener sehr einfach und sicher, vor allem ohne in die Übergangszone in der Schleifkammer blicken zu müssen, kontrollierbar und einstellbar. Die Arbeitssicherheit und die Geschwindigkeit des Schleifprozesses werden dadurch erhöht.

[0042] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist eine Regelungseinheit vorgesehen, die aufgrund eines erfassten Versatzwertes zur Einstellung eines vorgegebenen Versatzwertes den Stellantrieb mindestens einer Schleifscheibe ansteuert, insbesondere um den Versatzwert zwischen 0 und +/- 5 mm, vorzugsweise zwischen 0 und +/- 1 mm, insbesondere auf 1/100 mm genau einzustellen. Die Regelungseinheit kann auch, alternativ oder zusätzlich, mindestens einen Stellantrieb für die Einlaufvorrichtung ansteuern. Die Regelungseinheit ist insbesondere über ein Bussystem, insbesondere ein echtzeitfähiges Bussystem zur Datenübertragung und Kommunikation, mit der Speichereinrichtung, der Anzeigeeinrichtung, den Stellantrieben für die untere und die obere Schleifscheibe, dem Stellantrieb für die Einlaufvorrichtung, der Versatzerfassungseinheit und einer Recheneinheit, beispielsweise einer CPU, insbesondere zur Ansteuerung der Stellantriebe, zur Regelung der Justiervorrichtung verbunden. Es können weitere Sensoren, Einheiten oder Stellantriebe, die nicht zur

Justiervorrichtung selbst gehören, an das Bussystem angeschlossen sein. Die Regelungseinheit kann auch dazu ausgebildet sein, weitere Informationen, die nicht durch die Versatzerfassungseinheit erfasst werden, bei der Regelung der Justiervorrichtung zu berücksichtigen und insbesondere in eine Regeleinheit der Schleifmaschine integriert sein. Eine Regelungseinheit hat den Vorteil, dass eine Justierung der Schleifmaschine, insbesondere der Schleifscheiben, automatisiert und genau erfolgen kann. Für einen bestimmten Schleifvorgang kann beispielsweise ein Bediener einen gewünschten Versatzwert, beispielsweise einen oberen Versatzwert und/oder einen unteren Versatzwert, der Regeleinheit vorgeben. Ein solcher einzuregelnder Versatzwert kann insbesondere aus einer Datenstruktur, die in der Speichereinrichtung gespeichert ist, für einen bestimmten zu schleifenden Federtyp ausgelesen werden und/oder unter Berücksichtigung von Schleifscheibendaten und/oder Schleifprozessdaten und/oder Ladetellerdaten berechnet, insbesondere basierend auf hinterlegten Modellen rechnerisch optimiert, werden. Insbesondere kann ein Versatzwert gewünscht sein, der positiv oder negativ ungleich null oder genau bzw. annähernd null ist und automatisch eingestellt werden soll. Beispielsweise könnte es für einen bestimmten Schleifprozess gewünscht sein, dass eine Schraubenfeder beim Einfahren in den Schleifbereich von der Gleitfläche der Tischplatte auf eine nach unten versetzte Schleiffläche der unteren Schleifscheibe absinkt, beispielsweise um besonders sicher ein störungsfreies Einfahren in den Schleifbereich zu gewährleisten.

[0043] Die genannte Aufgabe wird weiterhin insbesondere durch eine Schleifmaschine, insbesondere Federendenschleifmaschine, mit einer erfindungsgemäßen Justiervorrichtung gelöst. Eine solche Schleifmaschine ist besonders wenig fehleranfällig, weil der Einlauf und/oder Auslauf von Werkstücken in den bzw. aus dem Schleifbereich durch eine geeignete Justierung der Schleifscheiben und/oder der Einlaufvorrichtung durch eine gewünschte Einstellung des Versatzes zwischen einem Werkstückstirnende und einer Schleiffläche, einer Tischplatte und der unteren Schleifscheibe und/oder der Einlaufvorrichtung und einer oberen Schleifscheibe zuverlässig, insbesondere automatisch, erfolgt. Störungen können dadurch vermieden und die Schleifmaschine besonders wirtschaftlich betrieben werden. Der Einfahrprozess von Werkstücken kann durch eine verbesserte Justierung schneller erfolgen und die Schleifscheiben frühzeitig, insbesondere bereits vor dem Einfahren der Werkstücke, in eine für den Schleifprozess optimale Ausgangsposition gebracht, insbesondere zugestellt, werden. Außerdem wird die Arbeitssicherheit für einen Bediener erhöht, weil ein Öffnen des Arbeitsraums zur Augenscheinnahme des Versatzes nicht erforderlich ist.

[0044] Die genannte Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren zum Justieren einer Schleifmaschine, insbesondere Federendenschleifmaschine, insbesondere mit einer erfindungsgemäßen Justiervorrichtung, gelöst, das

folgende Schritte umfasst:

- a) Erfassen des Versatzes zwischen einer Schleiffläche einer axial verfahrbaren Schleifscheibe und einer Werkstückstirnebene, in der sich ein Werkstück eines in einem drehbar gelagerten Ladeteller aufgenommenen Werkstücks außerhalb des Schleifbereichs bewegt, mit einer Versatzerfassungseinheit,
- b) Ansteuern mindestens eines Stellantriebs der Schleifscheibe aufgrund des erfassten Versatzes zur Einstellung eines gewünschten Versatzes, insbesondere auf 1/100 mm genau.

[0045] Es kann auch mindestens ein Stellantrieb einer Einlaufvorrichtung angesteuert werden. Insbesondere ist das Justieren durch eine Regelungseinheit geregelt, so dass gewünschte Versatzwerte zuverlässig und genau automatisch eingestellt werden. Das Ansteuern der Stellantriebe kann aber auch manuell durch einen Bediener erfolgen. Das Verfahren zum Justieren kann für einen Schleifprozess im Durlaufverfahren oder im Zustellverfahren durchgeführt werden. Insbesondere kann das Justierverfahren durchgeführt werden nachdem der Ladeteller mit einem anderen Federtyp bestückt wurde, so dass sich beispielsweise die Federlänge, der Federdurchmesser oder der Werkstoff der Feder geändert hat und andere Versatzwerte gewünscht werden. Das Verfahren kann aber auch nach einem Wechsel der Schleifscheiben, beispielsweise weil ein maximales Abriebmaß überschritten wurde, einem Wechsel des Ladetellers, beispielsweise um eine andere Werkstück- bzw. Federgeometrie laden zu können, oder aufgrund eines Verschleißes der Gleitflächen, insbesondere der Einlaufvorrichtung oder der Tischplatte, durchgeführt werden. Das Justierverfahren berücksichtigt durch eine Erfassung des Versatzes zwischen einer Werkstückstirnebene und einer Schleiffläche insbesondere eine thermische Ausdehnung der Schleifscheiben, insbesondere im Laufe des Schleifbetriebs, eine unregelmäßige Abnutzung, beispielsweise in radialer Richtung, der Schleifflächen oder eine Schrägstellung, insbesondere einer Schleiffläche, beispielsweise im Durchlaufschleifverfahren, sowie geänderte Dicken von ausgetauschten Ladetellern oder Schleifscheiben.

[0046] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Figur 1a eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Justier Vorrichtung mit Bilderfassungseinrichtungen in einer geschnittenen Seitenansicht,
- Figur 1b eine schematische Darstellung der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Justier-

vorrichtung nach Figur 1a in einer Teildraufsicht des Schnittes Y-Y,

- Figur 1c eine schematische Darstellung der Ausführungsformen nach Figur 1a in einer vergrößerten Ansicht mit eingezeichneten Werkstückstirnebenen,
- Figur 2 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Schleifmaschine mit einer erfindungsgemäßen Justier Vorrichtung in einer geschnittenen Draufsicht,
- Figur 3a eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Justier Vorrichtung mit optoelektronischen Sensoren, insbesondere Lichtschranken, in einer geschnittenen Seitenansicht,
- Figur 3b eine schematische Darstellung der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Justier Vorrichtung nach Figur 3a in einer Teildraufsicht des Schnittes Y-Y,
- Figur 4a eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Justier Vorrichtung mit Abstandsensoren in einer geschnittenen Seitenansicht,
- Figur 4b eine schematische Darstellung der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Justier Vorrichtung nach Figur 4a in einer Teildraufsicht des Schnittes Y-Y,
- Figur 5 Blockschaltbild einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Justier Vorrichtung,
- Figur 6 ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere zum Justieren der Schleifmaschine, vorzugsweise nach Figur 1a bis 1c.

[0047] In dem nachfolgenden Teil der Beschreibung der Erfindung werden für gleiche und gleich wirkende Elemente dieselben Bezugsziffern verwendet.

[0048] Figuren 1a bis 1c zeigen eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Justier Vorrichtung 2, die in Figur 1a in einer Seitenansicht, in Figur 1b in einer Teildraufsicht und in Figur 1c in einer vergrößerten Ansicht dargestellt ist. Ein Drehtisch 39 mit einer kreiszylindrischen Grundform ist um eine Drehachse A drehbar gelagert. Die Lagerung (nicht näher dargestellt) kann in einem Gehäuse oder einem Fundament einer Schleifmaschine 1 ausgeführt sein. Der Drehtisch 39 steht axial fest, könnte aber auch höhenverstellbar ausgeführt sein. In dem Drehtisch 39 sind diametral zur Drehachse A gegenüberliegend zwei kreiszylinderförmige Ladeteller 31 exzentrisch zur Drehachse A gelagert. Die Ladeteller 31

sind jeweils um eine Drehachse B drehbar auf einer Ladetellerwelle (nicht näher dargestellt) gelagert. Es ist denkbar die Ladeeinheit 3 mit mehr als zwei, beispielsweise drei oder vier, Ladetellern 31 um die Drehachse A auszustatten. Die Schleifmaschine 1 mit der Justiervorrichtung 2, der Ladeeinheit 3 und der Schleifeinheit 4 ist im Wesentlichen symmetrisch zu einer Mittelebene M aufgebaut. Eine Ausführungsform der Schleifmaschine 1 ohne Drehtisch 39 und mit einer Ladeeinheit 3 mit nur einem einzigen drehbar in der Schleifmaschine 1 gelagerten Ladeteller 31 ist ebenfalls vorgesehen. Die Schleifeinheit ist zumindest teilweise in einem Gehäuse 20 angeordnet.

