

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum

26. März 2015 (26.03.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2015/040102 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B21B 35/14 (2006.01) F16D 1/02 (2006.01)

F16D 1/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/069871

(22) Internationales Anmeldedatum:

18. September 2014 (18.09.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2013 218 789.0

19. September 2013 (19.09.2013)

DE

10 2013 221 627.0

24. Oktober 2013 (24.10.2013)

DE

(71) Anmelder: VOITH PATENT GMBH [DE/DE]; Sankt
Poeltener Strasse 43, 89522 Heidenheim (DE).

(72) Erfinder: GRAWENHOF, Peter; Eschenweg 4, 89547
Dettingen (DE). MAIER, Dieter; Biberstr. 23, 89537
Giengen (DE). STOCKER, Jürgen; Gromberg 6, 73466
Lauchheim (DE). BECKER, Markus Klaus; Rhein-Maas-
Str. 9, 52066 Aachen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: CONJOINTLY ROTATING SHAFT-HUB CONNECTION, PARTICULARLY A ROLL JOURNAL-STRIKER CONNECTION FOR
USE IN ROLLING MILLS, JOURNAL HOLDER AND DRIVE ARRANGEMENT FOR A ROLLING MILL FOR DRIVING AT LEAST ONE
WORK ROLL

(54) Bezeichnung : DREHFESTE WELLE-NABE-VERBINDUNG, INSBESONDERE WALZENZAPFEN-TREFFER-VERBINDUNG FÜR
DEN EINSATZ IN WALZWERKEN, ZAPFENAUFNEHMER UND ANTRIEBSANORDNUNG FÜR EIN WALZWERK ZUM ANTRIEB
ZUMINDEST EINER ARBEITSWALZE

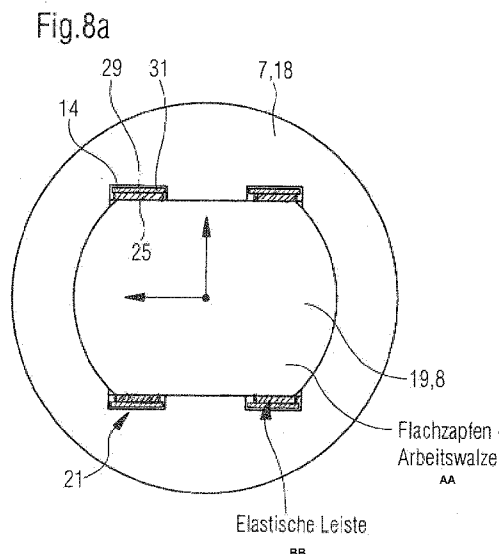


FIG. 1:
AA Work roll flat journal
BB Elastic strip

(57) Abstract: The invention relates to a conjointly rotating shaft-hub
connection, particularly a roll journal-striker connection for use in rolling
mills, wherein a shaft, which is able to rotate about an axis of rotation
running in the longitudinal direction, and a hub are arranged relative to one
another so as to mesh with one another with a form fit and a clearance to
form a connection region and a device for surface load introduction is
provided between the shaft and the hub. The invention is characterized in
that the device comprises at least one compensating element which has at
least one elastic region and which comes into surface contact with both the
shaft and the hub at least during torque transmission.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine drehfeste Welle-Nabe-
Verbindung, insbesondere Walzenzapfen-Trefferverbindung für den Einsatz
in Walzwerken, wobei eine um eine in Längsrichtung verlaufende
Rotationsachse rotierbare Welle mit einer Nabe unter Ausbildung eines
Verbindungsbereiches mit einer Spielpassung formschlüssig
ineinandergreifend zueinander angeordnet sind und zwischen der Welle und
der Nabe eine Einrichtung zur flächigen Lastenleitung vorgesehen ist. Die
Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zumindest ein,
wenigstens einen elastischen Bereich aufweisendes Ausgleichselement
umfasst, welches zumindest bei Drehmomentübertragung jeweils die Welle
und die Nabe flächig berührt.

5 **Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung, insbesondere Walzenzapfen-Treffer-
Verbindung für den Einsatz in Walzwerken, Zapfenaufnehmer und
Antriebsanordnung für ein Walzwerk zum Antrieb zumindest einer
Arbeitswalze**

- 10 Die Erfindung betrifft eine drehfeste Welle-Nabe-Verbindung, insbesondere
Walzenzapfen-Trefferverbindung für den Einsatz in Walzwerken, wobei zumindest
ein Teilbereich einer um eine in Längsrichtung verlaufende Rotationsachse
rotierbaren Welle mit einer Nabe unter Ausbildung eines Verbindungsbereiches
mit einer Spielpassung formschlüssig ineinandergreifend zueinander angeordnet
15 sind und zwischen der Welle und der Nabe eine Einrichtung zur flächigen
Lasteinleitung vorgesehen ist. Die Erfindung betrifft ferner eine Nabe in Form
eines Zapfenaufnehmers und eine Antriebsanordnung für ein Walzwerk zum
Antrieb zumindest einer Arbeitswalze.
- 20 Drehfeste, formschlüssige schnell lösbare Verbindungen zwischen antreibenden
und angetriebenen Bauteilen, insbesondere zwischen einem Walzenzapfen einer
Arbeitswalze und dem auf diesen aufgesetzten Treffer für den Einsatz in
Walzwerken sind in einer Vielzahl von Ausführungen aus dem Stand der Technik
bekannt. Unter einem Treffer wird dabei eine Verbindungseinheit zwischen einer
25 Gelenkwelle und einem Walzenzapfen verstanden, wobei dieser weitere
Funktionen zuordenbar sind. Stellvertretend wird hier beispielhaft auf
Ausführungen aus den Druckschriften DE 950 782, DE 197 10 554 A1 und
DE 197 10 552 A1 verwiesen. Bei diesen Ausführungen erfolgt die Übertragung
eines anstehenden Drehmomentes durch Formschluss zwischen Mitnahmeflächen
30 am Walzenzapfen und dem jeweiligen Anschlusselement in Form eines Treffers.
Die Arbeitswalze ist wenigstens mittelbar mit einer Antriebsmaschine über eine
Gelenkwelle gekoppelt. Da in Walzwerken die Walzen regelmäßig nachgeschliffen
werden müssen, ist zwischen der jeweiligen Arbeitswalze und der Gelenkwelle
eine Anschlusstechnik erforderlich, die zum einen ein schnelles Verbinden und

Lösen ermöglicht und verschleißarm ist. Bei herkömmlichen derartigen Verbindungen sieht eine übliche Ausbildung nach dem Stand der Technik vor, die Nabe und einen zuordenbaren Walzenzapfen als Teil einer formschlüssigen Kupplung mit ineinandergreifenden Kupplungspassflächen sowie mit zusätzlich
5 einlegbaren Verschleißplatten mit Passungsspiel auszubilden. Die Drehmomentübertragung erfolgt über den mit der Nabe formschlüssig verbundenen Flachzapfen. Das vorhandene Passungsspiel ist zwar für die Montage vorteilhaft, bedingt jedoch andererseits ein ungleichförmiges Drehmoment im Walzbetrieb und dadurch starken Verschleiß der Treffernabe und
10 Verschleißplatten sowie dynamische Belastungsspitzen am Antriebsaggregat, die auch die Qualität des Walzgutes beeinträchtigen können.

Zur Lösung wird in DE 197 10 554 A1 vorgeschlagen, zur Herstellung eines spielfreien Formschlusses zwischen den Passflächen in einem zwischen diesen
15 ausgebildeten keilförmigen Aufnahmespalt federbelastete Keilplatten einzulegen. Die federbelasteten Keilplatten werden dabei beim Einfahren der Walze axial und zugleich durch ihre Keilform radial verschoben und klemmen so den Walzenzapfen gegen seine Anlagefläche am Treffer. Hierbei kann die Drehmomentübertragung formschlüssig, jedoch spielfrei, über den Flachzapfen
20 erfolgen.

Diese Ausführung setzt eine entsprechende Ausbildung der Verschleißplatten voraus, wobei die Spielfreiheit durch die entsprechende Auslegung der Verschleißplatten sowie die Positionierung in Axialrichtung zwischen Flachzapfen
25 und Treffer eingestellt wird. Die Ausführung ist jedoch relativ aufwendig und eine Nachstellung bei Verschleiß ist nicht oder nur bedingt möglich.

Aus der JP 08226451 A ist eine Ausführung bekannt, bei welcher ein Walzenzapfen in einer Nabe zur Realisierung einer Welle-Nabe-Verbindung
30 aufgenommen ist, wobei zwischen Walzenzapfen und Nabe ein elastisches Zwischenelement angeordnet ist, welches den Walzenzapfen in Umfangsrichtung vollständig unter Spiel umschließend ausgebildet ist, um bei

Drehmomentübertragung eine Spielfreiheit zwischen Welle und Nabe zu gewährleisten. Nachteil dieser Ausführung sind der Materialbedarf, bei nachgiebigen Material eine starke Relativbewegung der zu verbindenden Teile zueinander, ggf. ein Fließen des Zwischenelementes sowie die Auslegung zur Gewährleistung der Funktion auch bei eintretendem Verschleiß an diesem.

Der Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, eine Verbindungstechnik für eine formschlüssige Verbindung zu schaffen, die einerseits die Auslegung der Bauteile und Positionierung bei Montage mit Spiel erlaubt und ferner während des Betriebes immer eine flächige Kraftübertragung gewährleistet. Die Verbindungstechnik soll insbesondere den Anforderungen an den Einsatz in Walzwerken gerecht werden und ein einfaches und schnelles Verbinden und Lösen des Antriebsstranges erlauben. Des Weiteren soll der Prozess des Verbindens beziehungsweise Lösens sehr robust und wenig stör anfällig sein, sodass zusätzliche Stillstandszeiten der Anlage auf ein Minimum reduziert werden. Die Zunahme von dynamischen Effekten in Form von Drehmomentspitzen soll dadurch vermieden werden, so dass durch den reduzierten Verschleiß das Betriebsspiel nahezu konstant bleibt.

Die erfindungsgemäße Lösung wird durch die Merkmale des Anspruchs 1, 16 und 27 charakterisiert. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen wiedergegeben.

Eine drehfeste Welle-Nabe-Verbindung, insbesondere Walzenzapfen-Treffer-Verbindung für den Einsatz in Walzwerken, wobei zumindest ein Teilbereich einer um eine in Längsrichtung verlaufende Rotationsachse rotierbaren Welle mit einer Nabe unter Ausbildung eines Verbindungsbereiches mit einer Spielpassung formschlüssig ineinandergreifend zueinander angeordnet sind und zwischen der Welle und der Nabe eine Einrichtung zur flächigen Lasteinleitung vorgesehen ist, wobei die Einrichtung zumindest ein Ausgleichelement umfasst, welches zumindest bei Drehmomentübertragung jeweils die Welle und die Nabe flächig berührt, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass das einzelne

Ausgleichelement wenigstens einen verformbaren, weitestgehend inkompressiblen Bereich aufweist und in Aussparungen, die an der Nabe und/oder an der Welle vorgesehen sind, eingelegt oder eingepresst ist. Vorzugsweise ist der Bereich vollständig inkompressibel.

