

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50109/2014  
 (22) Anmeldetag: 13.02.2014  
 (45) Veröffentlicht am: 15.02.2015

(51) Int. Cl.: **F16H 55/14** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
 EP 1245869 A2  
 FR 2730022 A1

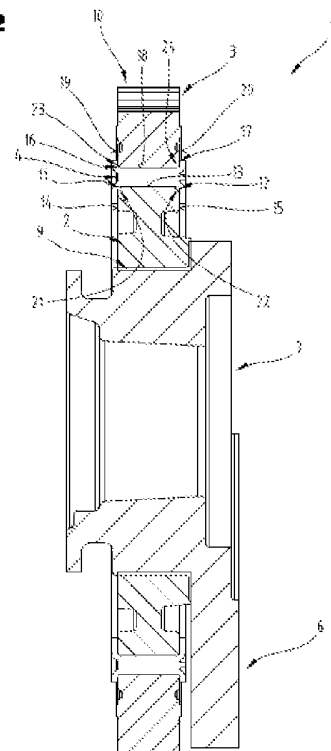
(73) Patentinhaber:  
 Metaldyne International Deutschland GmbH  
 64807 Dieburg (DE)  
 MIBA SINTER AUSTRIA GMBH  
 4663 LAAKIRCHEN (AT)

(74) Vertreter:  
 ANWÄLTE BURGER UND PARTNER  
 RECHTSANWALT GMBH  
 4580 WINDISCHGARSTEN (AT)

(54) **Zahnrad**

(57) Die Erfindung betrifft ein Zahnrad (1) umfassend ein erstes, radial inneres Ringelement (2), das eine radiale Fläche (13) und axiale Stirnflächen (14, 15) aufweist, ein zweites, radial äußeres Ringelement (3), das eine radiale Fläche (18) und axiale Stirnflächen (19, 20) aufweist, und ein Verbindungselement (4), wobei das zweite, radial äußere Ringelement (2) eine Verzahnung (10) aufweist, wobei weiter das Verbindungselement (3) in radialer Richtung zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem zweiten, radial äußeren Ringelement (3) angeordnet ist und mit dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem zweiten, radial äußeren Ringelement (3) verbunden ist, und wobei das Verbindungselement (4) zumindest teilweise aus einem gummielastischen Werkstoff besteht. Dabei sind Kanten (11, 12) im Übergangsbereich von der radialen Fläche (13) zu den axialen Stirnflächen (14, 15) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) im Verbindungsbereich zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem Verbindungselement (4) und Kanten (16, 17) im Übergangsbereich von der radialen Fläche (18) zu den axialen Stirnflächen (19, 20) im Verbindungsbereich zwischen dem zweiten, radial äußeren Ringelement (3) und dem Verbindungselement (4) abgerundet.

**Fig.2**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Zahnrad umfassend ein radial inneres Ringelement, das eine radiale Fläche und axiale Stirnflächen aufweist, ein radial äußeres Ringelement, das eine radiale Fläche und axiale Stirnflächen aufweist, und ein Verbindungselement, wobei das radial äußere Ringelement eine Verzahnung aufweist, wobei weiter das Verbindungselement in radialer Richtung zwischen dem radial inneren Ringelement und dem radial äußeren Ringelement angeordnet ist und mit dem radial inneren Ringelement und dem radial äußeren Ringelement verbunden ist, und wobei das Verbindungselement zumindest teilweise aus einem gummielastischen Werkstoff besteht.

**[0002]** Ausgleichswellen werden in Verbrennungsmotoren bekanntlich dafür eingesetzt, um Schwingungen, die aufgrund freier Massenkräfte und Massenmomente hervorgerufen werden, zu reduzieren. Die Ausgleichswelle wird üblicherweise von der Kurbelwelle angetrieben, wozu diese über ein Zahnrad mit dieser in Wirkverbindung steht. Um dabei die Geräuschentwicklung der miteinander kämmenden Verzahnungen zwischen der Ausgleichswelle und der Kurbelwelle zu reduzieren sowie um Schwingungen aufzufangen sind aus dem Stand der Technik geteilte Zahnräder bekannt, wobei die beiden Teile über eine gummielastisches Verbindungselement verbunden sind.

**[0003]** Derartige geteilte Zahnräder sind prinzipiell zur Schwingungs- und Geräuschdämmung von Maschinenbauteilen bekannt. So beschreibt z.B. die DE 71 35 220 U1 ein schwingungsgedämpftes Getriebezahnrad mit einem Innenteil, das an seiner äußeren Mantelfläche eine Ringnut aufweist, einem ringförmigen, konzentrisch und mit Abstand zum Innenteil angeordneten Außenteil, das an seiner inneren Mantelfläche ebenfalls eine Ringnut aufweist, die zusammen mit der am Innenteil angeordneten Ringnut einen Ringraum bildet, in dem ein Innen- und Außenteil drehfest verbindender gummielastischer Profilring eingesetzt ist, dessen unverformte Radialerstreckung größer ist, als die des zwischen Innen- und Außenteil gebildeten Ringraumes, wobei wenigstens eine der beiden Ringnuten vorzugsweise in regelmäßiger Teilung angeordnete Erweiterungen aufweist.

**[0004]** Ein ähnliches Zahnrad ist aus der US 2,307,129 A bekannt, jedoch mit einem anders ausgeformten elastischen Verbindungselement, das einen rechteckförmigen Querschnitt aufweist.

**[0005]** Anstelle eines einfachen Profilringes kann das elastische Verbindungselement auch aus einem Laminat bestehen, wie dies z.B. aus der US 4,674,351 A bekannt ist.

**[0006]** Aus der EP 2 623 820 A ist ein Zahnrad umfassend einen inneren Teil, welcher mit einem Verursacher von Vibrationen verbunden ist, ein Verbindungselement und einen Zahnkranz, wobei das Verbindungselement so ausgebildet ist, dass die verursachten Vibrationen abgemindert werden. Das Verbindungselement kann aus einem elastischen synthetischen Material, wie RTV-Kunststoff, Silikon oder einem Harzsystem, bestehen

**[0007]** Die gummielastischen Verbindungselemente werden aber auch zur Zentrierung der damit verbundenen Teile des geteilten Zahnrades verwendet, wie diese aus der DE 31 53 109 C2 bekannt ist. Diese Druckschrift beschreibt ein geräuschgedämpftes Maschinenelement, bestehend aus zwei über ein Dämpfungselement formschlüssig miteinander verbundenen, insbesondere koaxial zueinander angeordneten Teilen, insbesondere der Nabe und dem Laufkranz eines Rades, wobei das die beiden Teile verbindende, an schrägen Wandungen anliegende Dämpfungselement aus gießfähigem Material besteht, das vom gießfähigen Zustand unter Schrumpfen in den elastischen Zustand übergeht, wobei die durch das Dämpfungselement verbundenen Teile um die gemeinsame Achse herum gleichmäßig verteilt angeordnete, zur Trennfuge hin derart offene Aufnahmebereiche für das an den schrägen Wandungen anliegende Material aufweisen, wobei beim Schrumpfen das Material einen Zuganker bildet und gegen diese Wandungen wie ein Spannkonus oder Spannkeil zentrierend gezogen wird.