[0049] Der Drehtisch 39 und die Ladeteller 31 sind hier horizontal angeordnet, so dass die Drehachsen A und B in Richtung der Gravitation zeigen. Der Ladeteller 31 kann kontinuierlich um seine Drehachse B rotieren oder taktweise, d.h. um ein bestimmtes Stück innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls um ein bestimmtes Umfangsmaß weitergedreht werden, beispielsweise über Servomotoren (nicht gezeigt), die vorzugsweise unterhalb des Drehtisches 39 mitdrehend angebracht sind. Durch die beschriebene Anordnung des Drehtisches 39 und der Ladeteller 31 ist es möglich, einen Ladeteller 31 aus einer Ladeposition L in eine Schleifposition S durch Drehung des Drehtisches 39 zu verfahren. Auf der linken Seite ist ein Ladeteller 31 in der Ladeposition L und auf der rechten Seite ist ein Ladeteller 31 in der Schleifposition S dargestellt. Die Drehrichtung D des Drehtisches 39 und die Drehrichtung E des Ladetellers 31 sind durch Pfeile angedeutet.

[0050] Der Ladeteller 31 weist eine Vielzahl von zur Drehachse A exzentrisch über den Umfang des Ladetellers verteilten Aufnahmeöffnungen 32 auf, die als Durchgangsbohrungen gleichen Durchmessers an verschiedenen radialen Positionen des Ladetellers 31, insbesondere als Federbohrungen, ausgeführt sind. Der Ladeteller 31 kann mit Werkstücken 6, insbesondere Schraubenfedern, bestückt bzw. beladen werden, die als zylinderförmige Werkstücke 6 dargestellt sind und in die Aufnahmeöffnungen 32 eingelegt bzw. eingesteckt werden. Die Aufnahmeöffnungen 32 könnten auch unterschiedliche Durchmesser für Werkstücke 6 verschiedener Durchmesser, insbesondere für verschiedene Federtypen, haben. Prinzipiell könnten Werkstücke 6 auch, beispielsweise reibschlüssig, in einer Aufnahmeöffnung 32 in einer festen axialen Position relativ zum Ladeteller 31 gehalten sein. Hier sind die Werkstücke 6 aber lose in den Aufnahmeöffnungen aufgenommen und in axialer Richtung der Aufnahmeöffnungen 32 frei beweglich.

[0051] Die Schleifeinheit 4 weist zwei Schleifscheiben 41, 42 auf, nämlich eine untere Schleifscheibe 41 zum Schleifen des unteren Werkstückstirnendes 63 und eine obere Schleifscheibe 42 zum Schleifen des oberen Werkstückstirnendes 64. In Figur 1b ist die obere Schleifscheibe 42 nicht dargestellt. Jeweils eine Schleifscheibe 41, 42 ist auf einer Schleifspindel 45, 46 drehbar um die Drehachse C gelagert und wird beispielsweise von einem

Servomotor (nicht gezeigt) angetrieben und ist über einen Stellantrieb 43, 44 axial, also entlang der Drehachse C, verfahrbar. Im vorliegenden Fall fluchten die Drehachsen C der Schleifscheiben 41, 42 und verlaufen im Wesentlichen parallel zu den Drehachsen B der Ladeteller 31. Beide Schleifscheiben 41, 42 sind über einen jeweils zugeordneten Stellantrieb 43, 44 getrennt voneinander justierbar.

[0052] Die radiale Position der Drehachse B auf dem Drehtisch 39 und die Lagerung der Schleifeinheit 4, beispielsweise in dem Gehäuse 20, sowie die Durchmesser des Ladetellers 31, der Schleifscheiben 41, 42 sind so gewählt, dass ein Ladeteller 31 in einer Schleifposition S mit den Schleifscheiben 41, 42 radial überlappt. Der radiale Überlappungsbereich begrenzt einen Schleifbereich 7, der in Figur 1c durch ein gestricheltes Rechteck angedeutet ist. Der Schleifbereich 7 erstreckt sich zwischen der Schleiffläche 421 der oberen Schleifscheibe 42 und der Schleiffläche 411 der unteren Schleifscheibe 41 und ist durch den radialen Überlappungsbereich seitlich begrenzt. Im Schleifbereich 7 können die Werkstücke 6, genauer deren stirnseitige Werkstückenden 63, 64, mit den Schleifscheiben 41, 42 in Schleifkontakt gebracht werden.

[0053] Es ist denkbar, dass die Drehachsen C der Schleifscheiben 41, 42 zueinander oder zur Drehachse B des Ladetellers 31 verkippt oder verkippt sind, also nicht genau parallel verlaufen, insbesondere um den Abtrag an den Werkstückenden 63, 64 bei durchlaufendem Ladeteller 31, also insbesondere im Durchlaufverfahren, einzustellen. Durch die Zustellung der Schleifscheiben 41, 42 in Richtung des Ladetellers 31, insbesondere im Zustellverfahren, kann das im Schleifprozess an den Werkstücken 6 abzutragende Maß eingestellt werden. Bei der Verwendung der Schleifmaschine 1 als Federendenschleifmaschine sind die Werkstücke 6 vorzugsweise zylindrische oder konische Schraubendruckfedern, die in Aufnahmeöffnungen 32, die die Form von Durchgangsbohrungen haben, lose eingesteckt sind und können von beiden Schleifscheiben 41, 42 an ihrem oberen und unteren Federende gleichzeitig planparallel geschliffen werden. Der Schleifdruck zwischen Schleifscheibe 41, 42 und Werkstück 6 wird über eine Zustellung der Schleifscheiben 41, 2 durch die Kompression der Federn eingestellt. In Figur 1c ist eines der Werkstücke 6 (auf der rechten Seite) beispielhaft schematisch als Schraubenfeder dargestellt.

[0054] Der Drehtisch 39 ist von einer ringförmigen Tischplatte 37 umgeben, die einen kreisförmigen Ausschnitt von der Größe des Durchmessers des Drehtisches 39 aufweist. Unterhalb des Ladetellers 31 bildet die Oberseite der Tischplatte 37 eine untere Gleitfläche 35 für die unteren Werkstückenden 63 der Werkstücke 6 und schließt mit der Oberfläche des Drehtisches 39 bündig ab. Die Tischplatte 37 stellt einen unteren Plattenabschnitt 33 dar, auf dem Werkstücke 6, insbesondere unter ihrem Eigengewicht, mit ihrer unteren Werkstückstirnseite 63 auf der unteren Gleitfläche 35 anlie-

gen. Die Werkstücke 6 können auf der Tischplatte entlang von Kreisbahnen gleiten, während sich der Ladeteller 31 dreht. Um einen Schleifkontakt der unteren Schleifscheibe 41 mit den unteren Werkstückenden 63 zu ermöglichen, weist die Tischplatte 37 bzw. der untere Plattenabschnitt 33 auf der Seite der Schleifposition S eine Ausnehmung 331 auf, die der Umfangskontur 412 der unteren Schleifscheibe 41, insbesondere ihrem Durchmesser, angepasst ist.

[0055] Die Einlaufvorrichtung 38 ist oberhalb des Ladetellers 31 angeordnet, um ein Einlaufen eines Werkstücks 6, insbesondere der oberen Werkstückenden 64 in den Schleifbereich 7 zu erleichtern. Die Einlaufvorrichtung 38 ist relativ zur oberen Schleifscheibe 42 in Richtung der Drehachse B des Ladetellers 31 höhenverstellbar. Die Frontplatte 21 ist an dem Gehäuse 20 in Führungselementen 25 vertikal verschieblich, insbesondere verstellbar, angebracht. Über einen mit der Frontplatte 21 verbundenen Stellantrieb 22 kann über eine Stange 23 das Schleifkammerschild 24 vertikal verfahren werden. Es sind aber beliebige Höhenverstelleinrichtungen für die Einlaufvorrichtung 38 denkbar. Das Schleifkammerschild 24 dient vornehmlich dazu, einen Bereich außerhalb des Schleifbereiches 7 vor Funkenflug, Schleifstaub und Schleifpartikeln sowie Kühlflüssigkeit zu schützen. An der Unterseite des Schleifkammerschildes 24 ist die Einlaufvorrichtung 38 mit dem oberen Plattenabschnitt 34 befestigt. Der Plattenabschnitt 34 ist als eine abgeschrägte Einlaufplatte ausgeführt, die mit der, vorzugsweise ebenen, Unterseite die obere Gleitfläche 36 ausbildet, an der ein oberes Werkstückende 64 beim Einfahren anliegt, sich insbesondere von unten andrückt, wenn die Einlaufvorrichtung 38 ausreichend weit in Richtung des Ladetellers 31 verfahren ist. Auf beiden Seiten der Schleifzone 7 ist jeweils eine Einlaufvorrichtung 38 vorgesehen, und zwar eine erste auf der Seite der einfahrenden Werkstücke 6 und eine zweite auf der Seite der ausfahrenden Werkstücke 6. Bei entsprechend tiefer Positionierung der Einlaufvorrichtung 38 wird ein sich in Richtung des Schleifbereichs 7 drehendes Werkstück 6, insbesondere eine Schraubenfeder, komprimiert bzw. gestaucht. Die Einlaufvorrichtung 38 verhindert aber beispielsweise auch ein durch Vibrationen der Schleifmaschine 1 eventuell hervorgerufenen vertikales Schwingen von elastischen Werkstücken 6 und legt deren axiale Position beim Einfahren definiert fest. Die oberen Plattenabschnitte 34 sind in ihrer Form an die Umfangskontur 422 der oberen Schleifscheibe 42 angepasst, insbesondere auf ihrer der Schleifscheibe 42 zugewandten Seite kreisbogenförmig gekrümmt. Der untere Plattenabschnitt 33 und der obere Plattenabschnitt 34 sind jeweils an den Umfang der unteren Schleifscheibe 41 und der oberen Schleifscheibe 42 angepasst und durch den aufgrund der Relativbewegung zwischen Plattenabschnitten 33, 34 und Schleifscheiben 41, 42 bedingten schmalen Spalt 14 von den jeweiligen Schleifscheiben 41, 42 getrennt. Der Bereich zwischen einem Plattenabschnitt 33, 34 und einer Schleifscheibe 41, 42 stellt eine Über-

gangszone 8 für ein Werkstück 6 von einem Bereich außerhalb des Schleifbereichs 7 in den Schleifbereich 7 bzw. umgekehrt dar. Die Übergangszone 8 ist hier als ein kreisbogenförmiges Band bzw. Schalensegment vorstellbar, das sich entlang des Spaltes 14 erstreckt.