5

Das Einpressen erfolgt vorzugsweise mit einer Presspassung zwischen einem Teilbereich des Ausgleichelementes und der Ausnehmung, wobei der übrige Teil mit Spiel gegenüber der Ausnehmung und/oder der Welle ausgeführt sein kann. Das Einlegen erfolgt mit einer Übergangs- oder Spielpassung gegenüber der
10 Ausnehmung. In Abhängigkeit des dadurch zur Verfügung gestellten Raumes kann das Ausgleichelement sich unter Krafteinwirkung unter Volumenbeibehaltung verformen und wieder rückstellen.

Weitestgehend inkompressibel im Sinne der Erfindung bedeutet dabei, dass das
15 Ausgleichelement derart ausgeführt ist, dass es sich unter Krafteinwirkung wie ein inkompressibles Fluid verhält, d.h. sich unter Volumenbeibehaltung verformt. Abweichungen im Bereich bis 15%, d.h. insbesondere eine Volumenreduzierung unter Krafteinwirkung bis auf 85% des Ursprungsvolumens sind denkbar und sollen mit umfasst sein. Weitestgehend inkompressibel im Sinne der Erfindung
20 bedeutet desweiteren insbesondere, dass die Querkontraktionszahl des Materials des Ausgleichelementes im Bereich von $M_y = 0,3$ bis $0,5$, besonders bevorzugt etwa $0,5$ ausgebildet ist.

Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht auf einfache Art und Weise eine
25 Spielfreiheit formschlüssiger Welle-Nabe-Verbindungen frei von einem Einsatz von zwischengeordneten Verschleißbauteilen als Opferbauteil. Eine Linienberührung der miteinander zu verbindenden Bauteile wird aufgrund des flächigen Anliegens der Ausgleichelemente an den miteinander zu verbindenden Bauteilen mit Sicherheit vermieden, so dass die Kraftübertragung flächig erfolgt.

30

Die Anordnung der Ausgleichelemente in dafür vorgesehenen Aussparungen an der Nabe und/oder der Welle bietet den Vorteil einer einfachen Lagefixierung der

Ausgleichelemente in Umfangsrichtung der Welle bzw. der Nabe frei von zusätzlichen Befestigungselementen. Durch die Anordnung in Aussparungen kann die Welle mit maximalem Querschnitt bezogen auf die durch die aufnehmende Öffnung an der Nabe beschreibbare Querschnittsfläche unter Berücksichtigung des zur Montage erforderlichen Spiels ausgeführt werden. Die Ausgleichelemente selbst können hinsichtlich ihrer Auslegung sehr schmal gehalten werden und können hinsichtlich ihrer Lage auf die belasteten kraftübertragenden Bereiche beschränkt sein.

- 5
- 10 Das einzelne Ausgleichelement wird vorzugsweise in den an der Nabe und/oder an der Welle vorgesehenen Aussparungen in einer ersten Richtung senkrecht zur Längsrichtung betrachtet zwischen Welle und Nabe frei von Spiel gegenüber Welle und Nabe und mit Spiel innerhalb der Aussparung in der Welle und/oder Nabe in einer zweiten Richtung senkrecht zur ersten Richtung betrachtet eingelegt
- 15 oder eingepresst. Die Ausgleichelemente selbst sind somit insbesondere in der ersten Richtung vorzugsweise kraftschlüssig mit der Nabe gekoppelt.

Das Spiel zwischen Ausgleichelement und der Aussparung in der zweiten Richtung kann über einen Spalt zwischen Ausgleichelement und dem jeweiligen

20 die Aussparung aufweisenden Element – Welle und/oder Nabe als Funktion zumindest einer Größe oder einer Kombination aus der nachfolgend genannten Gruppe von Größen eingestellt werden:

- Shore-Härte des Materials des Ausgleichelementes oder des zumindest weitestgehend inkompressiblen Bereiches des Ausgleichelementes
- 25 - Spaltweite in der zweiten Richtung
- Spaltlänge in der ersten Richtung.

Dabei wird insbesondere eine Flexibilität hinsichtlich der Materialwahl des inkompressiblen Bereiches am Ausgleichelement über die Wahl des Verhältnisses

30 von Spaltlänge zu Spaltbreite eingestellt. Das Verhältnis beträgt zumindest 1:1, vorzugsweise >5:1, besonders bevorzugt > 10:1. Im letztgenannten Fall können Werkstoffe mit sehr geringerer Shore-Härte zum Einsatz gelangen.

In besonders vorteilhafter Ausbildung ist die drehfeste Verbindung als Walzenzapfen-Treffer-Verbindung ausgeführt und gelangt als diese zur Realisierung von Verbindungen einer Arbeitswalze mit einem Treffer in Walzwerksantrieben zum Einsatz. Das Vorsehen zumindest eines, zumindest einen elastischen Bereich aufweisenden und damit zumindest teilweise elastischen Ausgleichelementes zwischen dem Walzenzapfen und der Treffernabe selbst ermöglicht dabei eine Ausrichtung der Bauteile zueinander im Betrieb und eine flächige Kraftübertragung. Das Ausgleichselement bietet ferner den Vorteil, dass dieses in Abhängigkeit der Ausbildung auch bei Verschleiß noch einen flächigen Kontakt bereitstellt. Weiterhin wird durch eine geeignete Materialwahl, einhergehend mit metallischer Trennung der Verschleiß an der Treffernabe nahezu vermieden.

Bezüglich der konkreten Ausgestaltung des einzelnen Ausgleichelementes besteht eine Mehrzahl von Möglichkeiten, die für sich allein oder in Kombination miteinander zum Einsatz gelangen können.

In Längsrichtung der Rotationsachse betrachtet ist das einzelne Ausgleichselement sich über zumindest einen Teilbereich des Verbindungsbereiches erstreckend oder über den gesamten Verbindungsbereich erstreckend ausgeführt. Im erst genannten Fall ist eine Mehrzahl an Ausgleichselementen vorgesehen, die hintereinander oder beabstandet zueinander in Längsrichtung der Rotationsachse im Verbindungsbereich positioniert sind. Die Anordnung der einzelnen Ausgleichselemente und deren Auslegung bestimmt dabei die Größe der Kraftübertragungsflächen. In bevorzugter Ausführung ist in Längsrichtung betrachtet zumindest in den in Richtung der Rotationsachse betrachtet liegenden Endbereichen des Verbindungsbereiches jeweils ein einzelnes Ausgleichselement angeordnet. Diese Lösung bietet bei sehr großen Verbindungsbereichen den Vorteil der Materialersparnis bei gleichzeitiger Gewährleistung der Abstützung in den Hauptlastbereichen.

Die einzelnen Ausgleichelemente können als separate Elemente vorliegen oder aber miteinander über Verbindungselemente, beispielsweise über ein sich über einen Teilbereich des Verbindungsbereiches erstreckendes Trägerelement miteinander gekoppelt sein. Die Kopplung bietet den Vorteil eines einfacheren Handlings und Vereinfachung der Bearbeitung der miteinander zu verbindenden Bauteile bei Positionierung in an diesen dafür vorgesehenen Aussparungen. Bei Vorsehen mehrerer einzelner Ausgleichelemente und Positionierung in Aufnahmebereichen an der Welle und/oder Nabe ist die Anordnung der Aufnahmebereiche örtlich begrenzt, d.h. es besteht nur eine lokale begrenzte Schwächung an den jeweiligen Bauteilen.

In einer besonders vorteilhaften Ausbildung ist das einzelnen Ausgleichelement als Leiste ausgebildet, umfassend einen leistenförmigen Träger und ein sich über den gesamten Träger, insbesondere den Träger in Längsrichtung oder eine Mehrzahl von sich über einen Teilbereich des Trägers erstreckende Verformungselemente aus verformbaren, inkompressibles Material. Denkbar sind hier Ausführungen mit Trägern aus Stahl oder einem anderen metallischen Werkstoff, der mit Gummi beschichtet ist. Dabei wird bei Anordnungen zur Verbindung eines Zapfenaufnehmers mit einer Walze der Träger vorzugsweise der Walze bzw. dem Walzenzapfen zugeordnet, während die Verformungselemente mit der Nabe in Berührung gelangen. Dadurch kann die Nabe aus weicherem Material hergestellt werden.

In besonders vorteilhafter Ausbildung sind die Aussparungen zur Aufnahme der Ausgleichelemente nur an der Nabe vorgesehen, so dass bei eingepresstem Ausgleichelement die Nabe mit diesem als vormontierte Baueinheit bereitgestellt werden kann.

Die Aussparungen sind je nach Ausführung und Anordnung der Ausgleichelemente als sich in Längsrichtung über den Verbindungsbereich erstreckende Nuten oder einzelne randoffene Öffnungen ausgeführt. In besonders

vorteilhafter Weiterbildung weist die einzelne Aussparung zumindest einen in radialer Richtung und/oder Längsrichtung wirksamen Hinterschnitt auf. Dies erleichtert die Montage und verhindert unabhängig von der Art der Passung zwischen Nabe und Ausgleichselement und der Lage der Nabe (z.B. 5 Überkopfanordnung der Ausgleichselemente) ein ungewünschtes Herausgleiten der Ausgleichselemente.

Die Welle weist vorzugsweise zur Verbindung einen coaxialen Walzenzapfen in nicht rotationssymmetrischer Ausführung auf, welcher jedoch bezüglich einer 10 durch die Rotationsachse der Welle und einer Senkrechten zu dieser beschreibbaren Mittenebene symmetrisch ausgeführt ist. In besonders vorteilhafter Weiterbildung ist der Walzenzapfen als Flachzapfen ausgeführt, umfassend zwei ebene und parallel zueinander angeordnete Flachzapfenseiten, die über einen gerundeten Übergangsbereich miteinander verbunden sind. Andere 15 Ausführungen, beispielsweise in Dreiecksform oder Kleeblattform sind ebenfalls denkbar.

Die Anordnung eines einzelnen Ausgleichselementes erfolgt gemäß zumindest einer der Anordnungen aus der nachfolgenden Gruppe oder einer Kombination 20 aus diesen:

- a) im Bereich der Mittenebene und/oder
- b) von der Mittenebene beabstandet.

Für alle Anordnungen gelten auch die Aussagen bezüglich der Anordnung in 25 Längsrichtung der Rotationsachse.

Bei Ausbildung als Flachzapfen kann der Spielausgleich durch Anordnung eines einzelnen im Bereich der Mittenebene angeordneten und sich quer zur Rotationsachse betrachtet beidseitig über diese Mittenebene hinaus 30 erstreckendes Ausgleichselement erfolgen, wobei die Anordnung zwischen einer Flachzapfenseite und der Nabe erfolgt. In diesem Fall wird die gegenüberliegend und sich nicht über das Ausgleichselement an der Nabe abstützende

Flachzapfenseite direkt an der Nabe anliegen und somit einen größtmöglichen Flächenkontakt bereitstellen.