**[0008]** Die DE 602 05 710 T2 beschreibt ein Ausgleichssystem für einen Verbrennungsmotor,

aufweisend eine Antriebswelle, welche ein erstes Ritzel trägt, das durch einen Zahnring der Kurbelwelle des Motors angetrieben wird, und ein zweites Ritzel, das eine Abtriebswelle durch ein drittes Ritzel antreibt, das fest auf dieser letzteren befestigt ist, wobei das erste Ritzel einen Ring aus nachgiebigem Material, wie z.B. Kautschuk, enthält, der zwischen zwei Ringen aus Stahl eingefügt ist, die jeweils an der Antriebswelle und am Inneren des Ritzels befestigt sind. In dieser Druckschrift wurde auch schon erkannt, dass der nachgiebige Ring die Schwingungen, die durch die Kurbelwelle übertragen werden, absorbiert, und somit einer erhöhten Belastung unterliegt. Daher wird in einer besonderen Ausführungsform vorgeschlagen, dass der Ring die Form einer Margerite oder eine elliptische Form aufweist, um eine nichtlineare Steifigkeit in das System derart einzuführen, sodass Resonanzphänomene vermieden werden, welche einen Riss des Systems hervorrufen können, unter einem Entkoppeln der Schwingungen, welche von der Kurbelwelle herkommen.

**[0009]** Die EP 1 245 869 A2 beschreibt ein Zahnrad, umfassend ein Innenteil und ein ringförmiges, außenumfangsseitig mit Zähnen versehenes Außenteil, wobei das Außenteil das Innenteil mit radialem Abstand außenumfangsseitig umschließt und wobei in dem durch den Abstand gebildeten Spalt zumindest ein Federkörper aus elastomerem Werkstoff angeordnet ist. Der Federkörper kann im Wesentlichen wellenförmig, in Umfangsrichtung in sich geschlossen, ausgebildet sein.

**[0010]** Die FR 2 730 022 A1 beschreibt einen Mechanismus bestehend aus einem Antriebsritzel das durch einen Motor gedreht wird, und ein angetriebenes Zahnrad, das mit dem Ritzel kämmt. Das Zahnrad weist einen Stoßdämpfer auf, der zwischen seiner Nabe und der Verzahnung angeordnet ist.

**[0011]** Speziell in der Anwendung derartiger Zahnräder in Ausgleichswellen unterliegen diese Zahnräder einer erhöhten mechanischen Belastung aufgrund der Unwucht, die dazu führt, dass sich der Achsabstand des inneren Ringelements relativ zum äußeren Ringelement ändert. Dadurch unterliegt das zwischen diesen beiden Ringelementen angeordnete elastische Verbindungselement einer ständig wechselnden Zug- und Druckbelastung. Infolgedessen kann es zum Abreißen des Verbindungselementes kommen.

**[0012]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Anbindung des elastischen Verbindungselementes an die beiden Ringelemente in einem derartigen Zahnrad zu verbessern.

**[0013]** Diese Aufgabe der Erfindung wird bei dem eingangs genannten Zahnrad dadurch gelöst, dass Kanten im Übergangsbereich von der radialen Fläche zu den axialen Stirnflächen des radial inneren Ringelementes im Verbindungsbereich zwischen dem radial inneren Ringelement und dem Verbindungselement und Kanten im Übergangsbereich von der radialen Fläche zu den axialen Stirnflächen im Verbindungsbereich zwischen dem radial äußeren Ringelement und dem Verbindungselement abgerundet sind.

**[0014]** Von Vorteil ist dabei, dass damit die Dauerbelastbarkeit des Zahnrades, insbesondere des Verbindungselementes, verbessert werden kann. Durch die Ausbildung von runden Kanten an dem radial inneren und dem radial äußeren Ringelement kann die punktuelle Überbelastung des Verbindungsbereiches an den Kanten vermieden werden. Damit können die auftretenden, ständig wechselnden Druck- und Zugbelastungen des Verbindungselementes von diesem besser aufgenommen werden. Darüber hinaus kann aber auch die Kerbwirkung der Kanten vermieden werden. Es ist damit möglich, das Verbindungselement hinsichtlich seiner Geometrie einfach zu gestalten, sodass eine komplizierte Form des Verbindungselementes, wie sie die voranstehend genannte DE 602 05 710 T2 zur Vermeidung des Systembruchs verwendet, nicht notwendig ist. Durch die Rundung werden weiter die Flächen, die für die Verbindung des radial inneren Ringelementes und des radial äußeren Ringelementes mit dem Verbindungselement zur Verfügung steht, vergrößert, womit ebenfalls die Dauerbelastbarkeit verbessert werden kann. Durch die Rundungen der Kanten wird auch erreicht, dass bei bündiger Ausbildung des Verbindungselementes zu den axialen Stirnflächen der beiden Ringelemente, das Verbindungselement die Ringelemente im Verbindungsbereich radial umgreift, womit Zug- und Druck-

belastungen des Zahnrades in axialer Richtung ebenfalls besser aufgenommen werden können. Als Nebeneffekt haben die gerundeten Kanten den Vorteil, dass die beiden Ringelemente besser entformt werden können, wenn diese aus Sinterwerkstoffen hergestellt werden.

**[0015]** Nach einer Ausführungsvariante des Zahnrades kann vorgesehen sein, dass sich das Verbindungselement in axialer Richtung über das radial innere Ringelement und das radial äußere Ringelement vorstehend und in radialer Richtung das radial innere Ringelement und/oder das radial äußere Ringelement teilweise überdeckend erstreckt. Es wird damit eine weitere Verbesserung des Verbundes des Verbindungselementes mit den beiden Ringelementen erreicht, wodurch in weiterer Folge die Dauerfestigkeit dieser Verbindung erreicht werden kann.

**[0016]** Aus den gleichen Gründen kann weiter vorgesehen sein, dass das radial innere Ringelement an zumindest einer axialen Stirnfläche eine Ausnehmung und/oder das radial äußere Ringelement an zumindest einer axialen Stirnfläche eine Ausnehmung aufweist/aufweisen und dass das Verbindungselement in die Ausnehmung oder die Ausnehmungen eingreift. Aus voranstehenden Gründen sind dabei Kanten der Ausnehmungen in den axialen Stirnflächen ebenfalls mit einer Rundung versehen.

**[0017]** Alternativ oder zusätzlich dazu kann ebenfalls zur Verbesserung des Verbundes zwischen dem Verbindungselement und den Ringelementen vorgesehen sein, dass das radial innere Ringelement an zumindest einer radialen Fläche eine Ausnehmung und/oder das radial äußere Ringelement an zumindest einer radialen Fläche eine Ausnehmung aufweist/aufweisen und dass das Verbindungselement in die Ausnehmung oder die Ausnehmungen eingreift, wobei wiederum bevorzugt ist, wenn Kanten der Ausnehmungen in den radialen Flächen ebenfalls mit einer Rundung versehen sind.

**[0018]** Bevorzugt ist das Verbindungselement auf das radial innere Ringelement und das radial äußere Ringelement aufvulkanisiert, da damit die Ausformung der Rundungen im Bereich der gerundeten Kanten im Verbindungselement vollständiger und passgenauer erfolgt.