[0056] In Fig. 1c sind Werkstückstirnebenen 61, 62 eingezeichnet, die senkrecht zur Zeichenebene und senkrecht zur Drehachse B, also insbesondere horizontal, verlaufen. Die oberen Werkstückstirnebene 62 ist durch die Bewegungsebene definiert, in der sich ein oberes Werkstückende 64 bewegt, wenn es bei fester axialer Position in dem Ladeteller 31 durch dessen Drehung außerhalb des Schleifbereichs 7 bewegt wird. Die untere Werkstückstirnebene 61 ist entsprechend bezüglich des unteren Werkstückendes 63 definiert. Wenn ein Werkstück 6 an einer Gleitebene 35, 36 eines Plattenabschnitts 33, 34 anliegt, liegt diese Gleitebene 35, 36 in der Werkstückstirnebene 61, 62 bzw. definiert diese. Der Abstand der beiden Werkstückstirnebenen 61, 62 beschreibt also die Länge eines Werkstückes 6, im Falle einer komprimierten Schraubenfeder eine verkürzte Federlänge, während sich das Werkstück 6 außerhalb des Schleifbereichs 7 zwischen den oberen Plattenabschnitt 34 der Einlaufvorrichtung 38 und dem unteren Plattenabschnitt 33 der Tischplatte 37 kurz vor Ein- bzw. nach Austritt aus dem Schleifbereich 7 befindet.

[0057] Zwischen der unteren Gleitfläche 35 und der unteren Schleiffläche 411 bzw. der oberen Gleitfläche 36 und der oberen Schleiffläche 421 besteht typischerweise ein Versatz, der sich aus unterschiedlichen vertikalen Positionen der Tischplatte 37 und der unteren Schleifscheibe 41 bzw. der Einlaufvorrichtung 38 und der oberen Schleifscheibe 42 bzw. einer relativen Verschiebung zwischen diesen Komponenten ergibt. Ein in den Schleifbereich 7 ein- bzw. ausfahrendes Werkstück 6 muss folglich eine Stufe nach unten oder oben überwinden, wenn es die Übergangszone 8 um den Spalt 14 durch eine Drehung des Ladetellers 31 passiert. Ein unterer Versatzwert V1 besteht zwischen der unteren Werkstückstirnebene 61 und der unteren Schleiffläche 411, während ein oberer Versatzwert V2 zwischen der oberen Werkstückstirnebene 62 und der oberen Schleiffläche 421 besteht. Die Versatzwerte V1 und V2 beschreiben Abstandswerte, insbesondere einen Höhenversatz, zweier Ebenen zueinander. Die Versatzwerte V1 und V2 sind durch Bemessungspfeile gekennzeichnet.

[0058] Der Versatzwert V1, V2 hängt einerseits von der axialen Positionierung der Schleifscheiben durch die Stellantriebe 43, 44 sowie der axialen Position der Einlaufvorrichtung 38 durch den Stellantrieb 22 ab. Andererseits wirkt sich die Montage bzw. Ausrichtung der Tischplatte 37, insbesondere relativ zu den Schleifscheiben 41, 42, der Verschleiß der Plattenabschnitte 33, 34 bzw. Gleitflächen 35, 36, der Abrieb der beiden Schleifscheiben 41, 42, die Höhe der Tischplatte 37, die Dicke und die Schrägstellung bzw. Verkippung der Schleifscheiben 41, 42, die thermische Ausdehnung einer Schleifscheibe, insbesondere über die Betriebsdauer der

Schleifmaschine, beispielsweise im Laufe des Tages, eine unregelmäßige Abnutzung einer Schleifscheibe 41, 42 in radialer Richtung und die Geometrie des zu schleifenden Werkstückes 6, insbesondere die Federlänge, auf den Versatz aus.

[0059] Die Versatzerfassungseinheit 5 ist dazu geeignet, den unteren Versatz zwischen der unteren Werkstückstirnebene 61 und der Schleiffläche 411 der unteren Schleifscheibe 41 und/oder den oberen Versatz zwischen der oberen Werkstückstirnebene 62 und der Schleiffläche 421 der oberen Schleifscheibe 42 zu erfassen. Hier umfasst die Versatzerfassungseinheit 5 vier Bilderfassungseinrichtungen 55a, 55b, 56a, 56b, die als Digitalkameras, insbesondere mit einem CMOS- oder einem CCD-Bildsensor, ausgeführt sind. Die Bilderfassungseinrichtungen 55a, 55b, 56a, 56b sind mit ihrer Optik auf die Übergangszone 8 ausgerichtet, wobei erste Bilderfassungseinrichtungen 55a, 55b und zweite Bilderfassungseinrichtungen 56a, 56b insbesondere den gleichen Bildausschnitt erfassen, um durch Überlagerung zweier erfasster Bilder, insbesondere mittels Stereo-Vision, ein 3D-Bild mindestens eines Teils der Übergangszone 8 und somit eines Versatzes erzeugen zu können. Die erste und zweite Bilderfassungseinrichtungen 55a und 56a sind auf den unteren Bereich der Übergangszone 8 ausgerichtet, um einen unteren Versatzwert V1 zu erfassen. Erste und zweite Bilderfassungseinrichtungen 55b und 56b sind auf den oberen Bereich der Übergangszone 8 ausgerichtet, um einen oberen Versatzwert V2 zu erfassen. Es wäre aber auch denkbar, nur eine einzige erste und einzige zweite, insbesondere auf mittlerer Höhe des Schleifbereichs 7 positionierte, Bilderfassungseinrichtung zu verwenden, wobei der erfasste Bildausschnitt den oberen und unteren Versatz gleichzeitig beinhalten könnte. Die Versatzerfassungseinheit 5 könnte alternativ oder zusätzlich einen Lichtstreifensensor, insbesondere einen Lichtschnittsensor, beispielsweise mit einer Bilderfassungseinrichtung, umfassen, wobei mehrere Kameras, insbesondere zwei Kameras und ein Projektor, insbesondere einen Linienprojektor, vorgesehen sein können.

[0060] In Fig. 1c ist gezeigt, dass die Bilderfassungseinrichtungen 55a, 55b, 56a, 56b um einen Winkel W, der zwischen 0° und 20°, vorzugsweise zwischen 0° und 10° beträgt, gegenüber der Horizontalen schräg ausgerichtet sind, insbesondere um einen besseren Blickwinkel auf den Versatz bzw. die Übergangszone 8 zu haben. Die erfassbaren Versatzwerte V1 bzw. V2 betragen zwischen 0 und +/- 5 mm, vorzugsweise zwischen 0 und +/- 1 mm, und sind insbesondere auf 1/100 mm genau erfassbar und einstellbar. Der Schleifbereich 7 ist durch ein gestricheltes Rechteck angedeutet.

[0061] Eine Bildverarbeitungseinrichtung 57 (siehe Fig. 2) dient dazu, die von den Bilderfassungseinrichtungen 55a, 55b, 56a, 56b erfassten Bildinformationen, insbesondere Range-Maps, mit Hilfe von Kalibrierungsdaten zu verarbeiten, insbesondere in 3D-Punktwolken, möglicherweise in einer separaten Recheneinheit 12,

umzurechnen. Aus Punktkoordinaten können ein unterer und oberer Versatzwert V1 bzw. V2 als Abstände zweier Ebenen ermittelt werden. Es ist denkbar, einen Versatzwert nicht nur an einem einzelnen Punkt zu ermitteln, sondern einen über ein bestimmtes Liniensegment oder ein Flächenelement gemittelten, insbesondere integralen, Versatzwert, insbesondere durch die Bildverarbeitungseinrichtung 57, zu ermitteln. Beispielsweise könnten eine Schleiffläche 411, 421 und eine Gleitebene 35, 36 aufgrund von Fertigungs- oder Ausrichtungsabweichungen nicht genau parallel oder nur innerhalb gewisser Toleranzen parallel sein, oder für einen bestimmten Schleifprozess bewusst geringfügig gegeneinander verkippt sein, sodass ein Versatz nicht durch einen punktuellen Abstandswert beschreibbar und darauf basierend justierbar ist.

[0062] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf eine Justiervorrichtung 2 mit zwei Einlaufvorrichtungen 38, die beidseitig am Schleifbereich 7 angeordnet sind. Bilderfassungseinrichtungen 55a, 55b, 56a, 56b sind ebenfalls beidseitig vorgesehen, wodurch sowohl ein Versatz beim Einfahren ungeschliffener Werkstücke 6 in den Schleifbereich 7 als auch beim Ausfahren geschliffener Werkstücke 6 aus dem Schleifbereich 7 erfassbar und somit einstellbar ist. Die Bilderfassungseinrichtungen sind mit einer Bildverarbeitungseinrichtung 57 zur Datenübertragung, beispielsweise durch ein Bussystem 13, verbunden. Insbesondere kann vorgesehen sein, den oberen Versatzwert V2 auf beiden Seiten unterschiedlich einzustellen, beispielsweise indem beide Einlaufvorrichtungen 38 getrennt voneinander höhenverstellbar sind. Beidseitige Ein- bzw. Auslaufvorrichtungen 38 ermöglichen eine freie Wahl der Drehrichtungen D und E des Drehtisches 39 bzw. des Ladetellers 31. Eine Einlaufvorrichtung 38 auf der Ausfahrseite kann vorgesehen sein, um einer starken Belastung der Kante der Schleifscheibe 42, insbesondere beim Ausfahren einer geschliffenen und komprimierten Schraubendruckfeder, vorzubeugen.

[0063] Figuren 3a und 3b zeigen eine Ausführungsform mit einer Versatzerfassungseinheit 5, die optoelektronische Sensoren 53a, 53b, 54a, 54b umfasst, wobei jeweils erste optoelektronische Sensoren 53a, 53b den Abstand einer Kante der Schleifscheibe 41, 42 zu einem Referenzpunkt und zweite optoelektronische Sensoren 54a, 54b den Abstand einer Kante eines Plattenabschnittes 33, 34 zu einem Referenzpunkt erfassen. Aus der Differenz zweier Abstände kann ein erster und zweiter Versatzwert V1, V2 berechnet werden, die negativ oder positiv, oder genau null sein können. Die optoelektronischen Sensoren 53a, 53b, 54a, 54b sind insbesondere als Lichtschranken, beispielsweise als Einweglichtschranken bzw. Reflexlichtschranken, beispielsweise als ein optisches Mikrometer, ausgeführt, die einen Lichtstreifen bzw. ein Lichtband parallel zur ersten bzw. zweiten Werkstückstirnebene 61, 62 bzw. Schleifflächen 411, 421 aussenden und durch die teilweise Abschattung der Lichtstrahlen durch die Schleifscheiben 41, 42 bzw. Plat-

tenabschnitte 33, 34 die Position einer Körperkante detektieren. Entsprechende Reflexionselemente können an der Schleifscheibe 41, 42, den Plattenschnitten 33, 34 oder einer der Lichtquelle, beispielsweise einem Linienlaser, gegenüberliegenden Seite des Schleifbereichs 7, beispielsweise an einer Innenwand des Gehäuses 20, angebracht sein. Es ist auch denkbar, einen einzigen optoelektronischen Sensor einzusetzen, um gleichzeitig eine obere und untere Körperkante, beispielsweise die vertikale Position der oberen und unteren Schleifflächen 411, 421 oder der oberen und unteren Gleitflächen 35, 36 zu erfassen. Ebenfalls ist es denkbar, einen einzigen optoelektronischen Sensor 58 zur Erfassung eines Versatzes einzusetzen, insbesondere indem ein emittierter Lichtstreifen mit einem ausreichend großen zweidimensionalen Querschnitt die Übergangszone 8 so beleuchtet, dass sowohl eine Abschattung durch eine Schleifscheibe 41, 42 und durch einen Plattenabschnitt 33, 34 durch diesen Sensor detektierbar ist. Ein solcher in Fig. 3b dargestellter optoelektronischer Sensor 58 kann alternativ oder zusätzlich zu einzelnen ersten und zweiten optoelektronischen Sensoren 53a, 54a vorgesehen sein und insbesondere seitlich des Schleifbereichs 7 schräg, vorzugsweise möglichst frontal auf die Seitenkanten der Schleifscheibe 41 und der Tischplatte 37 und/oder der Schleifscheibe 42 und die Einlaufplatte der Einlaufvorrichtung 38 gerichtet sein.