Vorzugsweise sind jedoch beidseitig der Welle, insbesondere zwischen beiden
5 Flachzapfenseiten eines Flachzapfens und der Nabe entsprechende Ausgleichelemente vorgesehen.

In einer Weiterbildung sind immer zumindest zwei Ausgleichelemente vorgesehen, die entweder symmetrisch bezogen auf die Mittenebene oder paarweise diagonal
10 zur Mittenebene zwischen Welle und Nabe angeordnet sind, wobei die Anordnung derart erfolgt, dass diese zumindest in einer Drehrichtung wirksam sind.

In besonders vorteilhafter Weiterentwicklung vorgenannter Weiterbildung ist immer eine Mehrzahl von Ausgleichelementen vorgesehen, die beabstandet zur
15 Mittenebene und diagonal angeordnet sind. Diese Anordnung ist drehrichtungsunabhängig zur Erzielung einer flächigen Lasteinleitung einsetzbar.

Das einzelne Ausgleichelement ist derart ausgebildet und angeordnet, dass eine Formänderung (Änderung der Kontur, Geometrie) frei von einer
20 Volumenänderung ist. Diese Eigenschaft ist im Wesentlichen abhängig von der Querkontraktionszahl des Werkstoffs. Der theoretische Grenzfall „Keine Volumenänderung bei Druckbeaufschlagung“ wird erreicht bei einem Stoff mit einer Querkontraktionszahl von $\mu_y = 0,5$. Geringere Werte sind denkbar, wobei mit abnehmendem μ_y jedoch die zunehmende Kompressibilität des Werkstoffes
25 zu berücksichtigen ist. Für die erfindungsgemäße Lösung finden daher vorzugsweise Materialien Verwendung, die durch eine Querkontraktionszahl im Bereich von ungefähr $\mu_y = 0,3$ bis $0,5$ besonders bevorzugt $0,5$ liegen.

Das einzelne Ausgleichelement ist zumindest teilweise aus zumindest einem
30 Material oder einer Materialkombination aus der nachfolgenden Gruppe ausgeführt:

- Elastomer

- Kunststoff
- Faserverbundwerkstoff
- Hybrid aus einem Metall und einem der vorgenannten Materialien
- gekapseltes Fluid, insbesondere Flüssigkeit

5

Das einzelne Ausgleichelement kann hinsichtlich seiner geometrischen Form vielgestaltig ausgebildet sein. Entscheidend ist, dass dieses auch im Nichtbetrieb ein flächiges Anliegen an den Mitnahmeflächen an Welle und Nabe ermöglicht. Der zumindest elastische Bereich kann als Funktion zumindest einer Größe oder

10 einer Kombination aus der nachfolgend genannten Gruppe von Größen definiert und festgelegt werden:

- des Materials
- der Geometrie des Ausgleichelementes in Längsrichtung in Einbaulage
- 15 - der Geometrie des Ausgleichelementes quer zur Längsrichtung in Einbaulage

Durch die geeignete Materialwahl kann bereits das gewünschte elastische Verhalten eingestellt werden.

20

Die Realisierung des elastischen Verhaltens durch die geometrische Gestaltung erlaubt sehr komplexe Geometrien und die Verwendung von einfachen Profilbauteilen. Vorzugsweise werden zur Bereitstellung einfach gestalteter Ausgleichelemente beide Möglichkeiten kombiniert.

25

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das einzelne Ausgleichelement zumindest eine mit einem inkompressiblen Fluid befüllbare Kammer, wobei die die Kammer umschließenden Wandbereiche zumindest teilweise elastisch verformbar sind. Auch hier wird die Elastizität der

30 Wandbereiche entweder über die Materialwahl oder die Geometrie allein oder eine Kombination aus beiden erzeugt.

Die Befüllung der Kammer kann einmalig bei der Montage des Ausgleichelementes in der Treffernabe oder aber beim Walzenwechsel erfolgen. Ist eine Befüllung bei der Montage möglich, kann das Einfahren des Walzenzapfens in die Nabe mit einem vergrößerten Spiel vorgenommen werden.

- 5 Gemäß einer besonders vorteilhaften Weiterbildung kann über die hydraulisch beaufschlagbaren Ausgleichelemente auch eine aktive Nachstellung während des Betriebes erfolgen. In diesem Fall ist es beispielsweise denkbar, bei Erfassung zumindest einer, eine Linienberührung zwischen Welle und Nabe wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe die Kammern mit Druckmittel zu
10 beaufschlagen, derart, dass eine Verformung der elastischen Wandbereiche erzielt wird, die ein flächiges Anliegen des Ausgleichelementes sowohl an der Welle als auch an der Nabe ermöglicht.

- Eine besonders vorteilhafte Ausbildung ist durch Ausgleichelemente mit
15 hydraulisch beaufschlagbaren Kammern gegeben, wobei die einer Drehrichtung zugeordneten, einander diagonal, vorzugsweise gegenüberliegenden Ausgleichelemente miteinander hydraulisch gekoppelt sind. In diesem Fall erfolgt eine Beaufschlagung mit Fluid bis zu einem Mindestmaß, welches bei Druckbeaufschlagung des Ausgleichelementes unter Drehmomentbelastung eine
20 Verdrängung des Fluides aus der einen Kammer in die andere, diagonal gegenüberliegende Kammer ermöglicht, und somit an den einander gegenüberliegenden Mitnahmeflächen an der Walze beziehungsweise dem Walzenzapfen immer eine gleichmäßige Abstützung unter Lasteinwirkung erfolgt. Andere Ausführungen sind denkbar.

25

Die erfindungsgemäße Welle-Nabe-Verbindung ist besonders für den Einsatz in Walzwerken geeignet, insbesondere zur Verbindung einer Arbeitswalze mit der Gelenkwelle über einen Treffer. Die Welle wird dabei von einer Arbeitswalze gebildet und die Nabe von einem Treffer.

30

Der die Nabe bildende Zapfenaufnehmer einer Gelenkspindel, insbesondere Treffer dient zur Aufnahme eines Zapfens eines Anschlussaggregates,

insbesondere Walze zur Realisierung einer drehfesten Welle-Nabe-Verbindung für den Einsatz in Walzwerken. Dieser weist eine in Längsrichtung verlaufenden Öffnung zur Aufnahme eines Walzenzapfens einer um eine Rotationsachse rotierbaren Welle, insbesondere eines Walzenzapfens einer Arbeitswalze auf und ist dadurch gekennzeichnet, dass an der durch die Öffnung beschreibbaren Innenumfangsfläche zumindest eine Aussparung zur form- und/oder kraftschlüssigen Aufnahme eines Ausgleichelementes einer Einrichtung zur flächigen Lasteinleitung vorgesehen ist, wobei das Ausgleichelement eine Oberfläche aufweist, die zumindest zeitweise flächig am von der Aussparung gebildeten Teilbereich der Innenumfangsfläche anliegt. Der Zapfenaufnehmer mit Ausgleichelement/-elementen kann als eigenständiges Bauteil vormontiert und vertrieben werden.

Bezüglich vorteilhafter Ausbildungen des Zapfenaufnehmers wird auf die vorherigen Ausführungen zur Nabe der drehfesten Welle-Nabe-Verbindung mit in Aussparungen an der Nabe aufgenommenen Ausgleichelementen verwiesen. Bezüglich vorteilhafter Ausbildungen der Ausgleichelemente wird auf die vorherigen Ausführungen zu den Ausgleichelementen der drehfesten Welle-Nabe-Verbindung verwiesen.

Eine Antriebsanordnung für ein Walzwerk zum Antrieb zumindest einer Arbeitswalze, welche über eine Gelenkwelle mit einer Antriebsmaschine wenigstens mittelbar, d.h. direkt oder indirekt über weitere Übertragungselemente gekoppelt ist, wobei zwischen Gelenkwelle und Arbeitswalze eine Verbindungseinrichtung in Form eines Treffers vorgesehen ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass die drehfeste Verbindung zwischen dem Treffer und der Arbeitswalze als Welle-Nabe-Verbindung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 ausgeführt ist.

Die erfindungsgemäße Lösung wird nachfolgend anhand von Figuren erläutert. Darin ist im Einzelnen Folgendes dargestellt:

- Figur 1 zeigt beispielhaft einen Antriebsstrang für ein Walzwerk mit einer erfindungsgemäß ausgeführten Welle-Nabe-Verbindung;
- Figur 2a zeigt beispielhaft eine erfindungsgemäß ausgebildete Nabe in Form eines Treffers in einer durch die Rotationsachse und einer Senkrechten zu dieser beschreibbaren Ebene;
- Figur 2b zeigt einen Endbereich einer Arbeitswalze;
- Figur 3 zeigt anhand einer Schnittdarstellung senkrecht zur Axialebene die Problematik einer formschlüssigen spielbehafteten Welle-Nabe-Verbindung gemäß dem Stand der Technik;
- Figur 4a zeigt beispielhaft eine erste mögliche Anordnung der Ausgleichselemente zwischen Flachzapfen und Treffer;
- Figur 4a zeigt beispielhaft eine zweite mögliche und drehrichtungsunabhängige Anordnung der Ausgleichselemente zwischen Flachzapfen und Treffer;
- Figuren 5a bis 5d zeigen im Querschnitt betrachtet beispielhaft mögliche geometrische Ausbildungen der Ausgleichselemente;
- Figur 6 zeigt beispielhaft im Detail eine Ausnehmung an einer Nabe mit Hinterschneidung;
- Figuren 7a bis 7c zeigen beispielhaft mögliche Anordnungen der Ausgleichselemente im Verbindungsbereich in Längsrichtung der Rotationsachse betrachtet ohne Darstellung der Nabe:
- Figuren 8a und 8b zeigen eine besonders vorteilhafte Anordnung und Ausbildung von Ausgleichselementen der Einrichtung zum Ausgleich des Spiels;
- Figur 9 verdeutlicht eine Ausführung der Welle-Nabe-Verbindung mit hydraulisch beaufschlagbaren Ausgleichselementen.

Die Figur 1 verdeutlicht in schematisiert vereinfachter Darstellung den Aufbau eines Antriebsstranges 1 zum Antrieb zumindest einer um eine Rotationsachse R rotierbaren Welle, insbesondere einer Walze 2, welche in Form einer Arbeitswalze in besonders vorteilhafter Anwendung in einem Walzwerk 3 zum Einsatz gelangt. Der Antriebsstrang 1 umfasst zumindest eine Antriebsmaschine 4, welche zum Ausgleich von Lageungenauigkeiten über eine Gelenkwelle 5 in Form einer

sogenannten Schwergelenkwelle wenigstens mittelbar mit der Walze 2 verbunden ist. Die Verbindung erfolgt über eine erfindungsgemäß ausgeführte Welle-Nabe-Verbindung 6. Die Nabe 7 kann am Gelenkwellenflansch selbst ausgebildet sein oder von einem separaten, mit der Gelenkwelle 5 drehfest gekoppelten, insbesondere verbundenen Bauteil, welches als Nabe 7 fungiert und beim Einsatz in Walzwerken auch als Zapfenaufnehmer bzw. Treffer 18 bezeichnet wird, gebildet werden.