**[0019]** Es ist auch möglich, dass das radial innere Ringelement auf einem Unwuchtelement angeordnet ist. Es wird damit erreicht, dass der Hebel, den das Unwuchtelement in Bezug auf das Verbindungselement aufweist, deutlich verkürzt werden kann, sodass in weiterer Folge die mechanische Belastung des Verbindungselementes, insbesondere im Verbindungsbereich, verringert werden kann. Darüber hinaus kann damit eine kompakte Baugruppe, insbesondere für eine Ausgleichswelle, zur Verfügung gestellt werden, mit der eine Reduzierung der Bauumlänge in axialer Richtung realisiert werden kann.

**[0020]** Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

**[0021]** Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

**[0022]** Fig. 1 eine erste Ausführungsvariante des Zahnrades in Explosionsdarstellung;

**[0023]** Fig. 2 das Zahnrad nach Fig. 1 in Seitenansicht geschnitten;

**[0024]** Fig. 3 einen Ausschnitt aus einer weiteren Ausführungsvariante des Zahnrades im Querschnitt;

**[0025]** Fig. 4 einen Ausschnitt aus einer anderen Ausführungsvariante des Zahnrades im Querschnitt;

**[0026]** Fig. 5 einen Ausschnitt aus einer anderen Ausführungsvariante des Zahnrades im Querschnitt;

**[0027]** Fig. 6 einen Ausschnitt aus einer weiteren Ausführungsvariante des Zahnrades im Querschnitt;

**[0028]** Fig. 7 einen Querschnitt einer anderen Ausführungsvariante des Zahnrades.

**[0029]** Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungs-

formen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

**[0030]** In den Fig. 1 und 2 ist eine erste Ausführungsvariante eines Zahnrades 1 dargestellt. Das Zahnrad 1 besteht aus einem bzw. umfasst ein erstes, radial inneres Ringelement 2, einem/ein zweites, radial äußeres Ringelement 3 und einem/ein Verbindungselement 4. Das erste, radial innere Ringelement 2 kann auch als Nabenteil und das zweite, radial äußere Ringelement 3 als Zahnkranz bezeichnet werden.

**[0031]** Das erste, radial innere Ringelement 2 und/oder das zweite, radial äußere Ringelement 3 bestehen bevorzugt aus einem metallischen Werkstoff, beispielsweise aus einem Stahl, vorzugsweise aus einem Sinterwerkstoff, beispielsweise einem Sinterstahl. Es können aber auch andere metallische Werkstoffe für das radial innere Ringelement 2 und/oder das radial äußere Ringelement 3 verwendet werden, wobei das radial innere Ringelement 2 und/oder das radial äußere Ringelement 3 auch aus zumindest zwei unterschiedlichen metallischen Werkstoffen bestehen kann.

**[0032]** Das Verbindungselement 4 besteht zumindest teilweise aus einem gummielastischen Werkstoff, beispielsweise aus einem (X)NBR ((carboxylierter) Acrylnitril-Butadien-Kautschuk), HNBR (Hydrierter Nitril-Kautschuk), einem Silikon-Kautschuk (VMQ), NR (Naturgummi), EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk), CR (Chloropren-Kautschuk), SBR (Styrolbutadienkautschuk) etc., wobei auch hier wiederum Werkstoffmischungen eingesetzt werden können.

**[0033]** Mit „zumindest teilweise“ ist gemeint, dass in dem Verbindungselement 4 z.B. Versteifungselemente, wie z.B. Fasern und/oder Fäden, beispielsweise aus Metall, Kunststoff, Naturfasern, etc., oder Stäbe, etc. eingelagert sein können. Vorzugsweise besteht das Verbindungselement 4 jedoch ausschließlich aus einem gummielastischen Werkstoff.

**[0034]** Das erste, radial innere Ringelement 2 weist eine in axialer Richtung verlaufende Ausnehmung 5, insbesondere eine Bohrung, auf. Dadurch kann das erste, radial innere Ringelement 2 auf einer nicht dargestellten Welle, oder wie in den Fig. 1 und 2 dargestellt, gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung, auf einem Unwuchtelement 6 angeordnet werden. Das Unwuchtelement 6 kann seinerseits wiederum eine Ausnehmung 7, insbesondere eine Bohrung, zur Anordnung auf einer Welle aufweisen.

**[0035]** Derartige Unwuchten werden insbesondere in Ausgleichswellen von Verbrennungsmotoren eingesetzt.

**[0036]** Zur Ausbildung der Unwucht weist das Unwuchtelement 6 eine ungleichmäßige Masseverteilung auf, die durch die Ausbildung einer Unwuchtmasse 8 erreicht wird, wobei sich diese Unwuchtmasse nur über einen Teilbereich des Umfangs des Unwuchtelementes 6 angeordnet bzw. ausgebildet ist.

**[0037]** Das erste, radial innere Ringelement 2 ist vorzugsweise konzentrisch mit dem Unwuchtelement 6 auf diesem angeordnet. Dazu weist das Unwuchtelement 6 einen in axialer Richtung des Zahnrades 1 vorragenden Nabenbereich 9 auf.

**[0038]** Das zweite, radial äußere Ringelement 3 weist an der radial äußeren Stirnfläche eine Verzahnung 10 auf. Diese Verzahnung 10 kann eine dem jeweiligen Anwendungsfall des Zahnrades 1 angepasste Form aufweisen, beispielsweise für die Ausbildung eines Getriebezahnrades. Weiter kann sich die Verzahnung 10 in axialer Richtung des Zahnrades 1 über die gesamte Breite des zweiten, äußeren Ringelementes 3 oder nur über einen Teilbereich dieser Breite erstrecken.

**[0039]** Das zweite, radial äußere Ringelement 3 ist in radialer Richtung oberhalb des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und insbesondere konzentrisch zu diesem angeordnet.

**[0040]** Zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement 2 und dem zweiten, radial äußeren Ringelement 3 ist das Verbindungselement 4 angeordnet. Mit diesem Verbindungselement 4 werden das erste, radial innere Ringelement 2 und das zweite, radial äußere Ringelement 3 zur Ausbildung des Zahnrades 1 miteinander verbunden.

**[0041]** Axial äußere Kanten 11, 12, d.h. die Kanten 11, 12 im Übergangsbereich von einer radialen Fläche 13 zu axialen Stirnflächen 14, 15, des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und axial äußere Kanten 16, 17, d.h. die Kanten 16, 17 im Übergangsbereich von einer radialen Fläche 18 zu axialen Stirnflächen 19, 20, des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 sind zur Erreichung der voranstehend genannten Effekte abgerundet ausgeführt, also mit einer Rundung 21 bis 24 versehen.

**[0042]** Erläuternd sei angemerkt, dass in der dargestellten Ausführungsvariante des Zahnrades 1 die radiale Fläche 13 die radial äußere Stirnfläche des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und die radiale Fläche 18 die radial innere Stirnfläche des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 sind, also jene Flächen der beiden Ringelemente 2, 3, die im zusammengebauten Zustand des Zahnrades aufeinander zuweisen.

**[0043]** Der Radius der Rundungen 21 bis 24 ist vorzugsweise ausgewählt aus einem Bereich von 0,1 mm bis 2 mm, insbesondere aus einem Bereich von 0,4 mm bis 1,5 mm.