[0064] Figuren 4a und 4b zeigen eine Ausführungsform mit Abstandssensoren 51a, 51b, 52a, 52b, die jeweils beispielsweise als induktive, kapazitive, akustische oder optische Abstandssensoren ausgebildet sein können. Erste Abstandssensoren 51a, 51b sind oberhalb bzw. unterhalb der unteren Schleifscheibe 41 bzw. der oberen Schleifscheibe 42 angeordnet, um einen Abstand zur unteren Schleiffläche 411 bzw. zur oberen Schleiffläche 421 zu messen. Zweite Abstandssensoren 52a, 52b sind oberhalb bzw. unterhalb des unteren Plattenabschnitts 33 bzw. des oberen Plattenabschnitts 34 angeordnet, um einen Abstand zur unteren Gleitfläche 35 bzw. oberen Gleitfläche 36 zu messen. Die Abstandssensoren 51a, 51b, 52a, 52b können auch schräg zu den Flächen ausgerichtet sein, insbesondere seitlich neben den Schleifscheiben 41, 42 bzw. Plattenabschnitten 33, 34, angeordnet sein zu denen sie den Abstand bestimmen, insbesondere um nicht mit Werkstücken 6 oder beweglichen Komponenten der Justiervorrichtung 2 zu kollidieren. Die Abstandssensoren 51a, 51b sind hinter dem Schleifbereich 7 zwischen den Schleifscheiben 41, 42 angeordnet, um einen Abstand zu den Schleifflächen 411, 421 zu bestimmen. Die Abstandssensoren 52a, 52b sind seitlich des Schleifbereichs 7 oberhalb der Tischplatte 37 bzw. unterhalb der Einlaufvorrichtung 38 angeordnet, um einen Abstand zu einer unteren Gleitfläche 35 bzw. oberen Gleitfläche 36 zu bestimmen. Aus jeweils zwei erfassten Abständen lassen sich, beispielsweise durch eine Steuereinheit oder eine Regelungseinheit 11, der obere Versatzwert V1 und der untere Versatzwert V2 bestimmen. Ein Abstandssensor 51a, 51b, 52a, 52b kann

beispielsweise ein Ultraschallsensor oder ein optoelektronischer Abstandssensor sein, der beispielsweise nach dem Prinzip der Triangulation, Konfokaltechnik oder Interferometrie arbeitet. Abstandssensoren 51a, 51b, 52a, 52b können mit Lichtquellen ausgestattet sein, beispielsweise mit Lasern oder LEDs, die insbesondere Infrarotlicht oder Licht anderer geeigneter Wellenlängen emittieren oder ohne Lichtquellen, beispielsweise als Digitalkameras, ausgeführt sein. Abstandssensoren 51a, 51b, 52a, 52b können mit Hilfe von Lasertriangulation über eine ortsabhängige Photodiode (PSD), eine Kamera oder eine CCD-Zeile den Abstand zu einer Schleiffläche 411, 421 oder einer Gleitfläche 35, 36 erfassen, wobei insbesondere eine blaue Laserdiode zur möglichst guten Reflektion an einer porösen Schleifscheibe 41, 42 eingesetzt werden könnte. Für interferometrische Abstandssensoren 51a, 51b, 52a, 52b kommt insbesondere die Phasenlagemessung durch frequenzabhängige Phasenmodulation in Betracht. Es ist denkbar, verschiedenartige Abstandssensoren 51a, 51b, 52a, 52b in der Versatzerfassungseinheit 5 zur Erfassung verschiedener Abstände zu kombinieren. Es sind auch Ausführungsformen denkbar, in denen als Abstandssensoren 55a, 55b, 56a, 56b die im Zusammenhang mit den Figuren 3a und 3b beschriebenen optoelektronischen Sensoren in Form von Lichtschranken oder mit im Zusammenhang mit den Figuren 1a bis 1c beschriebenen Bilderfassungseinrichtungen 55, 56 als Abstandssensoren kombiniert werden.

[0065] Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Justiervorrichtung 2 mit Bilderfassungseinrichtungen 55a, 55b, 56a, 56b und einer Bildverarbeitungseinrichtung 57, wobei stattdessen oder zusätzlich auch optoelektronische Sensoren 53a, 53b, 54a, 54b, 58 und/oder Abstandssensoren 51a, 51b, 52a, 52b von der Versatzerfassungseinheit 5 umfasst sein könnten. Über ein Bussystem 13, das eine Datenübertragung und die Übertragung von Steuerungssignalen zwischen den angeschlossenen Komponenten ermöglicht, ist die Versatzerfassungseinheit 5 mit einer Speichereinrichtung 9, einer Anzeigeeinrichtung 10, einer Regelungseinheit 11 und einer Recheneinheit 12 sowie mit dem Stellantrieb 22 für eine Einlaufvorrichtung 38 und den Stellantrieben 43, 44 für die unteren bzw. die obere Schleifscheibe 41, 42 verbunden. Insbesondere ist eine Übertragung von Signalen von der Regelungseinheit 11 an die Stellantriebe 22, 43, 44 zur Ansteuerung möglich, um von der Versatzerfassungseinheit 5 erfasste Versatzwerte V1, V2 auf gewünschte vorgegebene Versatzwerte einzuregeln. Über eine Regelungseinheit 11 ist die Justiervorrichtung 2 regelbar, wobei auch eine Steuerung Justiervorrichtung 2, beispielsweise manuell durch einen Bediener der Schleifmaschine 1, möglich ist. Die Speichereinheit 9 ist insbesondere als Datenspeicher ausgebildet, der Datenstrukturen für einen Schleifprozess auslesbar abspeichert. Datenstrukturen können beispielsweise erfasste Bilddaten und/oder ermittelte Versatzwerte und/oder zugehörige Schleifprozessdaten, wie Werkstückdaten, insbesondere die Federlänge oder

den Federdurchmesser, Schleifscheibendaten, insbesondere die Schleifscheibendicke, ein Schleifscheibenabriebsmaß oder die Schleifscheibenbetriebsdauer oder Ladetellerdaten enthalten. Versatzwerte können beispielsweise der Versatzbetrag V1 zwischen einer Schleiffläche der unteren Schleifscheibe und der Tischplatte, der Versatzbetrag V2 zwischen einer Schleiffläche der oberen Schleifscheibe und der Gleitfläche der Einlaufvorrichtung oder Versatzbeträge zwischen einer Schleiffläche und der oberen oder unteren Werkstückstirnebene sein. In der Datenstruktur können auch der Abstand zwischen beiden Werkstückstirnebenen 61, 62 sowie zwischen den beiden Schleifflächen 411, 421 und/oder Koordinaten von Komponenten der Justiervorrichtung 2 oder Werkstücken 6 enthalten sein. Werkstückdaten umfassen insbesondere den Federtyp, die Federlänge, das Federgewicht oder das Federmaterial. Schleifscheibendaten können das Schleifscheibenmaterial, die Schleifscheibendicke oder ein ermitteltes Schleifscheibenabriebsmaß sowie die akkumulierte Schleifscheibenbetriebsdauer, ein Schleifscheibenausdehnungsmaß oder eine kritische Schleifscheibendicke umfassen. Schleifprozessdaten können außerdem Zielvorgaben für den Schleifprozess, wie beispielsweise einen vorgegebenen Federabtrag oder eine Zielfederlänge umfassen. Schleifprozessdaten können auch einen Schleifspindelwinkel für ein Durchlaufverfahren enthalten. Ladetellerdaten können beispielsweise die Anzahl der Aufnahmeöffnungen 32, der enthaltenen Werkstücke 6 oder der im Zustellverfahren gleichzeitig zu schleifenden Werkstücke 6 enthalten. Diese Daten könnten, beispielsweise über ein Bussystem 13, an eine Steuereinheit oder die Regelungseinheit 11 übertragen werden und bei der Steuerung bzw. Regelung der Justiervorrichtung 2 berücksichtigt werden.

[0066] Figur 6 zeigt ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere zum Justieren der Schleifmaschine 1, vorzugsweise mit einer erfindungsgemäßen Justiervorrichtung 2 nach Figur 1a bis 1c. In einem ersten Schritt erfolgt das Erfassen 1001 eines Versatzes, insbesondere eines ersten Versatzwertes V1 und/oder zweiten Versatzwertes V2. Der Versatz besteht zwischen einer Schleiffläche 411, 421 einer axial verfahrbaren Schleifscheibe 41, 42 und einer Werkstückstirnebene 61, 62, in der sich ein Werkstückende 63, 64 eines in einem drehbar gelagerten Ladeteller 31 aufgenommenen Werkstücks 6 außerhalb des Schleifbereichs 7 bewegt mit einer Versatzerfassungseinheit 5. In einem zweiten Schritt erfolgt das Ansteuern 1002 mindestens eines Stellantriebs 43, 44 der Schleifscheibe 41, 42 aufgrund des erfassten Versatzes zur Einstellung eines gewünschten Versatzes. Das Ansteuern 1002 kann auch das Ansteuern eines Stellantriebs 22 einer Einlaufvorrichtung 38 umfassen. Das Verfahren kann von einer Regelungseinheit 11 automatisch oder, insbesondere manuell, von einem Bediener ausgeführt werden. Positive, negative, oder Versatzwerte V1, V2 von genau bzw. annähernd null sind auf 1/100

mm genau von der Versatzerfassungseinheit 5 erfassbar und vorzugsweise über Stellantriebe 22, 43, 44 mit dieser Genauigkeit einstellbar. Das Verfahren kann zum Nachjustieren einer Schleifmaschine 1, beispielsweise nach einer Umrüstung, der Beladung mit Werkstücken 6 oder während des Schleifbetriebs, ausgeführt werden. Das Verfahren wird wiederholt hintereinander, insbesondere in festen oder variablen Zeitabständen, ausgeführt, um ein Ein- und/oder Ausfahren von Werkstücken 6 in bzw. aus einem Schleifbereich 7 zu erleichtern, insbesondere möglichst schnell, sicher und wirtschaftlich auszuführen.