Die Verbindung mit der Walze 2 erfolgt über eine entsprechende Welle-Nabe-Verbindung 6, ausgebildet zwischen einem Treffer 18 und einem Wellenzapfen 8 der Arbeitswalze 2. Die Welle-Nabe-Verbindung 6 ist als formschlüssige Verbindung ausgeführt. Die miteinander zu verbindenden Bauteile sind in den Figuren 2a und 2b wiedergegeben. Figur 2a zeigt in einem Axialschnitt eine Nabe 7 in Form des Treffers 18. Die Figur 2b zeigt einen Ausschnitt aus dem Endbereich einer Walze 2, insbesondere den Walzenzapfen 8, welcher in Form eines Flachzapfens 19 vorliegt. Der Flachzapfen 19 ist coaxial zur Rotationsachse R angeordnet und durch zwei zueinander parallel angeordnete und einander gegenüberliegende Flachzapfenseiten 9, 10 charakterisiert, welche über gerundet ausgeführte Übergangsbereiche miteinander verbunden sind und den Außenumfang des Flachzapfens 19 bilden. Die Flachzapfenseiten 9, 10 beschreiben ebene Flächenbereiche. Die den Zapfen 8 aufnehmende Nabe 7 wird auch als Zapfenaufnehmer bezeichnet.

Bei allen dargestellten Ausführungen wird zur Erläuterung ein Koordinatensystem an die konkrete Verbindung angelegt. Die x-Richtung beschreibt dabei die Erstreckung in Richtung der Rotationsachse R und damit die Axialrichtung. Die y-Richtung beschreibt die Erstreckung an einer Horizontalebene zur x-Richtung in einem Winkel von 90° zu dieser. Die z-Richtung beschreibt die Erstreckung in Höhenrichtung. Unter Axialebene wird dabei eine Ebene verstanden, die durch die Rotationsachse R und einer Senkrechten zu dieser in Höhenrichtung charakterisiert ist. Die Mittenebene entspricht dabei der Axialebene, in der auch die Rotationsachse R angeordnet ist.

- Zur Realisierung der drehfesten Welle-Nabe-Verbindung 6 wird die um eine in Längsrichtung verlaufende Rotationsachse R rotierbare Welle, hier die Walze 2 mit der Nabe 7 unter Ausbildung eines Verbindungsbereiches 20 mit einer Spielpassung formschlüssig ineinandergreifend zueinander angeordnet. Die Nabe 7 in Form des Treffers 18 weist eine Öffnung 11 auf, in welche der Wellenzapfen 8 eingeschoben wird beziehungsweise mittels der die Nabe 7 auf den Wellenzapfen 8 aufgeschoben wird. Durch das bei Montage benötigte Spiel ist diese Verbindung bei Ausführung gemäß dem Stand der Technik sehr starkem Verschleiß unterworfen. Während des Betriebes bildet sich eine Kontaktfläche mit Tendenz zur Linienberührung entsprechend einer schematisiert vereinfachten Darstellung in Figur 3 aus, welche eine Welle-Nabe Verbindung 6' gemäß dem Stand der Technik in einer Schnittebene senkrecht zur Axialebene wiedergibt.
- Erkennbar ist hier, dass die einzelnen Flachzapfenseiten 9' und 10' jeweils mit den zueinander bezogen auf die Rotationsachse R und eine durch diese und eine Senkrechte zu dieser beschreibbaren Mittelebene E diagonal gegenüberliegenden Enden 24' an Flächenbereichen 13' am Innenumfang 17' der Nabe 7' zum Anliegen gelangen, wobei die Drehmomentübertragung über einen Linienkontakt oder sehr kleine Flächenbereiche erfolgt. Diese Linienberührung, insbesondere Kantenträger bewirken einen sehr hohen Verschleiß am Flachzapfen 19', insbesondere im Bereich der Übergangskanten von den Flachseiten zu den Übergangsbereichen am Flachzapfen und/oder dem Treffer 18' und führen damit zu Ungleichförmigkeiten in der Drehmomentübertragung. Zur Vermeidung dieses Nachteiles wird eine erfindungsgemäß ausgeführte Welle-Nabe-Verbindung 6 vorgeschlagen, welche zwischen der Welle und der Anschlussnabe zumindest eine Einrichtung 21 zur flächigen Lasteinleitung aufweist. Die Einrichtung 21 weist zumindest ein, wenigstens einen elastischen Bereich aufweisendes Ausgleichelement 14 auf, welches zumindest bei Drehmomentübertragung jeweils die Welle, hier den Wellenzapfen 8 in Form des Flachzapfens 19 und die Nabe 7 in Form des Treffers 18 flächig berührt. Das zumindest eine Ausgleichelement 14 ist derart angeordnet und ausgebildet, dass es zwischen dem Walzenzapfen 8 und

der Nabe 7 bzw. dem Treffer 18 eine Ausrichtung der Bauteile im Betrieb erlaubt und eine flächige Kraftübertragung ermöglicht. Dabei besteht für die Anordnung und Ausbildung des einzelnen Ausgleichelementes 14 eine Mehrzahl von Möglichkeiten. Es ist jedoch immer derart ausgeführt, dass unter Verformung ein flächiger Kontakt zum einen mit einem Flächenbereich 12 am Walzenzapfen, insbesondere Flachzapfen und 13 an der Treffernabe 7 ausgeführt wird. Das Ausgleichelement 14 weist dazu zumindest einen Bereich auf, der aus einem Material besteht, welches verformbar aber weitestgehend inkompressibel ist, d.h. bei Verformung das Volumen beibehält. Figur 2a verdeutlicht beispielhaft die Anordnung eines derartigen Ausgleichelementes 14 in einem Treffer 18 in einem Axialschnitt. Das Ausgleichelement 14 ist hier als sich über den Verbindungsbereich 20 zwischen den Endbereichen 22 und 23 in Richtung der Rotationsachse R erstreckend ausgeführt. Die Funktionsweise bei Drehmomentübertragung und Anordnung bezogen auf die Mittenebene E sind in Figur 4a in einem Schnitt senkrecht zur Axialebene wiedergegeben. Diese Ausführung ist für formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen 6 mit nur einer Drehrichtung geeignet. Dabei erfolgt die Anordnung an dem Endbereich der Flachzapfenseite 9 beziehungsweise 10, der sich in Drehrichtung auf den Treffer 18, insbesondere Innenumfang 17 zubewegt. Um eine gleichmäßige Abstützung zu gewährleisten, sind zumindest zwei, paarweise diagonal zur Mittenebene E angeordnete Ausgleichelemente 14 vorgesehen, welche jeweils zwischen dem Flachzapfen 19, allerdings unterschiedlichen Flachzapfenseiten 9 und 10 und dem Innenumfang 17 der Nabe 7, insbesondere dem Treffer angeordnet sind.

Die Figur 4b verdeutlicht eine vorteilhafte Weiterbildung mit drehrichtungsunabhängiger Anordnung der Ausgleichelemente 14. Diese sind dazu jeweils paarweise diagonal zur Mittenebene E beziehungsweise symmetrisch bezogen auf die Mittenebene E angeordnet. Die Anordnung erfolgt jeweils in den Endbereichen 24 der Flachzapfenseiten 9 und 10 zum Übergangsbereich quer zur Längsrichtung betrachtet.

Bei allen Ausführungen ist das Ausgleichelement 14 im unbelasteten Zustand derart ausgeführt, dass dieses durch eine erste Anlagefläche 15 und eine zweite Anlagefläche 16 charakterisiert ist, die jeweils mit den Flächenbereichen 12 an den Flachseiten 9 und 10 beziehungsweise 13 am Innenumfang 17 der Nabe 7 zum Anliegen gelangen.

Figuren 5a bis 5d zeigen im Querschnitt betrachtet beispielhaft mögliche geometrische Ausbildungen der Ausgleichelemente 14.

Figur 5a verdeutlicht dabei eine erste Ausbildung bei welcher der zumindest eine verformbare und weitestgehend inkompressible Bereich, insbesondere elastische Bereich des Ausgleichelementes 14 von diesem selbst gebildet wird und die erforderliche Verformbarkeit über die Wahl der für das Ausgleichelement 14 verwendeten Materialien eingestellt ist. Beispielhaft ist das Ausgleichelement 14 als Elastomerkörper oder Kunststoffkörper ausgeführt und in einer Ansicht wiedergegeben. Der Elastomerkörper liegt als Vollprofilelement vor, wobei im dargestellten Fall in Figur 5a ein rechteckiger Querschnitt mit gerundeten Kanten und gemäß Figur 5b ein quadratischer Querschnitt mit gerundeten Kanten vorliegt. Jedes dieser Ausgleichelemente 14 weist in Einbaulage betrachtet zwei einander gegenüberliegende Anlageflächen 15 und 16 auf, die flächig an den miteinander zu verbindenden Bauteilen – Welle und Nabe – zum Anliegen gelangen.

In Analogie zu den Figuren 5a und 5b ist das Ausgleichelement 14 in Figur 5c ausgeführt. Dieses ist als Vollprofilelement mit Trapezquerschnitt ausgebildet.

Figur 5d zeigt beispielhaft ein Verbundteil, wobei bei diesem die Materialeigenschaften und die Formgebung die Elastizität des Gesamtkörpers definieren. Im dargestellten Fall wird der elastische Bereich von einem verformbaren und inkompressiblen Bauteil, insbesondere Elastomerkörper gebildet, welcher mit einem Träger 25 verbunden ist. Der Träger 25 kann beispielsweise aus Metall bestehen. Das den verformbaren, weitestgehend inkompressiblen und damit elastischen Bereich 31 bildende Teil des Verbundteils

kann beispielsweise an den Träger 25 anvulkanisiert sein. In besonders vorteilhafter Ausbildung ist der Träger 25 leistenförmig und sich über die Erstreckung des Verbindungsbereiches erstreckend ausgebildet. Das den verformbaren, weitestgehend inkompressiblen und damit elastischen Bereich 31 bildende Teil des Verbundteils erstreckt sich ebenfalls über die gesamte Oberfläche des Trägers 25 in Längsrichtung, vorzugsweise an der in Einbaulage zur Nabe 7 und vom aufzunehmenden Walzenzapfen 8 wegweisenden Seite. Der den verformbaren, inkompressiblen Bereich bildende Materialbereich wird vorzugsweise von einem Elastomer, Gummi oder Kunststoff gebildet.