**[0044]** Es ist möglich, dass der Radius aller Rundungen 21 bis 24 gleich groß ist. Es ist aber auch möglich, dass zumindest eine der Rundungen 21 bis 24 einen zu den restlichen Rundungen 21 bis 24 unterschiedlichen Radius aufweist. Beispielsweise können die beiden Rundungen 21, 22 des ersten, radial inneren Ringelementes 2 einen größeren Radius aufweisen, als die beiden Rundungen 23 bis 24 des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3. Es ist aber auch möglich, dass die Rundungen 21 und 23 im Bereich der einer axialen Seite des Zahnrades 1, also z.B. im Bereich der axialen Stirnflächen 14, 19, einen größeren Radius aufweisen, also die Rundungen 22 und 24 der zweiten axialen Seite des Zahnrades 1, also z.B. im Bereich der axialen Stirnflächen 15, 20. Mit diesen Ausführungsvarianten des Zahnrades 1, d.h. der unterschiedlichen Gestaltung der Rundungen 21 bis 24, können unterschiedlichste Belastungsfälle des Zahnrades 1 in axialer und radialer Richtung besser berücksichtigt werden.

**[0045]** Im einfachsten Fall sind die Rundungen 21 bis 24 als Teilkreise, beispielsweise Viertelkreise, oder elliptisch ausgeführt. Es sind aber auch andere Ausführungen der Rundungen möglich, wie dies im Folgenden noch näher beschrieben wird.

**[0046]** Wie insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich, kann sich das Verbindungselement 4 in axialer Richtung über das erste, radial innere Ringelement 2 und das zweite, radial äußere Ringelement 3 vorstehend und in radialer Richtung das erste, radial innere Ringelement 2 und/oder das zweite, radial äußere Ringelement 3 teilweise überdeckend erstrecken. Das Verbindungselement 4 kann also insbesondere einen zumindest annähernd H-förmigen bzw. einen H-förmigen Querschnitt aufweisen.

**[0047]** Es ist aber auch möglich, wenngleich nicht bevorzugt, dass das Verbindungselement 4 flächenbündig mit den axialen Stirnflächen 14, 15 des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und/oder flächenbündig mit den axialen Stirnflächen 19, 20 des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 ausgebildet ist.

**[0048]** Ebenso ist es möglich, dass sich Verbindungselement 4 nur im Bereich der axialen Stirnflächen 14, 19 oder nur im Bereich der axialen Stirnflächen 15, 20 des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 in axialer Richtung über diese Flächen vorstehend und in radialer Richtung diese teilweise überdeckend erstreckt.

**[0049]** In der Fig. 3 bis 5 sind weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsformen des Zahnrades 1 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Fig. 1 und 2 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung zu diesen Fig. 1 und 2 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

**[0050]** Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, kann gemäß einer Ausführungsvariante des Zahnrades 1 vorgesehen sein, dass das erste, radial innere Ringelement 2 an der radialen Fläche 13 zumindest eine Ausnehmung 25 und/oder das zweite, radial äußere Ringelement 3 an der radialen Fläche 18 eine Ausnehmung 26 aufweist/aufweisen, wobei das Verbindungselement 4 in die Ausnehmung 25 oder 26 oder die Ausnehmungen 25, 26 eingreift.

**[0051]** Die Ausnehmung 25 oder 26 oder die Ausnehmungen 25, 26 können lediglich in diskreten Bereichen über den äußeren Umfang des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und den inneren Umfang des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 angeordnet sein, wobei selbstverständlich jeweils mehrere der diskreten Ausnehmungen 25, 26 vorgesehen sein können, insbesondere gleichförmig verteilt über den äußeren Umfang des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und den inneren Umfang des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3. In der bevorzugten Ausführungsvariante sind die Ausnehmungen 25, 26 jedoch als Ringnuten ausgeführt.

**[0052]** Weiter besteht die Möglichkeit, dass lediglich eine ringnutförmige Ausnehmung 25 und/oder eine ringnutförmige Ausnehmung 26 vorgesehen ist bzw. vorgesehen sind. Es ist aber auch möglich, mehrere ringnutförmige Ausnehmungen 25 und/oder mehrere ringnutförmige Ausnehmungen 26 in axialer Richtung nebeneinander und voneinander getrennt in den radialen Flächen 13 bzw. 18 vorzusehen. Beispielsweise kann die radiale Fläche 13 oder 18 zumindest annähernd wellenförmig ausgebildet sein bzw. können die radialen Flächen 13, 18 annähernd wellenförmig ausgebildet sein bzw. kann die radiale Fläche 13 oder 18 oder können die radialen Flächen 13, 18 in Art einer Verzahnung mit mehreren nebeneinander angeordneten ringnutförmigen Ausnehmungen 25 und/oder 26 ausgebildet sein.

**[0053]** Weiter besteht die Möglichkeit einer Kombination von zumindest einer diskreten Ausnehmung 25 mit zumindest einer ringnutförmigen Ausnehmung 25 in der radialen Fläche 13 und/oder einer diskreten Ausnehmung 26 mit zumindest einer ringnutförmigen Ausnehmung 26 in der radialen Fläche 18.

**[0054]** Vorzugsweise sind aus voranstehend genannten Gründen die Kanten der Ausnehmungen 25, 26 in den radialen Flächen 13, 18 ebenfalls mit einer Rundung versehen, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist.

**[0055]** Wie in Fig. 4 dargestellt besteht weiter die Möglichkeit, dass die Übergangsbereiche zwischen der radialen Fläche 13 und den axialen Stirnflächen 14, 15 des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und/oder die Übergangsbereiche zwischen der radialen Fläche 18 und den axialen Stirnflächen 19, 20 des zweiten, radial äußeren Ringelementes 2 gestuft ausgeführt ist bzw. sind. Insbesondere können sämtliche dieser Übergangsbereiche gestuft ausgeführt sein. Mit anderen Worten ausgedrückt können die Rundungen 21 bis 24 der Kanten 11, 12 (Fig. 2) des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und/oder die Kanten 16, 17 (Fig. 2) des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 jeweils mit Rundungen 21, 22 bzw. 23, 24 versehen sein, die einen nicht gleichbleibenden Rundungsradius aufweisen.

**[0056]** Es ist dabei möglich, dass zumindest eine der Rundungen 21 bis 24 beispielsweise zwei oder alle vier, einen ersten positiven Radiusbereich (nach außen weisender Rundungsbereich), eine daran anschließenden negativen Radiusbereich (nach innen weisende Rundung) und daran anschließend einen zweiten positiven Radiusbereich (nach außen weisender Rundungsbereich) aufweist.

**[0057]** Zumindest eine der Rundungen 21 bis 24 kann also mit einem zumindest annähernd wellenförmigen Profil versehen sein.

**[0058]** Es kann mit diesen Ausführungen ebenfalls die Verbindung zwischen dem Verbindungselement 4 und dem ersten, radial inneren Ringelement 2 sowie dem zweiten, radial äußeren Ringelement 3 verbessert werden.

**[0059]** Es können weiter auch mehr als eine Abstufung im Bereich zumindest einer der Rundungen 21 bis 24 vorgesehen sein, beispielsweise zwei Abstufungen oder drei Abstufungen,

etc., am ersten, radial inneren Ringelement 2 und/oder am zweiten, radial äußeren Ringelement 3.