[0067] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass alle oben beschriebenen Teile für sich alleine gesehen und in jeder Kombination, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellten Details als wesentlich für die Erfindung beansprucht werden. Abänderungen hiervon sind dem Fachmann geläufig.

Bezugszeichenliste

[0068]

	1	Schleifmaschine
	2	Justiervorrichtung
25	3	Ladeeinheit
	4	Schleifeinheit
	5	Versatzerfassungseinheit
	6	Werkstück
	7	Schleifbereich
30	8	Übergangszone
	9	Speichereinrichtung
	10	Anzeigeeinrichtung
	11	Regelungseinheit
	12	Recheneinheit
35	13	Bussystem
	14	Spalt
	20	Gehäuse
	21	Frontplatte
	22	Stellantrieb für Einlaufvorrichtung
40	23	Stange
	24	Schleifkammerschild
	25	Führungselement
	31	Ladeteller
	32	Aufnahmeöffnung
45	33	unterer Plattenabschnitt
	34	oberer Plattenabschnitt
	35	untere Gleitfläche
	36	obere Gleitfläche
	37	Tischplatte
50	38	Einlaufvorrichtung
	39	Drehtisch
	331	Ausnehmung
	41	untere Schleifscheibe
	42	obere Schleifscheibe
55	43	Stellantrieb für untere Schleifscheibe
	44	Stellantrieb für obere Schleifscheibe
	45	Schleifspindel für untere Schleifscheibe
	46	Schleifspindel für obere Schleifscheibe

411	Schleiffläche der unteren Schleifscheibe	
412	Umfangskontur der unteren Schleifscheibe	
421	Schleiffläche der oberen Schleifscheibe	
422	Umfangskontur der oberen Schleifscheibe	
51a, 51b	erster Abstandssensor	5
52a, 52b	zweiter Abstandssensor	
53a, 53b	erster optoelektronischer Sensor	
54a, 54b	zweiter optoelektronischer Sensor	
55a, 55b	erste Bilderfassungseinrichtung	
56a, 56b	zweite Bilderfassungseinrichtung	10
57	Bildverarbeitungseinrichtung	
58	optoelektronischer Sensor	
61	untere Werkstückstirnebene	
62	obere Werkstückstirnebene	
63	unteres Werkstückende	15
64	oberes Werkstückende	
A	Drehachse des Drehtisches	
B	Drehachse des Ladetellers	
C	Drehachse der Schleifscheibe	
D	Drehrichtung des Drehtisches	20
E	Drehrichtung des Ladetellers	
M	Mittelebene der Schleifmaschine	
L	Ladeposition des Ladetellers	
S	Schleifposition des Ladetellers	
V1	unterer Versatzwert	25
V2	oberer Versatzwert	
W	Winkel	
1001	Erfassen	
1002	Ansteuern	30

Patentansprüche

1. Justiervorrichtung für eine Schleifmaschine (1), insbesondere Federendenschleifmaschine, wobei die Justiervorrichtung (2) umfasst:
 - eine Ladeeinheit (3) mit mindestens einem Ladeteller (31), der um eine Drehachse (B) drehbar gelagert ist und eine Vielzahl von Aufnahmeöffnungen (32) zur Aufnahme von Werkstücken (6), insbesondere Schraubenfedern, aufweist, wobei die Aufnahmeöffnungen (32) exzentrisch zur Drehachse (B) angeordnet sind,
 - eine Schleifeinheit (4)
 - mit mindestens einer Schleifscheibe (41, 42), die um eine Drehachse (C), die im Wesentlichen parallel zur Drehachse (B) des Ladetellers (31) ist, drehbar gelagert ist, und
 - einem Stellantrieb (43, 44), durch den die Schleifscheibe (41, 42) axial verfahrbar ist,

wobei ein radialer Überlappungsbereich des Ladetellers (31) mit der Schleifscheibe (41, 42) einen Schleifbereich (7) begrenzt, in den mindestens ein Werkstück (6) durch Drehung des La-

detellers (31) zum Schleifen einfahrbar ist, und
 - mindestens eine Versatzerfassungseinheit (5) zur Erfassung eines Versatzes, insbesondere in Richtung der Drehachse (B) des Ladetellers (31), zwischen

- einer Schleiffläche (411, 421) der Schleifscheibe (41, 42) und
- einer Werkstückstirnebene (61, 62), in der sich ein Werkstückende (63, 64), insbesondere Federende, eines im Ladeteller (31) aufgenommenen Werkstücks (6) außerhalb des Schleifbereichs (7) bei Drehung des Ladetellers (31) bewegt.

2. Justiervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ladeeinheit (3) mindestens einen außerhalb des Schleifbereichs (7) angeordneten, insbesondere an eine Schleifscheibe (41, 42) angrenzenden, Plattenabschnitt (33, 34) aufweist, der eine Gleitfläche (35, 36) bildet, an der ein Werkstückende (61, 62) anliegt.
3. Justiervorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Werkstückende (63), insbesondere ein unteres Federende, auf dem Plattenabschnitt (33), insbesondere von oben, aufsteht, wobei der Plattenabschnitt (33) insbesondere als Tischplatte (37) ausgeführt ist und eine Werkstückstirnebene (61) durch die Gleitfläche (35) definiert ist.
4. Justiervorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich ein Werkstückende (64), insbesondere ein oberes Federende, an den Plattenabschnitt (34) einer, vorzugsweise höhenverstellbaren, Einlaufvorrichtung (38), insbesondere einer abgeschrägten Einlaufplatte, insbesondere von unten, andrückt, wobei eine Werkstückstirnebene (62) durch die Gleitfläche (36) definiert ist.
5. Justiervorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Plattenabschnitt (33, 34) an die Umfangskontur (412, 422) der Schleifscheibe (41, 42) angepasst ist, insbesondere eine kreissegmentförmige Ausnehmung (331) aufweist.
6. Justiervorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versatzerfassungseinheit (5) außerhalb, vorzugsweise seitlich, des Schleifbereichs (7), angeordnet ist.
7. Justiervorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versatzerfassungseinheit (5), insbesondere getrennt voneinander,
 - den Versatz zwischen einer unteren Werk-

- stückstirnebene (61) eines unteren Werkstückendes (63), insbesondere der Gleitfläche (35) der Tischplatte (37), und einer Schleiffläche (411) einer unteren Schleifscheibe (41) und/oder
- den Versatz zwischen einer oberen Werkstückstirnebene (62) eines oberen Werkstückendes (64), insbesondere der Gleitfläche (36) der Einlaufvorrichtung (38), und einer Schleiffläche (421) einer oberen Schleifscheibe (42) erfasst.
8. Justiervorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versatzerfassungseinheit (5) mindestens einen Abstandssensor (51, 52), vorzugsweise jeweils einen Abstandssensor (51 bzw. 52), umfasst, um einen ersten Abstand zur Schleiffläche (411, 421) und einen zweiten Abstand zur Werkstückstirnebene (61, 62) zu erfassen.
 9. Justiervorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versatzerfassungseinheit (5) mindestens einen optoelektronischen Sensor (53, 54) umfasst, der die Abschattung von, insbesondere senkrecht zur Drehachse (B) des Ladetellers (31) verlaufenden, Licht- und/oder Laserstrahlen durch ein Werkstückende (63, 64), einen Plattenabschnitt (33, 34) und/oder eine Schleifscheibe (41, 42) erfasst.
 10. Justiervorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versatzerfassungseinheit (5) mindestens eine Bilderfassungseinrichtung (55, 56), insbesondere eine elektronische Videokamera, umfasst, die ein Werkstückende (63, 64) außerhalb des Schleifbereichs (7), einen Plattenabschnitt (33, 34) und/oder eine Schleiffläche (411, 421), insbesondere die Übergangszone (8) zwischen dem Plattenabschnitt (33, 34) und der Schleifscheibe (41, 42), vorzugsweise Teile der Gleitfläche (35, 36) und der Schleiffläche (411, 421), erfasst.
 11. Justiervorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bilderfassungseinrichtung (55, 56) in einem Winkel von 0 bis 20°, vorzugsweise 0 bis 10°, zu einer Ebene ausgerichtet ist, die senkrecht zur Drehachse (B) des Ladetellers (31) verläuft.
 12. Justiervorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versatzerfassungseinheit (5) eine Bildverarbeitungseinrichtung (57) umfasst, die aus von der Bilderfassungseinrichtung (55, 56) erfassten Bildinformationen, insbesondere basierend auf Kalibrierungsdaten, den Versatz zwischen einer Werkstückstirnebene (61, 62) und einer Schleiffläche (411, 421) ermittelt.
 13. Justiervorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein von der Versatzerfassungseinheit (5) erfassbarer Versatzwert zwischen 0 und +/- 5 mm, vorzugsweise zwischen 0 und +/- 1 mm beträgt, insbesondere auf 1/100 mm genau erfassbar ist..
 14. Justiervorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Speichereinrichtung (9) vorgesehen ist, die Datenstrukturen für einen Schleifprozess auslesbar abspeichert, die beispielsweise erfasste Bilddaten und/oder ermittelte Versatzwerte und/oder zugehörige Schleifprozessdaten, wie Werkstückdaten, insbesondere die Federlänge, Schleifscheibendaten, insbesondere die Schleifscheibendicke, ein Schleifscheibenabriebsmaß oder die Schleifscheibenbetriebsdauer oder Ladetellerdaten enthalten.
 15. Justiervorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eineanzeigeeinrichtung (10) vorgesehen ist, die erfassten Bildinformationen und/oder den mindestens einen ermittelten Versatz und/oder in abgespeicherten Datenstrukturen enthaltene Informationen visualisiert.
 16. Justiervorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Regelungseinheit (11) vorgesehen ist, die aufgrund eines erfassten Versatzwertes zur Einstellung eines vorgegebenen Versatzwertes den Stellantrieb (43, 44) mindestens einer Schleifscheibe (41, 42) ansteuert, insbesondere um den Versatzwert zwischen 0 und +/- 5 mm, vorzugsweise zwischen 0 und +/- 1 mm, insbesondere auf 1/100 mm genau einzustellen.
 17. Schleifmaschine, insbesondere Federendenschleifmaschine, **gekennzeichnet durch** eine Justiervorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche.
 18. Verfahren zum Justieren einer Schleifmaschine (1), insbesondere Federendenschleifmaschine, insbesondere mit einer Justiervorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, umfassend folgende Schritte:
 - a) Erfassen (1001) des Versatzes zwischen einer Schleiffläche (411, 421) einer axial verfahrbaren Schleifscheibe (41, 42) und einer Werkstückstirnebene (61, 62), in der sich ein Werkstückende (63, 64) eines in einem drehbar gelagerten Ladeteller (31) aufgenommenen Werkstücks (6) außerhalb des Schleifbereichs (7) bewegt, mit einer Versatzerfassungseinheit (5),
 - b) Ansteuern (1002) mindestens eines Stellan-

triebs (43, 44) der Schleifscheibe (41, 42) aufgrund des erfassten Versatzes zur Einstellung eines gewünschten Versatzes, insbesondere auf 1/100 mm genau.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