Figur 5e1 und 5e2 zeigen eine Ausführung mit Ausgleichselementen 14, deren Elastizität über die Geometrie und gegebenenfalls zusätzlich durch die Materialeigenschaften eingestellt ist. Die Figur 5e1 zeigt beispielhaft eine Bauweise, die durch zwei, die Anlageflächen 15 und 16 bildenden flächige Grundelemente 26, 27 und diese miteinander verbindende Verbindungsstege 28 charakterisiert ist. Die Ausrichtung der Verbindungsstege 28 erfolgt hinsichtlich der Krafteinleitung und des gewünschten Verformungsverhaltens optimiert. Die Figur 5e2 zeigt anhand einer in den Figuren 3 und 4 wiedergegebenen Schnittansicht die Anordnung eines Ausgleichselementes 14 gemäß Figur 5e1.

Die in den Figuren 5a bis 5e dargestellten Ausführungen sind beispielhaft und stellen vorteilhafte einfache geometrische Formen für das einzelne Ausgleichselement dar. Andere Ausführungen sind denkbar und die erfindungsgemäße Lösung ist nicht auf die dargestellten Geometrien und genannten Materialien beschränkt. Entscheidend ist, dass sich an dem Ausgleichselement Abstützflächen befinden, die geeignet sind, mit Anlageflächenbereichen am Flachzapfen 19 und der Nabe 7 zusammenzuwirken.

Die einzelnen Ausgleichselemente 14 werden vorzugsweise zur Lagefixierung in Ausnehmungen bzw. Aussparungen 29 an einem der Bauteile, insbesondere der Nabe 7 eingelegt oder mit leichtem Übermaß in diese eingepresst. Um trotzdem bei Montage eine sichere Lagefixierung zu gewährleisten, ist die einzelne

Ausnehmung 29 mit einem Hinterschnitt 30 ausgeführt, welcher auch einen Formschluss mit der Ausnehmung 29 ermöglicht. Ein Beispiel ist in Figur 6 wiedergegeben. Diese zeigt einen Ausschnitt aus einem Treffer 18, insbesondere die Ausnehmung 29.

5

Bezüglich der Ausbildung in Axialrichtung, das heißt parallel zur Rotationsachse des Walzenzapfens 8 betrachtet, können die einzelnen Ausgleichelemente 14 ebenfalls unterschiedlich ausgeführt sein. Die Figur 7a verdeutlicht in einem Axialschnitt eine erste Ausführung, bei welcher sich das einzelne Ausgleichelement 14 an der Flachseite 9 über den gesamten Erstreckungsbereich des möglichen Verbindungsbereiches 20 erstreckt. Auf die Darstellung der Nabe 7 wurde hier verzichtet. Das einzelne Ausgleichelement 14 ist in Axialrichtung einteilig ausgeführt. Vorzugsweise ist das Ausgleichelement 14 als Leistenelement ausgebildet, das sich im Verbindungsbereich 20 vom Anfang 22 bis zum Ende 23 erstreckend ausgebildet ist. Das Ausgleichelement 14 weist damit in axialer Richtung gleiche Eigenschaften auf.

Denkbar ist auch eine Ausführung gemäß Figur 7c, bei welcher eine Unterteilung erfolgt und lediglich die Anlageflächen 15 und 16 bildenden zumindest teilelastischen Abstützbereiche am Anfang 22 und am Ende 23 des Tragbereiches in axialer Richtung vorgesehen sind, um die einzelnen Abstützbereiche bildenden Elemente über einen Verbindungssteg 35 oder einen Träger 25 miteinander gekoppelt sind.

In einer alternativen Ausbildung dazu kann auch auf den Verbindungssteg 35 gemäß Figur 7c verzichtet werden. In diesem Fall sind im Verbindungsbereich 20 am Anfangs- und Endbereich 22, 23 jeweils separate Ausgleichelemente 14 vorgesehen, die voneinander entkoppelt sind, und in ihrer Funktion lediglich im Zusammenwirken mit dem Wellenzapfen 8 die Abstützung realisieren, wie in Figur 7b dargestellt.

- Die Ausführungen, beschrieben in den Figuren 7a bis 7c sind mit den Ausführungen zur möglichen Anordnung quer zur Rotationsachse betrachtet, beschrieben in den Figuren 4a, 4b und den Ausführungen zur Ausbildung der Ausgleichelemente, beschrieben in den Figuren 5 sowie der Aussparungen 30 in
- 5 Figur 6 kombinierbar. Denkbar ist auch eine hier nicht dargestellte Ausführung, bei welcher die in der Ausführung gemäß Figur 4b einer Flachzapfenseite 9 bzw. 10 zugeordneten Ausgleichelemente 14 jeweils von einem gemeinsamen Element gebildet werden. Dieses ist derart ausgeführt, dass es sich vorzugsweise über die gesamte Flachseite 9 bzw. 10 quer zur Rotationsachse betrachtet erstreckend
- 10 ausgeführt ist und an den jeweiligen Endbereichen 24, das heißt mit weitester Entfernung zur Rotationsachse R, entsprechende, elastische Bereiche bildende Vorsprünge ausgebildet hat, die die Funktion der Ausgleichelemente 14 übernehmen.
- 15 Die Figur 8a zeigt eine besonders vorteilhafte Ausführung der Welle-Nabe-Verbindung 6 mit Ausführung der Ausgleichelemente 14 in Form von elastischen Leisten. Figur 8b zeigt eine vorteilhafte Ausbildung eines Ausgleichelementes 14 in einer Aussparung einer Nabe 7 im Detail.
- Die Welle-Nabe-Verbindung 6 ist auch hier in einem Schnitt in einer Ebene
- 20 wiedergegeben, die durch zwei Senkrechte zur Rotationsachse R beschreibbar ist und senkrecht zur Mittenebene E ausgerichtet ist. Erkennbar ist auch hier die den Walzenzapfen 8 in Form eines Flachzapfens 19 aufnehmende Öffnung 11 in der von einem Treffer 18 gebildeten Nabe 7. Der Walzenzapfen 8 ist in Richtung der Rotationsachse R in die Öffnung 11 eingeführt, das heißt in Axialrichtung. Die
- 25 Kontur des Walzenzapfens 8 in Umfangsrichtung betrachtet entspricht unter Berücksichtigung eines zum Einführen erforderlichen geringen Spiels der Kontur der Öffnung 11, sodass ein Formschluss gegeben ist. Zwischen der Nabe 7 und dem Walzenzapfen 8 ist an den Flachzapfenseiten 9 und 10 zumindest jeweils ein elastisches Bauteil angeordnet. Im dargestellten Fall sind jeweils an zwischen
- 30 jeder Flachzapfenseite 9 und 10 Ausgleichelemente 14 vorgesehen, die jeweils beidseits der Mittenebene E angeordnet sind und vorzugsweise im Bereich des Überganges zwischen den Flachzapfenseiten 9 und 10 und den abgerundeten

Seiten des Flachzapfens 19 angeordnet sind. Zur Vorpositionierung weist die Nabe 7 Ausnehmungen 29 auf, die derart ausgebildet und ausgelegt sind, die Ausgleichelemente 14 zumindest teilweise aufzunehmen. Die Ausgleichelemente 14 werden dabei vor dem Fügen des Walzenzapfens 8 in die Ausnehmungen 29
5 eingelegt. Die Dimensionierung der Ausgleichelemente 14, insbesondere der verformbaren Bereiche an diesen im unbelasteten Zustand erfolgt derart, dass die Anordnung in den Ausnehmungen 29 mit Übergangs- oder Presspassung erfolgt. Dadurch werden die einzelnen Ausgleichelemente 14, die in Erstreckungsrichtung über den Verbindungsbereich in Form von Leisten ausgeführt sind, beim Einfahren
10 des Walzenzapfens 8 in die Öffnung 11 an der Nabe 7 in ihrer Lage fixiert.

Der Träger 25 ist gemäß Figur 8b hier beispielhaft mit Spiel gegenüber der Ausnehmung eingeführt und liegt am Flachzapfen 19 an. Das Spiel wird über einen Spalt zwischen Träger 25 und Aussparung 29 realisiert. Dieser ist in einer ersten Richtung in Einbaulage betrachtet, welcher einer Richtung senkrecht zur
15 Rotationsachse R entspricht, durch eine Länge L charakterisiert und in einer zweiten Richtung, senkrecht zur ersten Richtung und senkrecht zur Längsrichtung durch eine Weite W. Dadurch wird das Ausgleichelement 14 vollständig von Welle und Nabe, d.h. Treffer 18 und Flachzapfen 19 eingehaust. Bei Verformung ermöglicht der Spalt eine Aufnahme verformten Materials des elastischen,
20 insbesondere verformbaren inkompressiblen Bereiches 31.

Denkbar, hier jedoch nicht dargestellt ist es ferner, sowohl den verformbaren inkompressiblen Bereiches 31 als auch den Träger 25 mit Spiel gegenüber der Aussparung 29 in der zweiten Richtung, d.h. quer zur Längsrichtung auszubilden. Die Fixierung erfolgt dann über Spielfreiheit in der ersten Richtung im
25 unbelasteten Zustand.

Im dargestellten Fall sind die Ausgleichelemente 14 als Verbundbauteile ausgeführt, die einen ersten Bereich, beispielsweise gebildet von einem Träger 25 und einen zweiten Bereich 31, gebildet von einem Elastomer oder Kunststoff aufweisen, wie beispielsweise in Figur 5d beschrieben. Der Träger 25 bildet dabei
30 einen festen ebenen Anlageteil mit der Anlagefläche 15 zur Anlage am

Flachzapfen 19 und der elastische Bereich 31 bildet einen elastisch verformbaren Anlageteil mit der Anlagefläche 16.

5 Eine vorteilhafte Weiterbildung gemäß Figur 8a sieht in Figur 6 für die Nabe 7 vor, die Ausnehmungen 29 mit einem Hinterschnitt 30 auszuführen, sodass die Leisten entsprechend in radialer Richtung positioniert sind.

10 In einer alternativen, hier nicht dargestellten Ausführung ist es ebenfalls denkbar, die Positionierung am Walzenzapfen 19 vorzunehmen. Dies setzt jedoch eine entsprechende Bearbeitung der Zapfenenden voraus.

Die Figur 9 verdeutlicht eine weitere vorteilhafte Ausführung unter Verwendung von mit Druckmittel beaufschlagbarer Ausgleichselemente 14. Auch hier sind beispielhaft vier Ausgleichselemente 14 vorgesehen, die an den Flachseiten 9 und 10 des Flachzapfens 19 bezogen auf die Mittenebene E zueinander diagonal angeordnet sind. Diese bilden sogenannte Pads und bestehen aus einer von einer zumindest elastische Wandbereiche 32 aufweisenden Wandung 33 umgebenen und mit Druckmittel, insbesondere einem inkompressiblen Fluid befüllbaren Kammer 34. Gemäß einer ersten Ausführung erfolgen eine einmalige 20 Beaufschlagung und gegebenenfalls eine bei Leckage zum Ausgleich erfolgende Nachbeaufschlagung der Kammern 34 mit Druckmedium. In diesem Fall sind bei einer Ausführung mit vier Ausgleichselementen 14, die symmetrisch bezüglich einer Mittenebene angeordnet sind, jeweils die Diagonale einander gegenüberliegend, vorzugsweise hydraulisch miteinander gekoppelt. Dabei wird der elastische 25 Bereich oder das Ausgleichselement 14, welches mit einem höheren Druck beaufschlagt wird, eine Verdrängung des Fluides in die Kammer 34 am diagonal gegenüberliegenden Ausgleichselement 14 und damit in einen Bereich mit niedrigerer Druckbeaufschlagung bewirken, sodass hier ein Druckausgleich stattfindet, was zu einer homogenen Druckverteilung und so zu einer geringeren 30 maximalen Flächenpressung führt.