**[0060]** Sowohl bei der Ausführungsvariante des Zahnrades 1 nach Fig. 3 als auch bei der Ausführungsvariante des Zahnrades nach Fig. 4 kann vorgesehen sein, dass das Verbindungselement 4 flächenbündig mit dem ersten, radial inneren Ringelement 2 und/oder dem zweiten, radial äußeren Ringelement 3 oder über diese in axialer Richtung vorragend und in radialer Richtung teilweise überdeckend ausgebildet ist (in den Fig. 3 und 4 strichliert gezeigt), wie dies voranstehend erläutert wurde.

**[0061]** Fig. 5 zeigt einen Ausschnitt aus einer weiteren Ausführungsvariante des Zahnrades 1. Dabei kann vorgesehen sein, dass das erste, radial innere Ringelement 2 an zumindest einer der axialen Stirnflächen 14, 15 zumindest eine Ausnehmung 25 und/oder das zweite, radial äußere Ringelement 3 an zumindest einer der axialen Stirnflächen 19, 20 eine Ausnehmung 29, 30 aufweisen, wobei das Verbindungselement 4 in zumindest eine der Ausnehmungen 27 bis 30 oder in die Ausnehmungen 27 bis 30 eingreift.

**[0062]** Die Ausnehmungen 27 bis 30 können lediglich in diskreten Bereichen in den axialen Stirnflächen 14, 15 des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und den axialen Stirnflächen 19, 20 des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 angeordnet sein, wobei selbstverständlich jeweils mehrere der diskreten Ausnehmungen 27 bis 30 vorgesehen sein können, insbesondere gleichförmig verteilt vorgesehen sein können. In der bevorzugten Ausführungsvariante sind die Ausnehmungen 27 bis 30 jedoch als Ringnuten ausgeführt.

**[0063]** Weiter besteht die Möglichkeit, dass lediglich eine ringnutförmige Ausnehmung 27, 28 und/oder eine ringnutförmige Ausnehmung 29, 30 vorgesehen ist bzw. vorgesehen sind. Es ist aber auch möglich, mehrere ringnutförmige Ausnehmungen 27, 28 und/oder mehrere ringnutförmige Ausnehmungen 29, 30 in radialer Richtung übereinander und voneinander getrennt in den axialen Stirnflächen 14, 15, 19, 20 vorzusehen. Beispielsweise kann zumindest eine der axialen Stirnflächen 14, 15, 19, 20 zumindest annähernd wellenförmig ausgebildet sein bzw. können die axialen Stirnflächen 14, 15, 19, 20 annähernd wellenförmig ausgebildet sein bzw. kann die axiale Stirnfläche 17 und/oder 15 und/oder 19 und/oder 20 oder können die axialen Stirnflächen 14 bis 20 zumindest im Bereich des Verbindungselementes 4 in Art einer Verzahnung mit mehreren nebeneinander angeordneten ringnutförmigen Ausnehmungen 27 und/oder 28 und/oder 29 und/oder 30 ausgebildet sein.

**[0064]** Weiter besteht die Möglichkeit einer Kombination von zumindest einer diskreten Ausnehmung 27 bis 30 mit zumindest einer ringnutförmigen Ausnehmung 27 bis 30 in den axialen Stirnflächen 14, 15, 19, 20.

**[0065]** Vorzugsweise sind aus voranstehend genannten Gründen die Kanten der Ausnehmungen 27 bis 30 in den axialen Stirnflächen 14, 15, 19, 20 ebenfalls mit einer Rundung versehen, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist.

**[0066]** Sämtliche Rundungsradien der Kanten der einzelnen Ausführungsvarianten des Zahnrades 1 können aus den voranstehend genannten Bereichen ausgewählt sein.

**[0067]** Zur Herstellung des Zahnrades 1 kann das Verbindungselement 4 vorgeformt werden und danach mit dem ersten, radial inneren Ringelement 2 und dem zweiten, radial äußeren Ringelement 3 verbunden werden, beispielsweise ausschließlich aufgrund der Haftreibung oder durch die Verwendung eines Haftmittels, wie z.B. eines Klebstoffes.

**[0068]** In der bevorzugten Ausführungsvariante des Zahnrades wird das Verbindungselement 4 jedoch in einer entsprechenden Form auf das radial innere Ringelement 2 und das radial äußere Ringelement 3 aufvulkanisiert, insbesondere heiß aufvulkanisiert.

**[0069]** Für die Verbesserung der Verbindungsbildung besteht weiter die Möglichkeit, dass die zumindest eine der radialen Flächen 13, 18 und/oder zumindest eine der axialen Stirnflächen 14, 15, 19, 20, insbesondere sämtliche radialen Flächen 13, 18 und/oder zumindest eine der axialen Stirnflächen 14, 15, 19, 20, zumindest im Bereich der Verbindung mit dem Verbindungs-

dungselement 4 aufgeraut wird, beispielsweise durch (Sand)Strahlen oder durch Schleifen, etc.

**[0070]** Von Vorteil ist es aber auch, wenn zumindest in den Verbindungsbereichen offenporige Sinterbauteile für das erste, radial innere Ringelement 2 und/oder das zweite, radial äußere Ringelement 3 verwendet werden, da damit ebenfalls eine Art Verkrallung zwischen dem Verbindungselement 4 und dem ersten, radial inneren Ringelement 2 und/oder dem zweiten, radial äußeren Ringelement 3 erreicht werden kann.

**[0071]** Es kann weiter von Vorteil sein, wenn zumindest die Flächen des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und/oder des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 im Bereich der Verbindung mit dem Verbindungselement 4 einer Plasmavorbereitung bzw. Plasmaaktivierung unterzogen werden.

**[0072]** Mit Fig. 6 soll verdeutlicht werden, dass auch Kombinationen der Ausführungsvarianten des Zahnrades 1 möglich sind. Dabei weist das radial innere Ringelement 2 die zumindest eine Ausnehmung 25 auf, analog zur Ausführungsvariante des Zahnrades 1 nach Fig. 3. Es sind daher sämtliche voranstehenden Ausführungen zum radial inneren Ringelement 2 der Ausführungsvariante nach Fig. 3 auf die Ausführungsvariante nach Fig. 6 übertragbar und wird darauf ausdrücklich darauf Bezug genommen.

**[0073]** Das radial äußere Ringelement 3 ist hingegen mit zumindest einem Vorsprung 31 ausgebildet, ähnlich der Ausführungsvariante des Zahnrades 1 nach Fig. 4. Dieser Vorsprung 31 erstreckt sich über die radiale innere Fläche 18 des zweiten radial äußeren Ringelementes 3 vorspringend in Richtung auf das erste, radial innere Ringelement 2. Insbesondere ist der zumindest eine Vorsprung 31 als Ringsteg ausgebildet, der wie die ringnutzförmige Ausnehmung 25 bei dieser und/oder den anderen Ausführungsvarianten des Zahnrades 1 sich über den gesamten Umfang sich erstreckend ausgebildet ist. Der Umfang ist dabei bezogen auf die Fläche 18 des radial äußeren Ringelementes 3 in Hinblick auf den zumindest einen Vorsprung 31 und auf die Fläche 13 in Hinblick auf die zumindest einen Ausnehmung 25.

**[0074]** Es kann auch mehr als ein, insbesondere ringstegförmiger Vorsprung 31 an der radial inneren Fläche 18 des zweiten radial äußeren Ringelementes 3 vorgesehen sein. Beispielsweise zwei, drei, vier, etc. Vorsprünge 31, die in axialer Richtung des Zahnrades nebeneinander und beabstandet zueinander angeordnet bzw. ausgebildet sind.