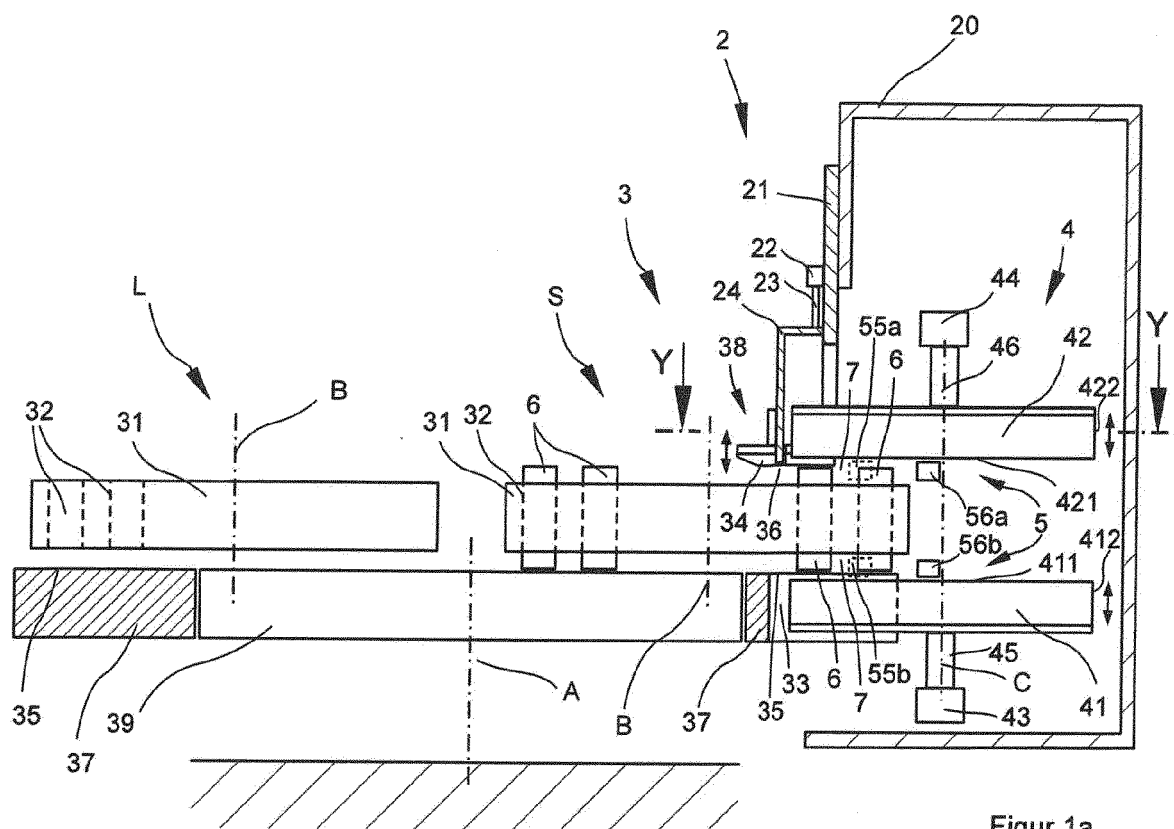


Figure 1a

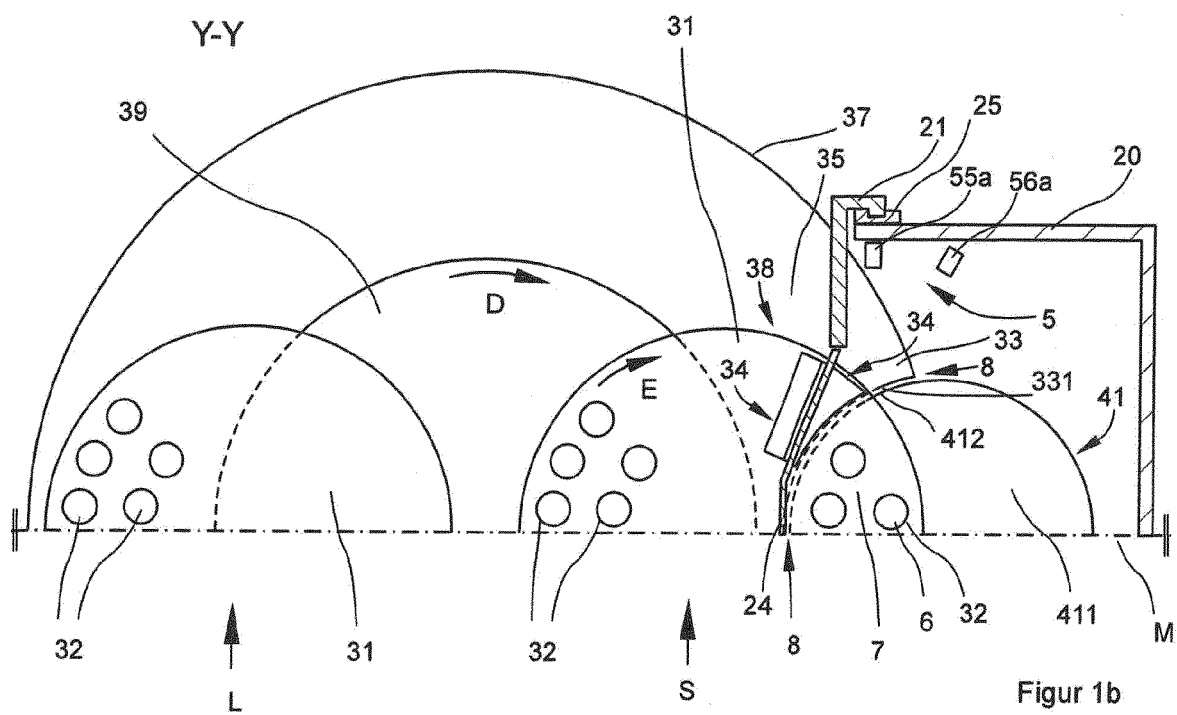
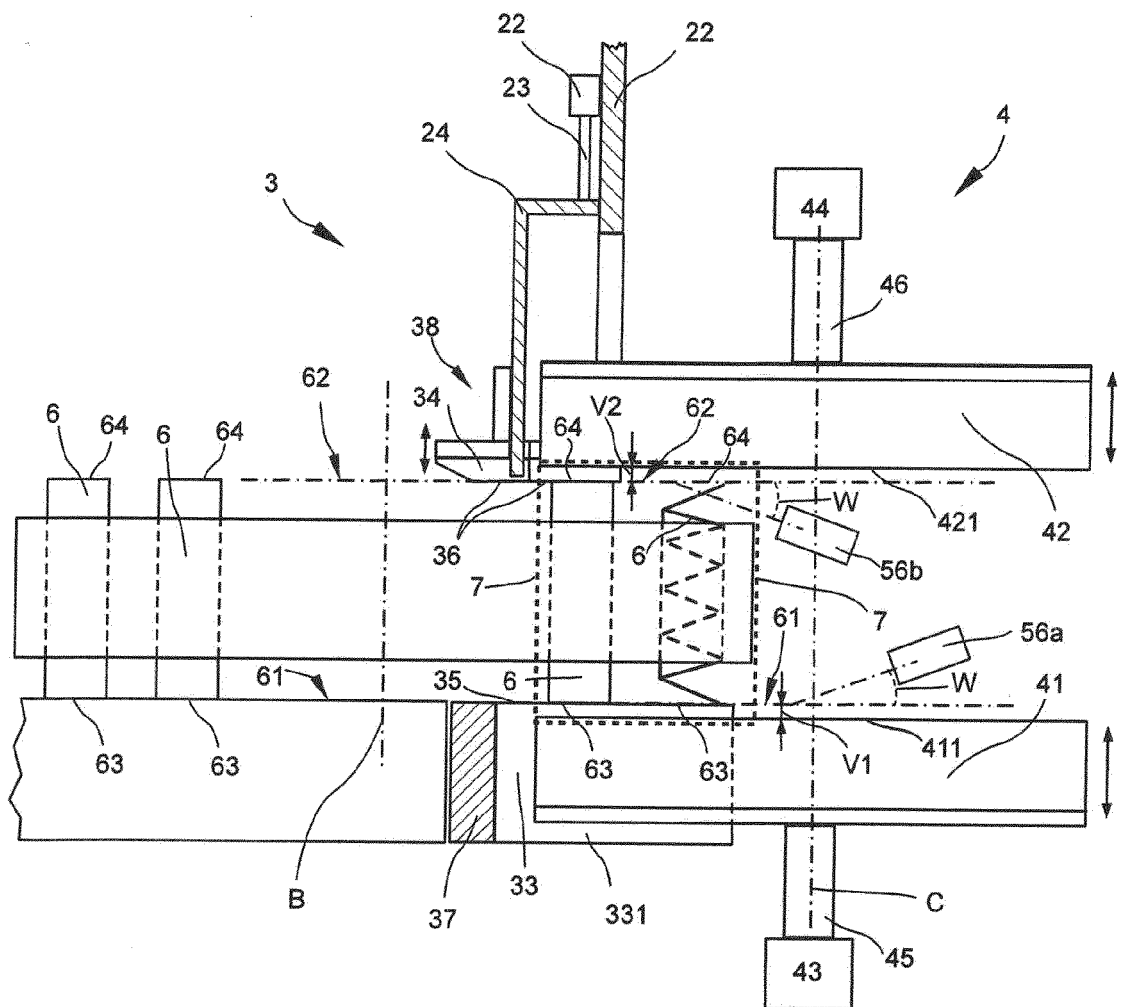
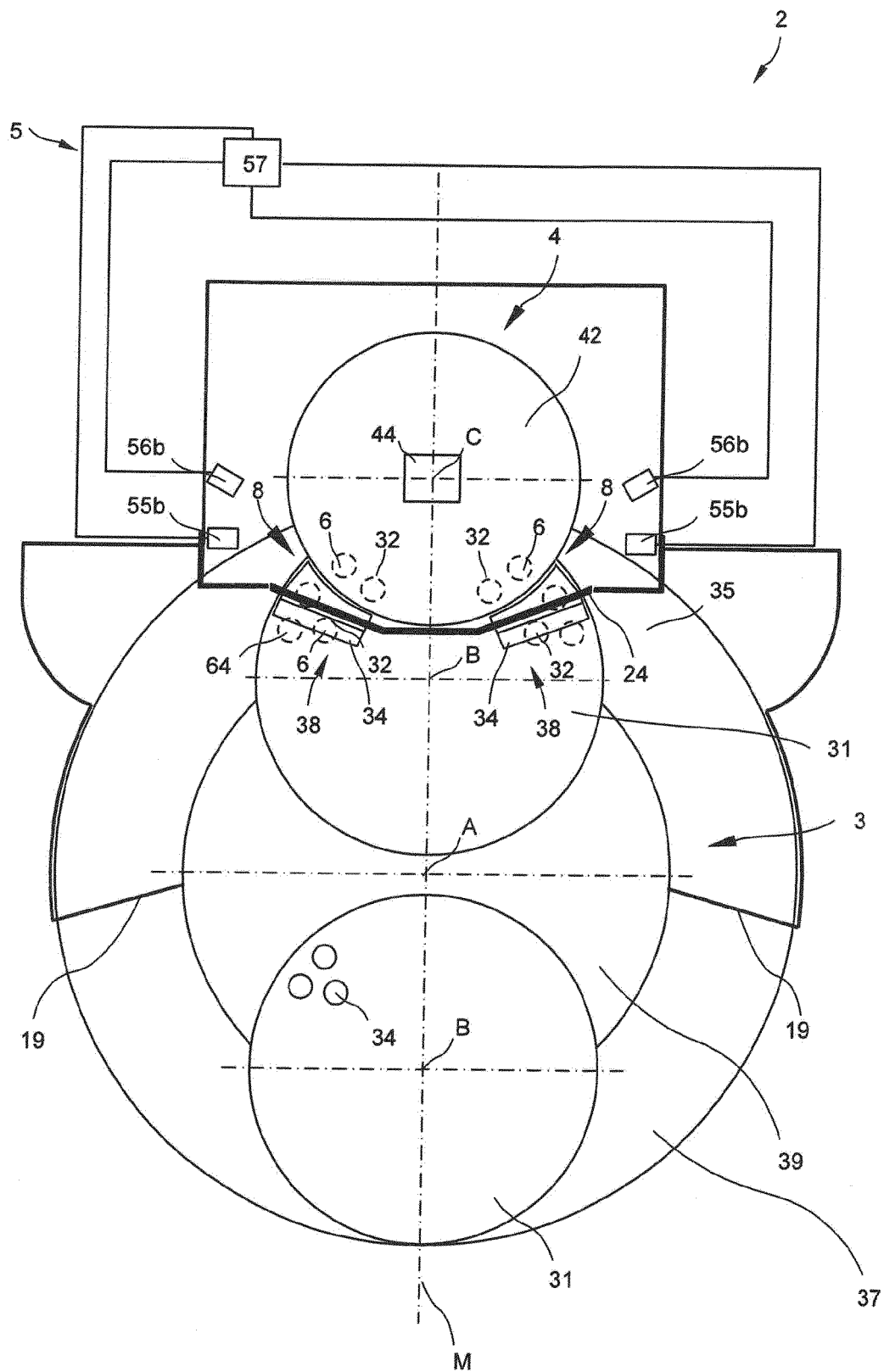