Alternativ dazu besteht auch die Möglichkeit, einer aktiven externen Druckbeaufschlagung, womit sich eine Eliminierung des für den Fügevorgang notwendigen Spiels realisieren lässt. In diesem Fall erfolgt nach der Montage des Flachzapfens erst die Einstellung der Elastizität der Ausgleichselemente 14
5 zwischen Nabe 7 und Wellenzapfen 8.

Die in den vorgenannten Figuren beschriebene Welle-Nabe-Verbindung 6 ist in besonders vorteilhafter Ausführung in Walzwerken einsetzbar. Ein derartiger Antriebsstrang 1 ist bereits in der Figur 1 beispielhaft beschrieben. Die
10 erfindungsgemäße Welle-Nabe-Verbindung 6 wird zwischen Gelenkwelle und Arbeitswalze 2 installiert. In vorteilhafter Ausbildung wird die Welle von einer Arbeitswalze und die Nabe von einem Zapfenaufnehmer gebildet.

Bezugszeichenliste

	1	Antriebsstrang
5	2	Walze, Arbeitswalze
	3	Walzwerk
	4	Antriebsmaschine
	5	Gelenkwelle
	6	Welle-Nabe-Verbindung
10	6'	Welle-Nabe-Verbindung Stand der Technik
	7	Nabe
	7'	Nabe – Stand der Technik
	8	Walzenzapfen
	8'	Walzenzapfen – Stand der Technik
15	9	Flachzapfenseite
	9'	Flachzapfenseite - Stand der Technik
	10	Flachzapfenseite
	10'	Flachzapfenseite - Stand der Technik
	11	Öffnung im Treffer
20	11'	Öffnung im Treffer - Stand der Technik
	12	Flächenbereich am Flachzapfen
	12'	Flächenbereich am Flachzapfen – Stand der Technik
	13	Flächenbereich an Innenumfang des Treffers
	13'	Flächenbereich an Innenumfang des Treffers –Stand der Technik
25	14	Ausgleichelement
	15	Anlagefläche
	16	Anlagefläche
	17	Innenumfang Treffer
	17'	Innenumfang Treffer – Stand der Technik
30	18	Treffer, Zapfenaufnehmer
	18'	Treffer – Stand der Technik

	19	Flachzapfen
	19	Flachzapfen – Stand der Technik
	20	Verbindungsbereich
	21	Einrichtung zur flächigen Lasteinleitung
5	22	Anfangsbereich Verbindungsbereich in Längsrichtung
	23	Endbereich Verbindungsbereich in Längsrichtung
	24	Endbereich
	25	Träger
	26	Grundelement
10	27	Grundelement
	28	Verbindungssteg
	29	Aussparung
	30	Hinterschnitt, Hinterschneidung
	31	elastischer Bereich, verformbarer inkompressibler Bereich
15	32	Wandbereich
	33	Wandung
	34	Kammer
	35	Verbindungssteg
	R	Rotationsachse
20	E	Mittenebene
	W	Spaltweite
	L	Spaltlänge

5

Patentansprüche

1. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6), insbesondere Walzenzapfen-Trefferverbindung für den Einsatz in Walzwerken (3), wobei zumindest ein
10 Teilbereich einer um eine in Längsrichtung verlaufende Rotationsachse (R) rotierbaren Welle mit einer Nabe (7) unter Ausbildung eines Verbindungsbereiches (20) mit einer Spielpassung formschlüssig ineinandergreifend zueinander angeordnet sind und zwischen der Welle und der Nabe (7) eine Einrichtung (21) zur flächigen Lasteinleitung
15 vorgesehen ist, wobei die Einrichtung (21) zumindest ein Ausgleichelement (14) umfasst, welches zumindest bei Drehmomentübertragung jeweils die Welle und die Nabe (7) flächig berührt
dadurch gekennzeichnet,
dass das einzelne Ausgleichelement (14) wenigstens einen verformbaren, weitestgehend inkompressiblen Bereich aufweist und an der Nabe (7)
20 und/oder an der Welle vorgesehenen Aussparungen (29) eingelegt oder eingepresst ist.
2. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach Anspruch 1,
25 **dadurch gekennzeichnet,**
dass das einzelne Ausgleichelement (14) in den an der Nabe (7) und/oder an der Welle vorgesehenen Aussparungen (29) in einer ersten Richtung senkrecht zur Längsrichtung betrachtet zwischen Welle und Nabe frei von Spiel gegenüber Welle und Nabe und mit Spiel innerhalb der Aussparung in
30 der Welle und/oder Nabe in einer zweiten Richtung senkrecht zur ersten Richtung betrachtet eingelegt oder eingepresst ist.
3. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

dass das einzelne Ausgleichelement (14) sich in Längsrichtung der Rotationsachse (R) zumindest über einen Teilbereich des Verbindungsbereiches (20) oder über den gesamten Verbindungsbereich (20) erstreckend ausgeführt ist.

5

4. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Mehrzahl von Ausgleichelementen (14) vorgesehen ist, die

10

- jeweils in den in Richtung der Rotationsachse (R) betrachtet liegenden Endbereichen des Verbindungsbereiches (20) und/oder
- über zumindest einen Teilbereich des Verbindungsbereiches (20) in Längsrichtung der Rotationsachse (R) betrachtet beabstandet zueinander angeordnet sind, wobei die Anordnung einzeln oder gekoppelt über ein die

15

Ausgleichelemente (14) verbindendes Trägerelement erfolgt.

5. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

20

dass die einzelne Aussparung (29) zumindest einen in radialer Richtung und/oder Längsrichtung wirksamen Hinterschnitt aufweist.

6. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach einem der vorgenannten Ansprüche,

25

dadurch gekennzeichnet,

dass die Welle einen Zapfen, insbesondere Walzenzapfen (8) in nicht rotationssymmetrischer Ausführung aufweist, welcher jedoch zumindest bezüglich einer durch die Rotationsachse (R) und einer Senkrechten zu dieser beschreibbaren Mittenebene (E) symmetrisch ausgeführt ist und die

30

Anordnung eines einzelnen Ausgleichelementes (14) gemäß zumindest einer der Anordnungen aus der nachfolgenden Gruppe oder einer Kombination aus diesen erfolgt:

- im Bereich der Mittenebene (E) und/oder
- von der Mittenebene (E) beabstandet.

7. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach Anspruch 6,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

dass zumindest zwei Ausgleichelemente (14) vorgesehen sind, die symmetrisch oder paarweise diagonal zur Mittenebene (E) zwischen Welle und Nabe (7) angeordnet sind, wobei die Anordnung derart erfolgt, dass diese in einer Drehrichtung wirksam sind und/oder

10 dass eine Mehrzahl von Ausgleichelementen (14) vorgesehen ist, die jeweils paarweise diagonal zur Mittenebene (E) zwischen Welle und Nabe (7) angeordnet sind, wobei die Anordnung derart erfolgt, dass zumindest ein Teil der Ausgleichelemente (14) in einer Drehrichtung und der andere Teil in der anderen Drehrichtung wirksam ist.

15

8. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach einem der vorgenannten Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

20 dass das einzelne Ausgleichelement zumindest teilweise aus einem Material mit einer Querkontraktionszahl im Bereich von $M_y = 0,3$ bis $0,5$, besonders bevorzugt $0,5$ ausgebildet ist.

9. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach einem der vorgenannten Ansprüche,

25 **dadurch gekennzeichnet,**

dass das einzelne Ausgleichelement (14) zumindest teilweise aus zumindest einem Material oder einer Materialkombination aus der nachfolgenden Gruppe ausgeführt ist:

- Elastomer
- 30 - Kunststoff
- Faserverbundwerkstoff
- Hybrid aus einem Metall und einem der vorgenannten Materialien

- ein gekapseltes Fluid, insbesondere Flüssigkeit.

10. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach einem der vorgenannten Ansprüche,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

dass das einzelne Ausgleichelement (14) zumindest eine mit einem inkompressiblen Fluid befüllbare Kammer (34) umfasst, wobei die die Kammer (34) umschließenden Wandbereiche (32) zumindest teilweise elastisch verformbar sind.

10

11. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass jeweils zwei diagonal zur durch die Rotationsachse (R) der Welle und einer Senkrechten zu dieser beschreibbaren Mittenebene (E) angeordnete Ausgleichelemente (14) miteinander hydraulisch gekoppelt sind.

15

12. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass das in einer Aussparung (29) aufgenommene Ausgleichelement (14) von einem leistenförmigen Träger und zumindest einen verformbaren , inkompressiblen Bereich bildenden Teil gebildet ist, wobei der inkompressiblen Bereich bildenden Teil flächig am Innenumfangsbereich der Aussparung (29) anliegt.

20

13. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach einem der vorgenannten Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Verformbarkeit des einzelnen verformbaren, weitestgehend inkompressiblen Bereiches als Funktion zumindest einer Größe oder einer Kombination aus der nachfolgend genannten Gruppe von Größen eingestellt ist:

30

- des Materials

- der Geometrie in Längsrichtung in Einbaulage
- der Geometrie quer zur Längsrichtung in Einbaulage.

14. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach einem der vorgenannten Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Spiel zwischen Ausgleichelement und der Aussparung in der zweiten Richtung über einen Spalt zwischen Ausgleichelement und dem jeweiligen die Aussparung aufweisenden Element – Welle und/oder Nabe als Funktion zumindest einer Größe oder einer Kombination aus der nachfolgend genannten Gruppe von Größen gewählt ist:

- Shore-Härte des Materials
- Spaltweite in der zweiten Richtung
- Spatlänge in der ersten Richtung.

15. Drehfeste Welle-Nabe-Verbindung (6) nach einem der vorgenannten Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Welle von einer Arbeitswalze (2) gebildet wird und die Nabe (7) von einem Zapfenaufnehmer einer Gelenkspindel, insbesondere Treffer (18).

16. Zapfenaufnehmer einer Gelenkspindel zur Aufnahme eines Zapfens (8) eines Anschlussaggregates, insbesondere Walze (2) zur Realisierung einer drehfesten Welle-Nabe-Verbindung (6) für den Einsatz in Walzwerken (3), mit einer in Längsrichtung verlaufenden Öffnung (11) zur Aufnahme eines Zapfens (8) eines um eine Rotationsachse (R) rotierbaren Anschlussaggregates, insbesondere einer Walze (2);

dadurch gekennzeichnet,

dass an der durch die Öffnung (11) beschreibbaren Innenumfangsfläche zumindest eine randoffene Aussparung (29) vorgesehen ist, in welcher ein Ausgleichelement (14) einer Einrichtung (21) zur flächigen Lasteinleitung

form- und/oder kraftschlüssig aufgenommen ist, wobei das Ausgleichelement (14) eine Oberfläche aufweist, die zumindest zeitweise flächig am von der Aussparung (29) gebildeten Teilbereich der Innenumfangsfläche anliegt.