**[0075]** Zudem ist es möglich, dass der Vorsprung 31 oder zumindest einer der mehreren Vorsprünge 31 mit zumindest einer Abstufung 32 - in radialer Richtung betrachtet - ausgeführt ist, wie dies in Fig. 6 strichliert angedeutet ist. Ebenso kann alternativ oder zusätzlich dazu die zumindest eine Ausnehmung 25 des ersten radial inneren Ringelementes 2 mit einer Abstufung 33 ausgeführt sein, wie dies ebenfalls in Fig. 6 strichliert dargestellt ist. Letzteres kann auch bei sämtlichen weiteren Ausführungsvarianten des Zahnrades 1 vorgesehen werden.

**[0076]** Sämtliche Kanten des zumindest einen Vorsprungs 31 können mit Rundungen versehen sein, wobei die Rundungsradien aus voranstehend genanntem Bereich ausgewählt sein können.

**[0077]** Durch die Anordnung mehrerer in axialer Richtung nebeneinander liegender Vorsprünge 31 kann wiederum eine zumindest annähernd wellenförmige oder eine verzahnungsförmige Ausbildung der radial inneren Fläche 18 erreicht werden, wie dies voranstehend bereits ausgeführt wurde.

**[0078]** In der in Fig. 6 dargestellten Ausführungsvariante des Zahnrades 1 befindet sich der Vorsprung 31 in radialer Richtung betrachtet genau über der zumindest einen Ausnehmung 25. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass der zumindest eine Vorsprung 31 in axialer Richtung versetzt zur zumindest einen Ausnehmung 25 angeordnet wird. In diesem Fall kann es von Vorteil sein, wenn mehrere Vorsprünge 31 angeordnet werden, wobei die zumindest eine Ausnehmung 25 in axialer Richtung betrachtet zwischen den Vorsprüngen 31 angeordnet wird.

**[0079]** Selbstverständlich ist im Rahmen der Erfindung auch die umgekehrte Ausführung des Zahnrades möglich, bei der der zumindest eine Vorsprung 31 am ersten radial inneren Rin-

gelement 2 und die zumindest eine Ausnehmung 25 am zweiten radial äußeren Ringelement 3 angeordnet bzw. ausgebildet werden. Die voranstehenden Ausführungen zur Ausführungsvariante des Zahnrades nach Fig. 6 sind entsprechend adaptiert auch auf diese umgekehrte Ausführungsvariante anwendbar. Die Anordnung des zumindest einen Vorsprunges 31 am zweiten, radial äußeren Ringelement 3 und der zumindest einen Ausnehmung am ersten, radial inneren Ringelement 2 wird jedoch bevorzugt.

**[0080]** In Fig. 7 ist eine weitere Ausführungsvariante des Zahnrades 1 dargestellt. Diese Ausführungsvariante ist insbesondere für Kegelzahnräder und/oder Schrägverzahnungen geeignet. Dabei ist die radiale Fläche 13 (Mantelfläche) des ersten inneren Ringelementes 2 gegen die Axialrichtung in einem Winkel 34 geneigt, also das erste radial innere Ringelement 2 kegeltumpfförmig ausgebildet. Ebenso ist die radial innere Fläche 18 des zweiten radial äußeren Ringelementes 3 in einem Winkel 35 gegen die Axialrichtung geneigt. Die Teilungsebene der beiden Teile des Zahnrades 1 verläuft also anders als bei den voranstehend beschriebenen Ausführungsvarianten des Zahnrades 1 nicht achsparallel sondern winkelig dazu.

**[0081]** Vorzugsweise sind die Absolutwerte der beiden Winkel 34, 35 ungleich groß. Die beiden Flächen 13 und 18 verlaufen vorzugsweise nicht parallel zueinander.

**[0082]** Der Zwischenraum zwischen dem ersten radial inneren Ringelement 2 und dem zweiten radial äußeren Ringelement 3 wird wiederum durch das Verbindungselement 4 ausgefüllt.

**[0083]** Die beiden Winkeln 34, 35 können beispielsweise einen Wert von maximal  $50^\circ$  aufweisen, insbesondere ausgewählt sein aus einem Bereich von  $0,1^\circ$  bis  $40^\circ$ .

**[0084]** Sämtliche Ausführungen betreffend die Rundungen von Kanten, die Ausnehmungen in den Flächen 13 und/oder 18 und/oder die Vorsprünge 31 an den Flächen 13 und/oder 18 können auch auf diese Ausführungsvariante des Zahnrads 1 nach Fig. 7 angewandt werden.

**[0085]** Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten des Zahnrades 1, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

**[0086]** Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Zahnrades 1 dieses bzw. dessen Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

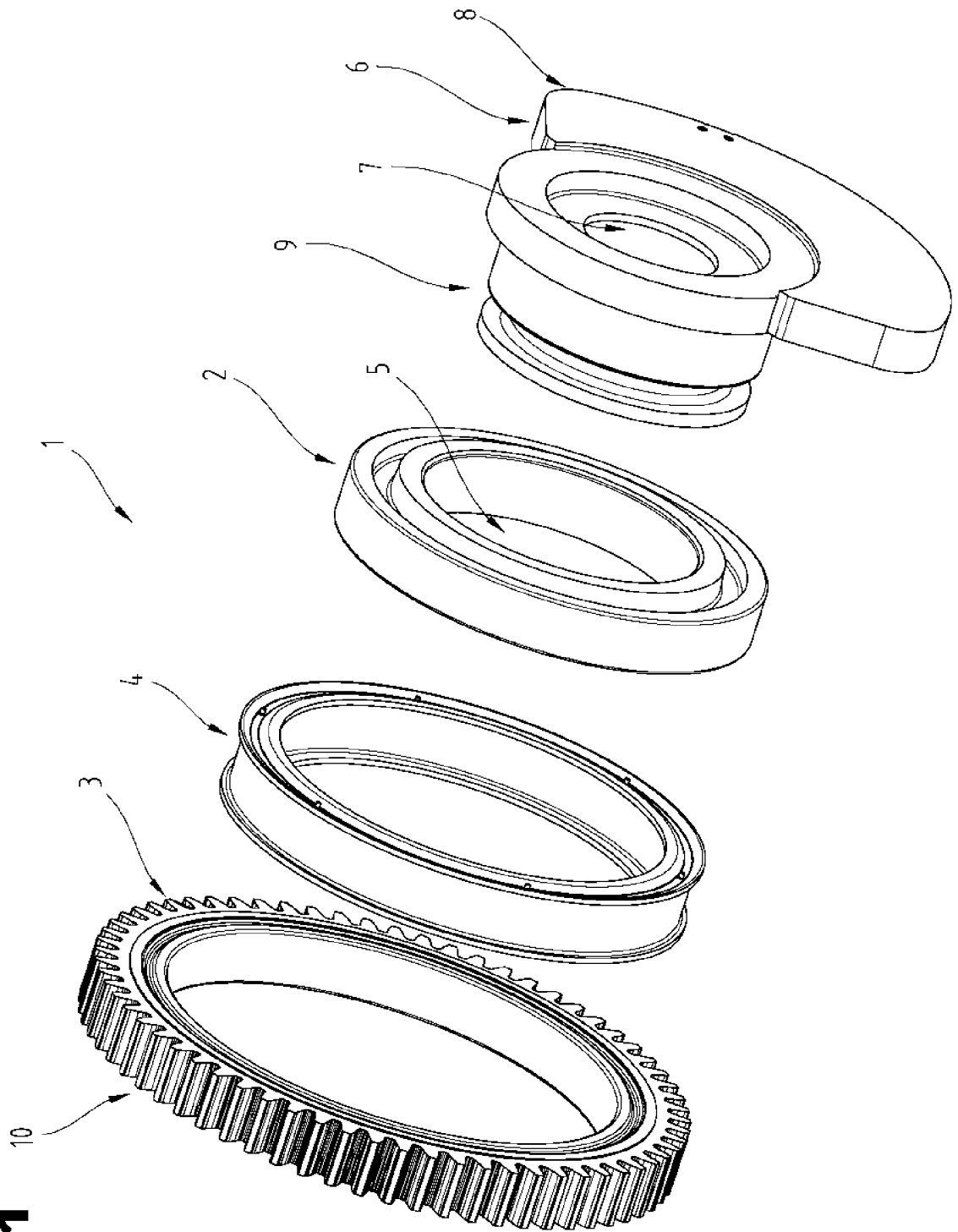
## BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Zahnrad
- 2 Ringelement
- 3 Ringelement
- 4 Verbindungselement
- 5 Ausnehmung
- 6 Unwuchtelement
- 7 Ausnehmung
- 8 Unwuchtmasse
- 9 Nabenbereich
- 10 Verzahnung
- 11 Kante
- 12 Kante
- 13 Fläche
- 14 Stirnfläche
- 15 Stirnfläche
- 16 Kante
- 17 Kante
- 18 Fläche
- 19 Stirnfläche
- 20 Stirnfläche
- 21 Rundung
- 22 Rundung
- 23 Rundung
- 24 Rundung
- 25 Ausnehmung
- 26 Ausnehmung
- 27 Ausnehmung
- 28 Ausnehmung
- 29 Ausnehmung
- 30 Ausnehmung
- 31 Vorsprung
- 32 Abstufung
- 33 Abstufung
- 34 Winkel
- 35 Winkel