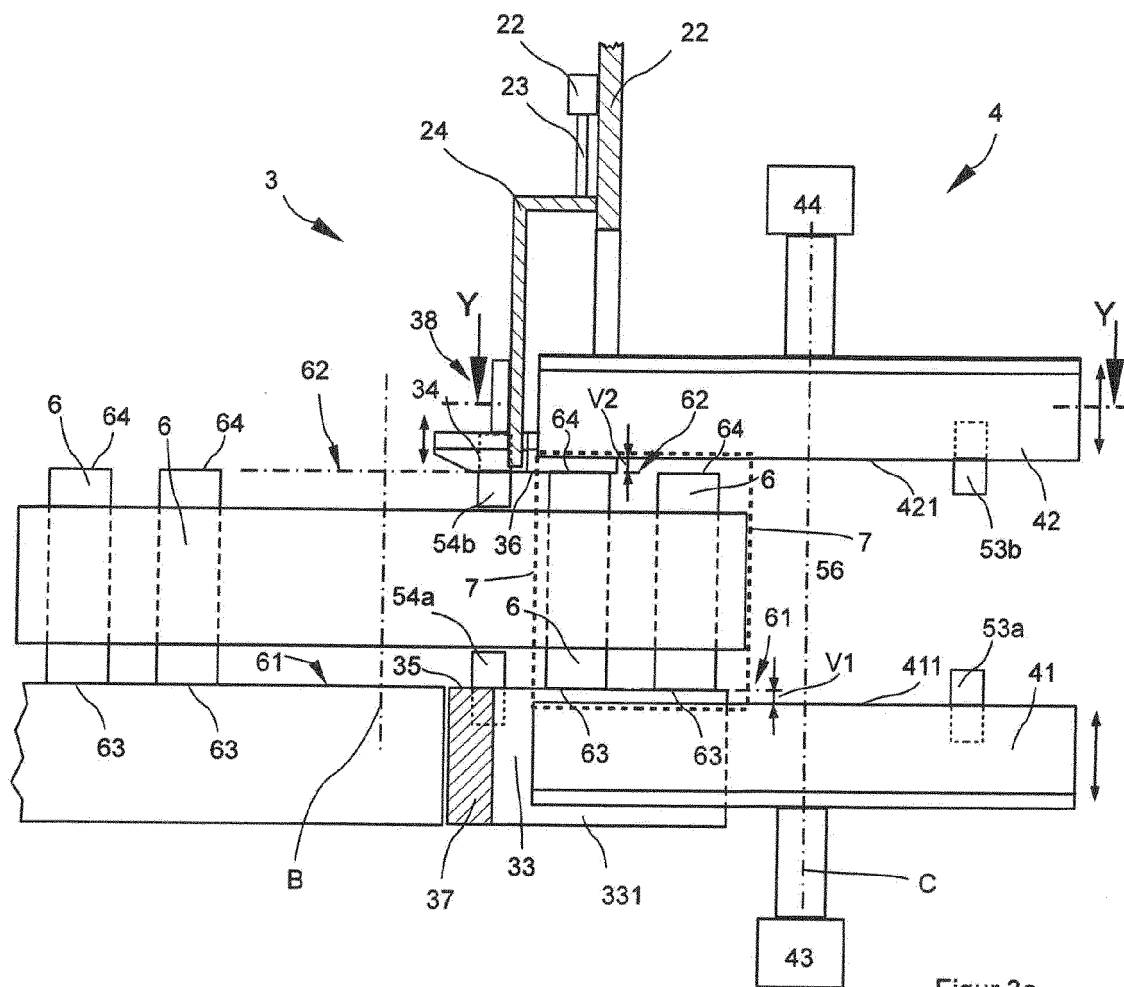
Figure 1b



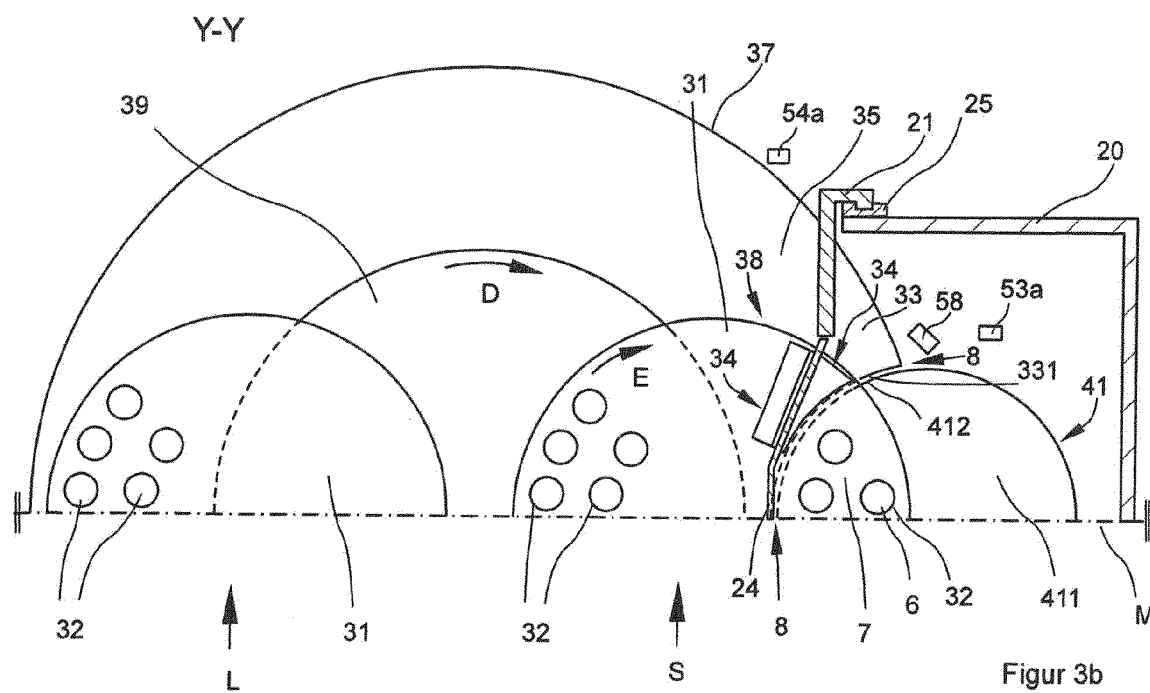
Figur 1c



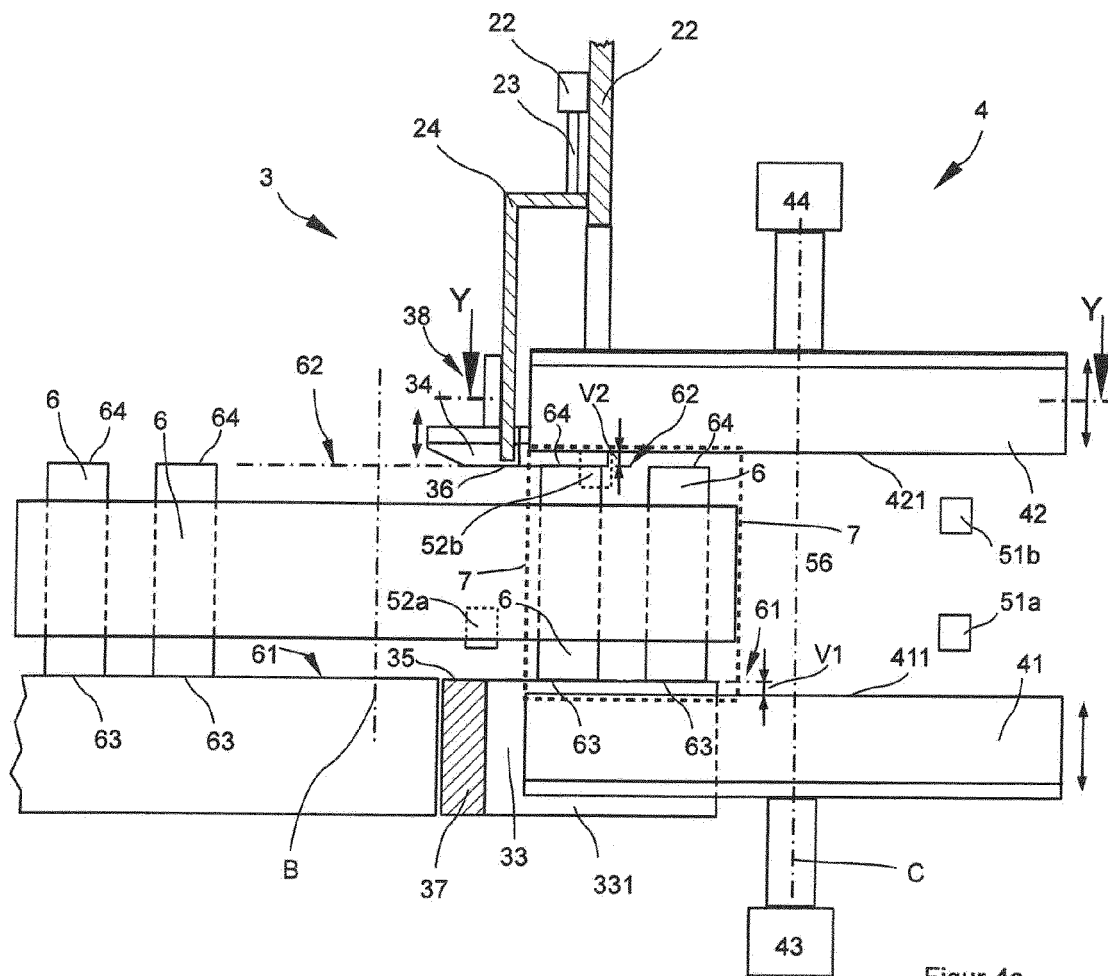
Figur 2



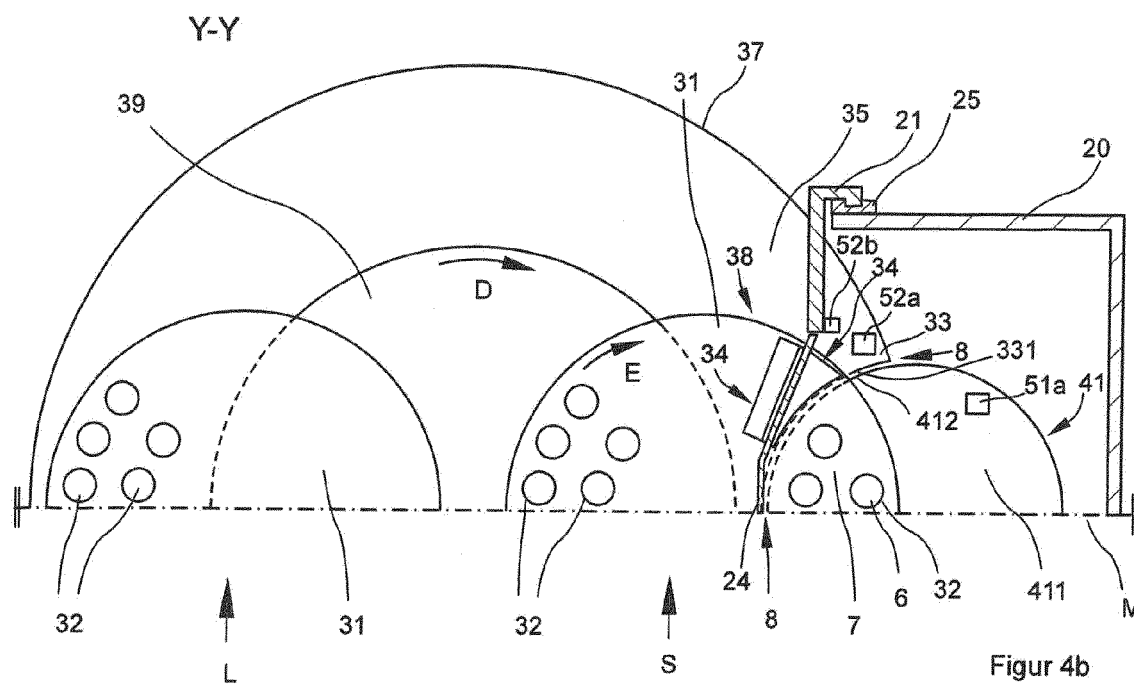
Figur 3a



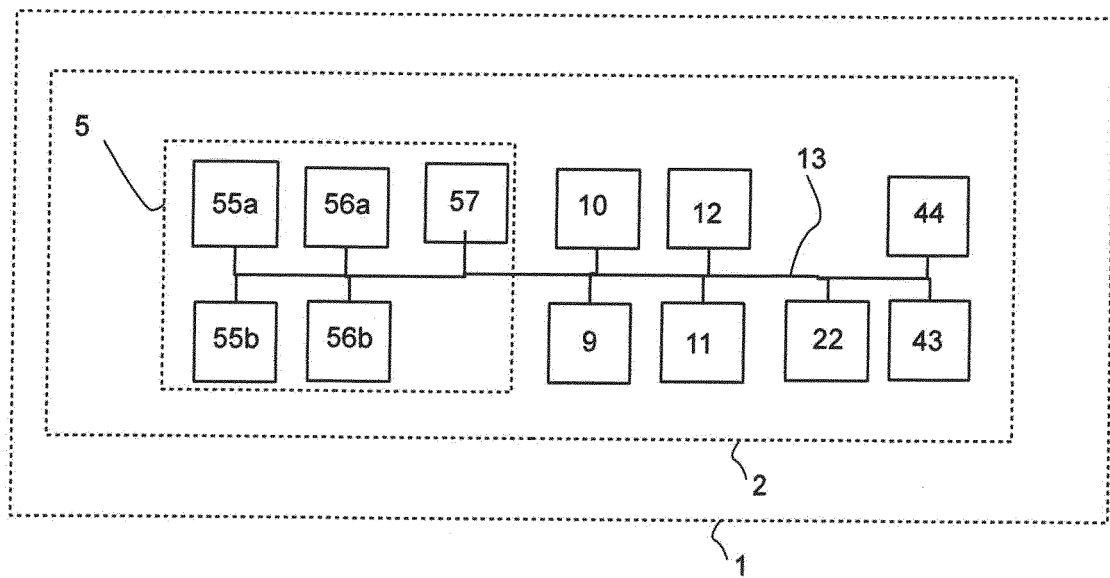
Figur 3b



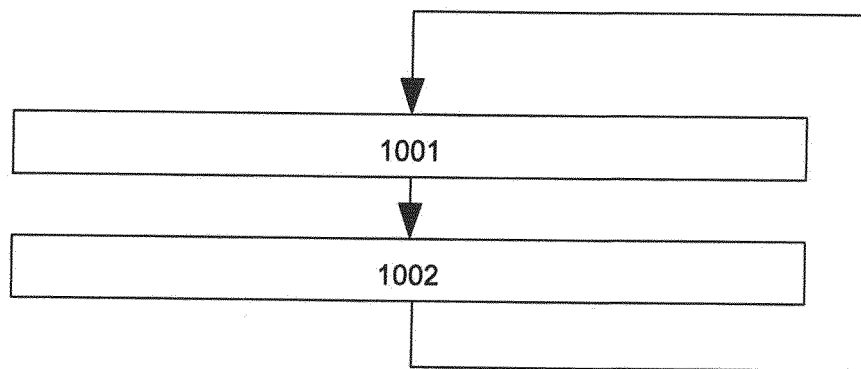
Figur 4a



Figur 4b



Figur 5



Figur 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 15 6368

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 755 613 A (UCHIDA HARUTO [JP] ET AL) 26. Mai 1998 (1998-05-26)	1-8, 13-18	INV. B24B7/16
Y	* Spalte 5, Zeile 58 - Spalte 6, Zeile 17; Abbildungen 1-4,9A,9B *	9-12	B24B7/17 B24B49/12

X	DE 28 05 775 A1 (SCHENKER AG MASCHINEN) 21. September 1978 (1978-09-21)	1-6,8, 13-18	
Y	* Abbildungen 1,2 *	9-12	

Y	WO 2011/085950 A1 (WOLTERS PETER GMBH [DE]; GROTKOPP INGO [DE]; HABBECKE WOLFGANG [DE]) 21. Juli 2011 (2011-07-21)	9	
	* Abbildungen 1-7 *		

Y	DE 10 2013 206655 B3 (WAFIOS AG [DE]) 26. Juni 2014 (2014-06-26)	10-12	
	* Absatz [0051]; Abbildung 1 *		

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B24B B23Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. August 2015	Prüfer Kornmeier, Martin
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 Patentdokument, 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	

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

EP 15 15 6368

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

05-08-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5755613 A	26-05-1998	KEINE	
DE 2805775 A1	21-09-1978	CH 614653 A5	14-12-1979
		DE 2805775 A1	21-09-1978
		FR 2383752 A1	13-10-1978
		GB 1556640 A	28-11-1979
		IT 1103550 B	14-10-1985
		JP S53115993 A	09-10-1978
		US 4217734 A	19-08-1980
WO 2011085950 A1	21-07-2011	CN 102695585 A	26-09-2012
		DE 102010005032 A1	21-07-2011
		EP 2523776 A1	21-11-2012
		US 2012293811 A1	22-11-2012
		WO 2011085950 A1	21-07-2011
DE 102013206655 B3	26-06-2014	DE 102013206655 B3	26-06-2014
		EP 2826734 A1	21-01-2015

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 102012201465 A1 [0007]
- EP 2708324 A1 [0008]