5

17. Zapfenaufnehmer nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die einzelne Aussparung (29) zumindest einen in radialer Richtung und/oder Längsrichtung wirksamen Hinterschnitt aufweist.

10

18. Zapfenaufnehmer nach einem der Ansprüche 16 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Öffnung (11) frei von einer rotationssymmetrischen Ausführung ist, jedoch bezüglich einer durch die Längsachse und einer Senkrechten zu dieser beschreibbaren Mittenebene (E) symmetrisch ausgeführt ist und die Anordnung und Ausbildung der einzelnen Aussparung (29) zur Aufnahme des einzelnen Ausgleichelementes (14) gemäß zumindest einer der Anordnungen aus der nachfolgenden Gruppe oder einer Kombination aus diesen erfolgt:

15

- 20 - im Bereich der Mittenebene (E) und/oder
- von der Mittenebene (E) beabstandet.

20

19. Zapfenaufnehmer nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Mehrzahl von Ausgleichelemente (14) aufnehmenden Aussparungen (29) vorgesehen ist, die jeweils paarweise diagonal zur Mittenebene (E) angeordnet sind, wobei die Anordnung derart erfolgt, dass zumindest ein Teil der Ausgleichelemente (14) in einer Drehrichtung und der andere Teil in der anderen Drehrichtung wirksam ist.

25

30

20. Zapfenaufnehmer nach einem der Ansprüche 16 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,

dass das einzelne Ausgleichelement (14) sich in Längsrichtung der Öffnung zumindest über einen Teilbereich erstreckend angeordnet ist und/oder

dass eine Mehrzahl von Ausgleichelementen (14) vorgesehen ist, die

- jeweils in den in Längsrichtung der Öffnung (11) betrachtet liegenden Endbereichen und/oder

- über zumindest einen Teilbereich der Erstreckung der Öffnung in Längsrichtung betrachtet beabstandet zueinander angeordnet sind, wobei die Anordnung einzeln oder gekoppelt über ein die Ausgleichelemente (14) verbindendes Trägerelement erfolgt.

21. Zapfenaufnehmer nach einem der Ansprüche 16 bis 20,

dadurch gekennzeichnet,

dass das einzelne Ausgleichelement zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig aus einem Material mit einer Querkontraktionszahl im Bereich von $\mu_y = 0,3$ bis $0,5$, besonders bevorzugt $0,5$ ausgebildet ist.

22. Zapfenaufnehmer nach einem der Ansprüche 16 bis 21,

dadurch gekennzeichnet,

dass das einzelne Ausgleichelement (14) zumindest teilweise aus zumindest einem Material oder einer Materialkombination aus der nachfolgenden Gruppe ausgeführt ist:

- Elastomer

- Kunststoff

- Faserverbundwerkstoff

- Hybrid aus einem Metall und einem der vorgenannten Materialien

- ein gekapseltes Fluid, insbesondere Flüssigkeit.

23. Zapfenaufnehmer nach Anspruch 22,

dadurch gekennzeichnet,

dass das in einer Aussparung (29) aufgenommene Ausgleichelement (14) von einem leistenförmigen Träger und zumindest einen verformbaren, inkompressiblen Bereich bildenden Teil gebildet ist, wobei der

inkompressiblen Bereich bildenden Teil flächig am Innenumfangsbereich der Aussparung (29) anliegt.

24. Zapfenaufnehmer nach einem der Ansprüche 16 bis 23,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Verformbarkeit des einzelnen verformbaren, weitestgehend inkompressiblen Bereiches des Ausgleichelementes (14) als Funktion zumindest einer Größe oder einer Kombination aus der nachfolgend genannten Gruppe von Größen eingestellt ist:

- 10
- des Materials
 - der Geometrie in Längsrichtung in Einbaulage
 - der Geometrie quer zur Längsrichtung in Einbaulage.

25. Zapfenaufnehmer nach einem der Ansprüche 16 bis 24,

15 **dadurch gekennzeichnet,**

dass das einzelne Ausgleichelement (14) zumindest eine mit einem inkompressiblen Fluid befüllbare Kammer (34) umfasst, wobei die Kammer (34) umschließenden Wandbereiche (32) zumindest teilweise elastisch verformbar sind.

20

26. Zapfenaufnehmer nach Anspruch 25,

dadurch gekennzeichnet,

dass jeweils zwei diagonal zur durch die Längsrichtung der Öffnung (11) und einer Senkrechten zu dieser beschreibbaren Mittenebene (E) angeordnete Ausgleichelemente (14) miteinander hydraulisch gekoppelt sind.

25

27. Antriebsanordnung für ein Walzwerk zum Antrieb zumindest einer Arbeitswalze, welche über eine Gelenkwelle mit einer Antriebsmaschine gekoppelt ist, wobei zwischen Gelenkwelle und Arbeitswalze eine Verbindungseinrichtung in Form eines Treffers vorgesehen ist und die drehfeste Verbindung zwischen dem Treffer und der Arbeitswalze als

30

Welle-Nabe-Verbindung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 ausgeführt ist.