## Patentansprüche

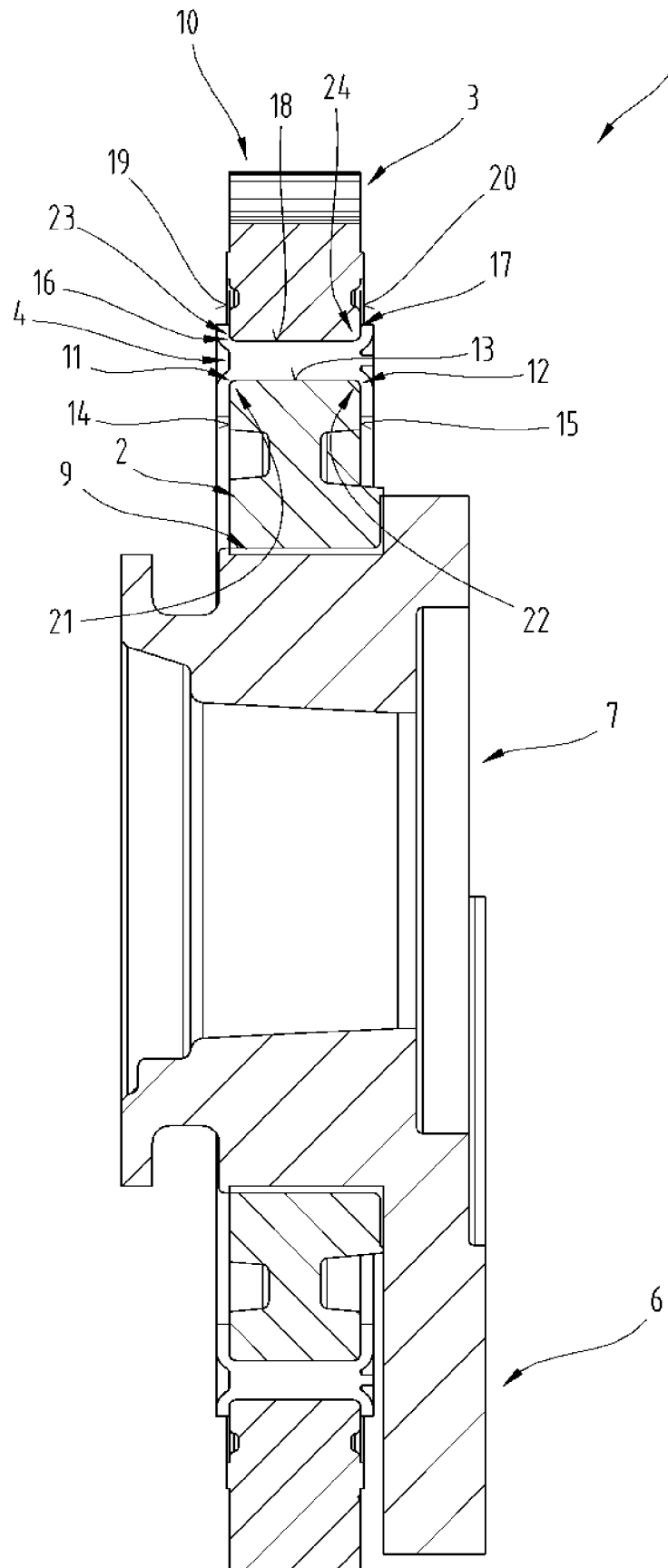
1. Zahnrad (1) umfassend ein erstes, radial inneres Ringelement (2), das eine radiale Fläche (13) und axiale Stirnflächen (14, 15) aufweist, ein zweites, radial äußeres Ringelement (3), das eine radiale Fläche (18) und axiale Stirnflächen (19, 20) aufweist, und ein Verbindungselement (4), wobei das zweite, radial äußere Ringelement (3) eine Verzahnung (10) aufweist, wobei weiter das Verbindungselement (3) in radialer Richtung zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem zweiten, radial äußeren Ringelement (3) angeordnet ist und mit dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem zweiten, radial äußeren Ringelement (3) verbunden ist, und wobei das Verbindungselement (4) zumindest teilweise aus einem gummielastischen Werkstoff besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass Kanten (11, 12) im Übergangsbereich von der radialen Fläche (13) zu den axialen Stirnflächen (14, 15) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) im Verbindungsbereich zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem Verbindungselement (4) und Kanten (16, 17) im Übergangsbereich von der radialen Fläche (18) zu den axialen Stirnflächen (19, 20) im Verbindungsbereich zwischen dem zweiten, radial äußeren Ringelement (3) und dem Verbindungselement (4) abgerundet sind.
2. Zahnrad (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das Verbindungselement (4) in axialer Richtung über das erste, radial innere Ringelement (2) und das zweite, radial äußere Ringelement (3) vorstehend und in radialer Richtung das erste, radial innere Ringelement (2) und/oder das zweite, radial äußere Ringelement (3) teilweise überdeckend erstreckt.
3. Zahnrad (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste, radial innere Ringelement (2) an zumindest einer axialen Stirnfläche (14, 15) zumindest eine Ausnehmung (27, 28) und/oder das zweite, radial äußere Ringelement (3) an zumindest einer axialen Stirnfläche (19, 20) zumindest eine Ausnehmung (29, 30) aufweist/aufweisen und dass das Verbindungselement (4) in die Ausnehmung (27 oder 28 oder 29 oder 30) oder die Ausnehmungen (27 bis 30) eingreift.
4. Zahnrad (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass Kanten der Ausnehmungen (27 bis 30) in den axialen Stirnflächen (14, 15, 19, 20) ebenfalls mit einer Rundung versehen sind.
5. Zahnrad (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste, radial innere Ringelement (2) an zumindest einer radialen Fläche (13) zumindest eine Ausnehmung (25) und/oder das zweite, radial äußere Ringelement (3) an zumindest einer radialen Fläche (18) zumindest eine Ausnehmung (26) aufweist/aufweisen und dass das Verbindungselement (4) in die Ausnehmung (25 oder 26) oder die Ausnehmungen (25, 26) eingreift.
6. Zahnrad (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass Kanten der Ausnehmungen (25, 26) in den radialen Flächen (13, 18) ebenfalls mit einer Rundung versehen sind.
7. Zahnrad (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbindungselement (4) auf das erste, radial innere Ringelement (2) und das zweite, radial äußere Ringelement (3) aufvulkanisiert ist.
8. Zahnrad (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste, radial innere Ringelement (2) auf einem Unwuchtelement (6) angeordnet ist.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