Fig.1

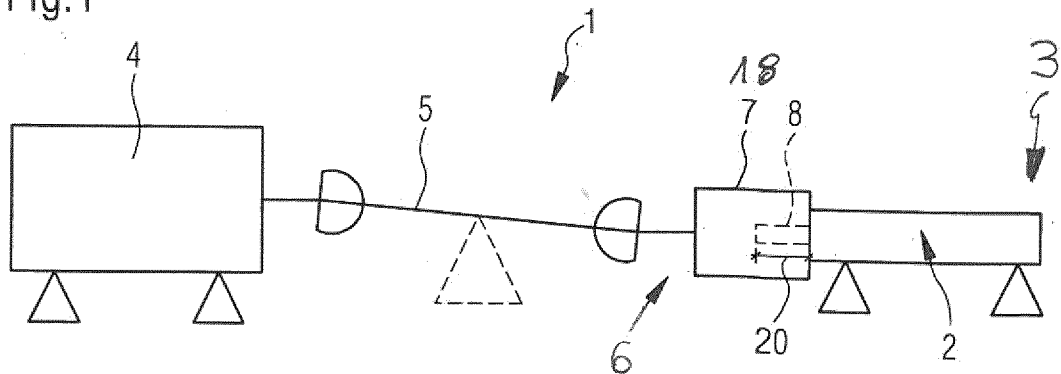


Fig.2a

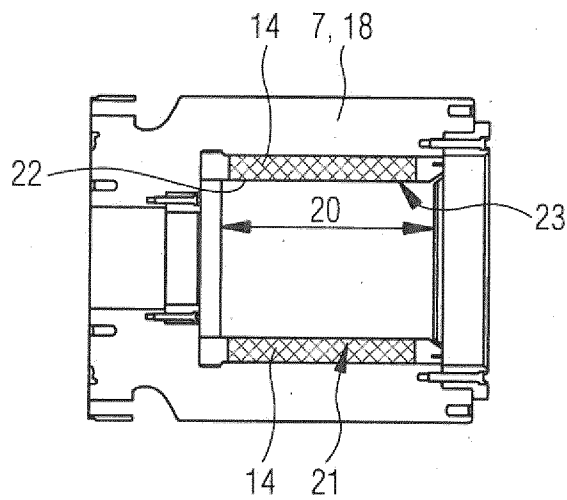


Fig.2b

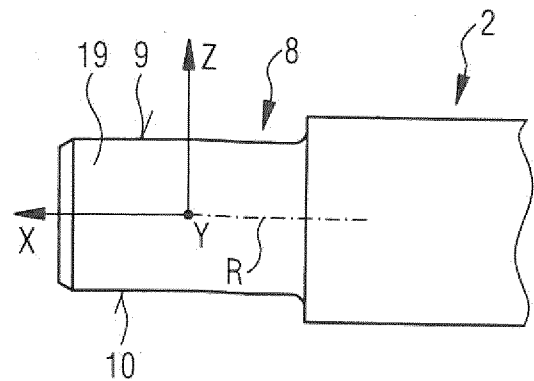


Fig.3

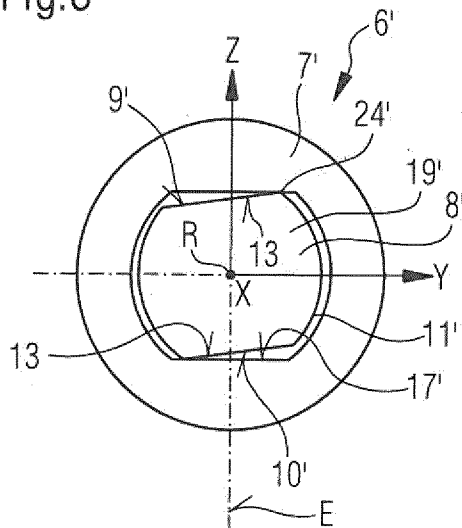


Fig.4a

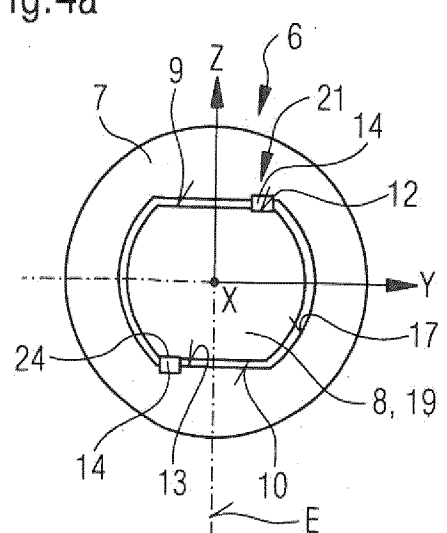


Fig.4b

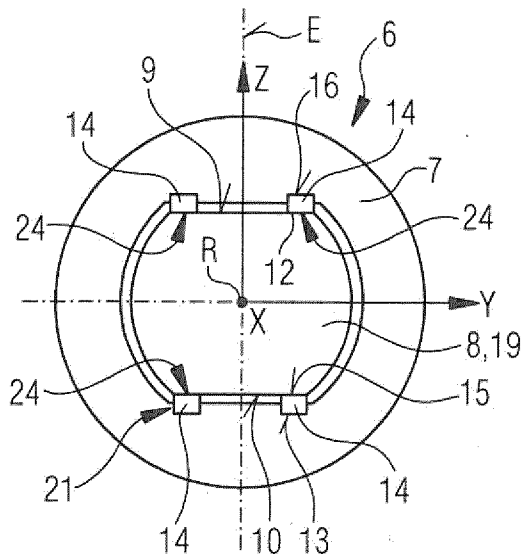


Fig.5a

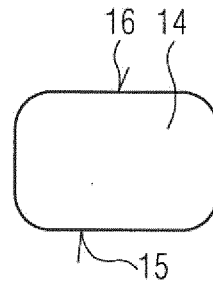


Fig.5b

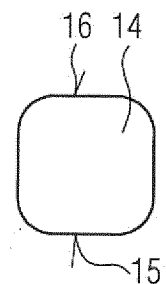


Fig.5c



Fig.5d

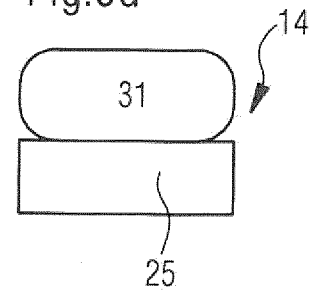


Fig.5e1

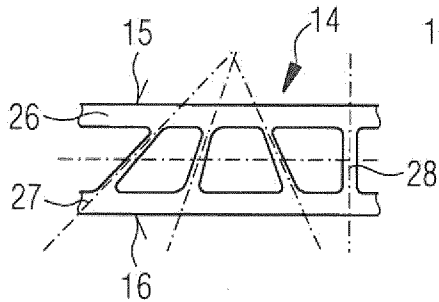


Fig.5e2

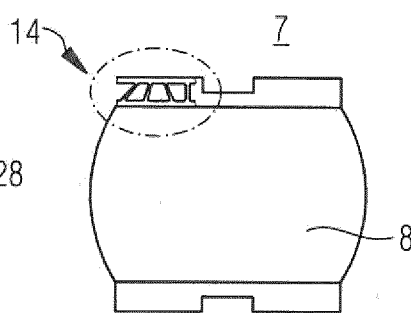


Fig.6

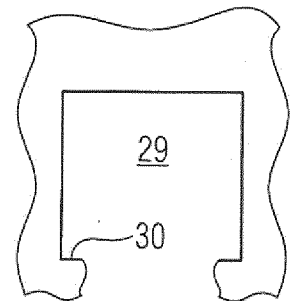


Fig.7a

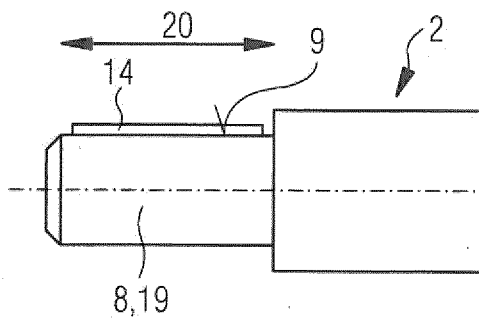


Fig.7b

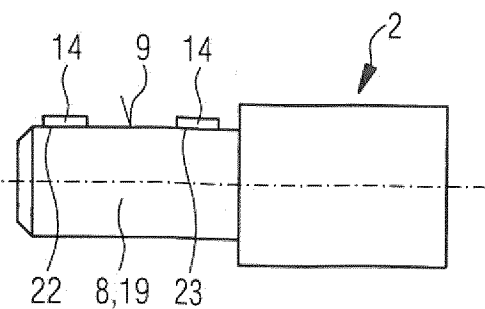


Fig.7c

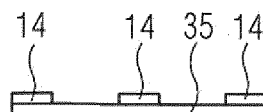


Fig.8a

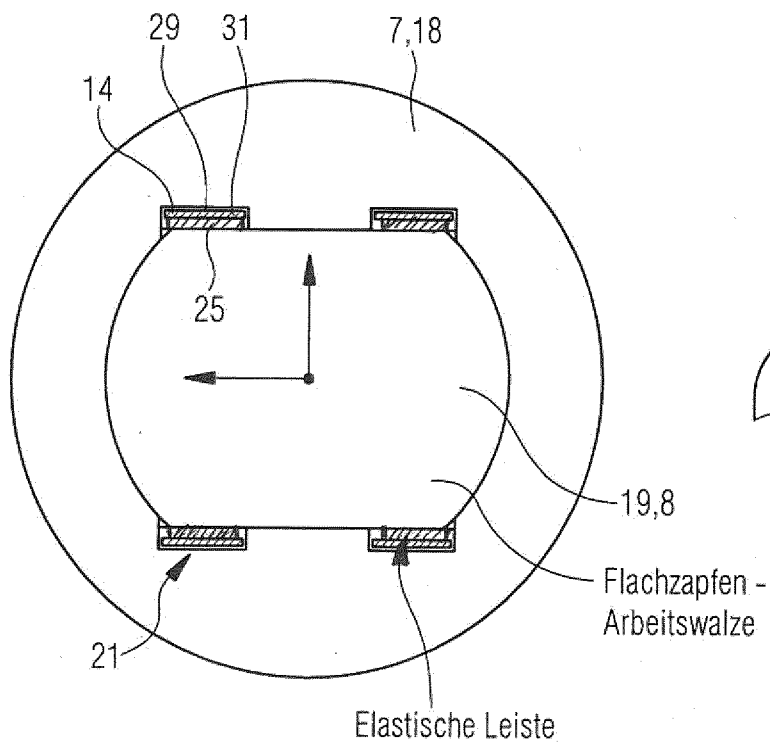


Fig.8b

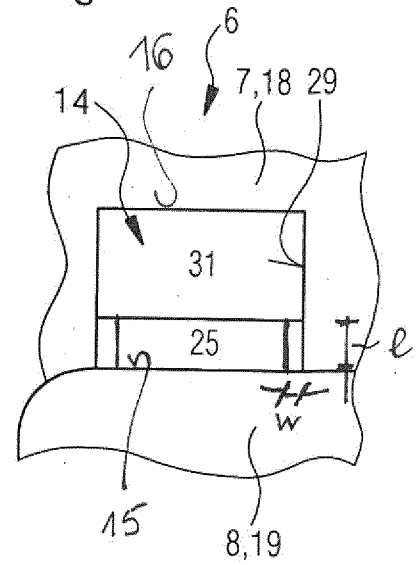
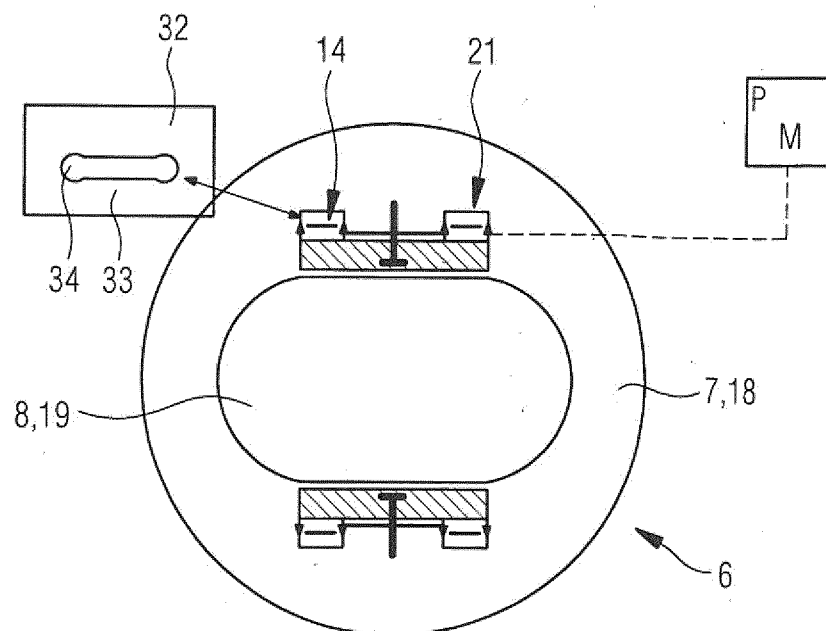


Fig.9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/069871

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B21B35/14 F16D1/06 F16D1/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B21B F16D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 728 538 A1 (KOYO SEIKO CO [JP]) 28 August 1996 (1996-08-28) claims 1-12; figures 1-14 -----	1-27
X	GB 741 408 A (SCHLOEMANN AG) 30 November 1955 (1955-11-30) claims 1-5; figures 1-3 -----	1,16,27
X	US 3 408 829 A (GAGE PAUL E) 5 November 1968 (1968-11-05) column 2, line 1 - column 3, line 75; figures 1-6 -----	1,16,27
X	FR 1 336 605 A (SCHWARTZ & CO G) 30 August 1963 (1963-08-30) the whole document -----	1,16,27



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 November 2014

Date of mailing of the international search report

25/11/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Forciniti, Marco

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/069871

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0728538	A1	28-08-1996	DE 69602387 D1 17-06-1999
		DE 69602387 T2 16-12-1999	
		EP 0728538 A1 28-08-1996	
		JP H08226452 A 03-09-1996	

GB 741408	A	30-11-1955	BE 524676 A 13-11-2014
		FR 1088507 A 08-03-1955	
		GB 741408 A 30-11-1955	

US 3408829	A	05-11-1968	BE 698649 A 20-11-1967
		ES 340709 A1 16-09-1968	
		GB 1180483 A 04-02-1970	
		LU 53660 A1 17-08-1968	
		NL 6706902 A 20-11-1967	
		SE 330675 B 30-11-1970	
		US 3408829 A 05-11-1968	

FR 1336605	A	30-08-1963	BE 622760 A 13-11-2014
		FR 1336605 A 30-08-1963	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/069871

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B21B35/14 F16D1/06 F16D1/02
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B21B F16D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 728 538 A1 (KOYO SEIKO CO [JP]) 28. August 1996 (1996-08-28) Ansprüche 1-12; Abbildungen 1-14 -----	1-27
X	GB 741 408 A (SCHLOEMANN AG) 30. November 1955 (1955-11-30) Ansprüche 1-5; Abbildungen 1-3 -----	1,16,27
X	US 3 408 829 A (GAGE PAUL E) 5. November 1968 (1968-11-05) Spalte 2, Zeile 1 - Spalte 3, Zeile 75; Abbildungen 1-6 -----	1,16,27
X	FR 1 336 605 A (SCHWARTZ & CO G) 30. August 1963 (1963-08-30) das ganze Dokument -----	1,16,27



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. November 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/11/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Forciniti, Marco

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/069871

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0728538	A1	28-08-1996	DE 69602387 D1 17-06-1999
		DE 69602387 T2 16-12-1999	
		EP 0728538 A1 28-08-1996	
		JP H08226452 A 03-09-1996	

GB 741408	A	30-11-1955	BE 524676 A 13-11-2014
		FR 1088507 A 08-03-1955	
		GB 741408 A 30-11-1955	

US 3408829	A	05-11-1968	BE 698649 A 20-11-1967
		ES 340709 A1 16-09-1968	
		GB 1180483 A 04-02-1970	
		LU 53660 A1 17-08-1968	
		NL 6706902 A 20-11-1967	
		SE 330675 B 30-11-1970	
		US 3408829 A 05-11-1968	

FR 1336605	A	30-08-1963	BE 622760 A 13-11-2014
		FR 1336605 A 30-08-1963	