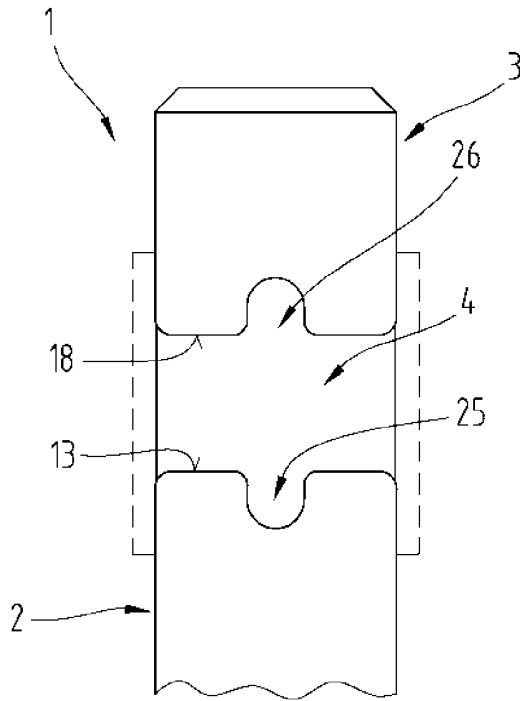


**Fig.1**

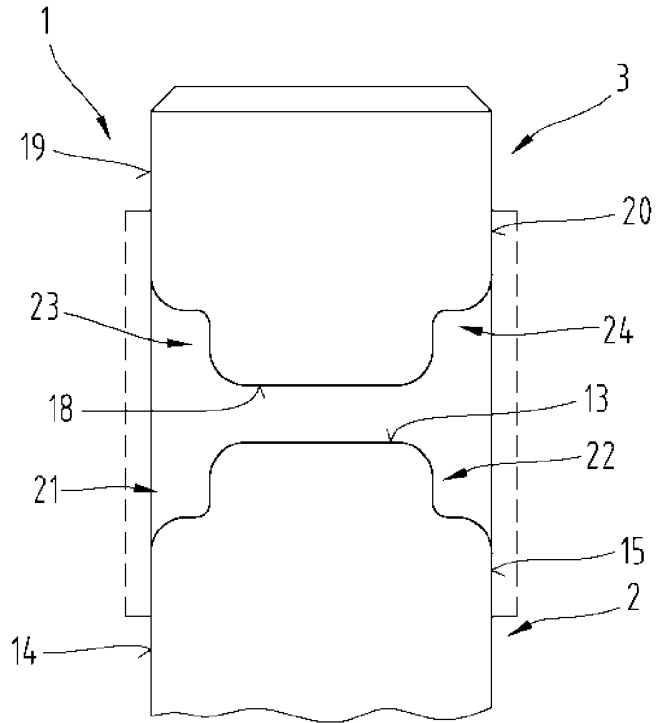
**Fig.2**



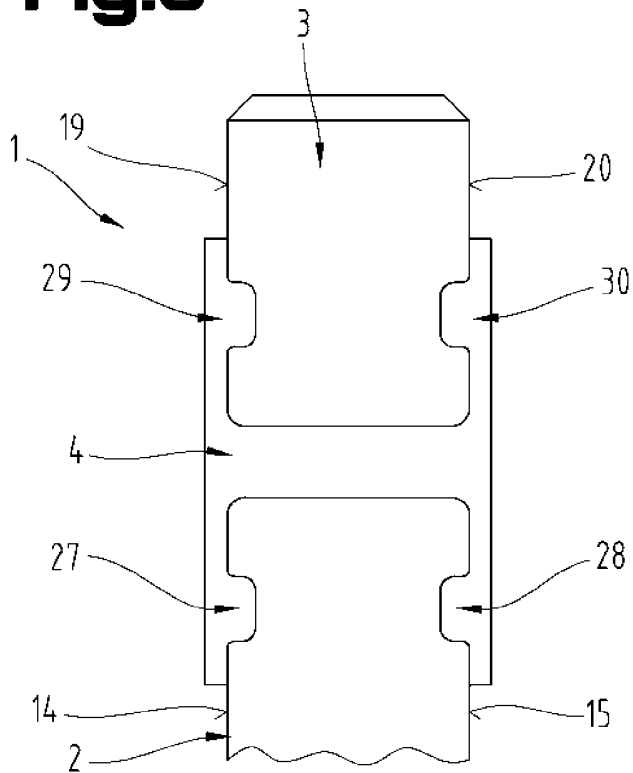
**Fig.3**



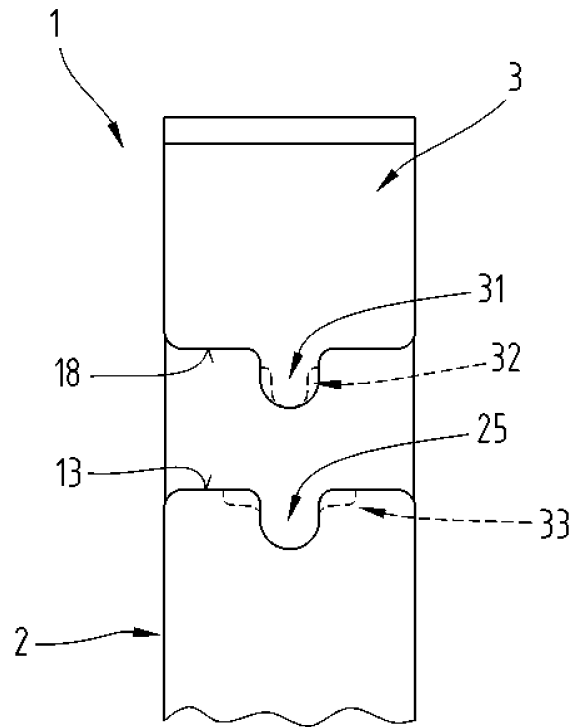
**Fig.4**



**Fig.5**



**Fig.6**



**Fig.7**

