

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 51010/2022
(22) Anmeldetag: 30.12.2022
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2024

(51) Int. Cl.: **F16H 55/14** (2006.01)
F16D 3/68 (2006.01)
F16D 3/74 (2006.01)
F16F 15/124 (2006.01)
F16H 55/18 (2006.01)
F16H 57/12 (2006.01)

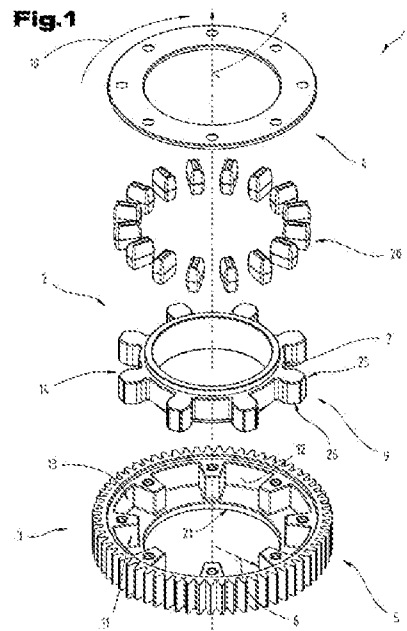
(56) Entgegenhaltungen:
AT 520740 A4
DE 102017113918 A1
DE 102012025210 A1

(71) Patentanmelder:
Miba Sinter Austria GmbH
4663 Laakirchen (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Zahnrads**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnrads (1) umfassend ein inneres Ringelement (2) und ein äußeres Ringelement (3), wobei das äußere Ringelement (2) mit einer Außenverzahnung (5), das innere Ringelement (2) mit mehreren radial nach außen vorragenden ersten Vorsprüngen (9) und das äußere Ringelement (3) mit mehreren radial nach innen vorragenden zweiten Vorsprüngen (11) hergestellt werden, wobei die ersten Vorsprünge (9) mit ersten Flanken (25, 26) und die zweiten Vorsprünge (11) mit zweiten Flanken (16, 17) hergestellt werden, wobei zwischen den zweiten Vorsprüngen (11) Ausnehmungen (13) ausgebildet werden, in denen die ersten Vorsprünge (9) des inneren Ringelementes (2) angeordnet werden, und wobei zwischen dem inneren Ringelement (2) und dem äußeren Ringelement (3) zumindest ein Elastomerelement (20) angeordnet wird, und wobei die ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des äußeren Ringelementes (3) mit einem Walzwerkzeug und/oder Wälzwerkzeug bearbeitet werden.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnrads (1) umfassend ein inneres Ringelement (2) und ein äußeres Ringelement (3), wobei das äußere Ringelement (3) mit einer Außenverzahnung (5), das innere Ringelement (2) mit mehreren radial nach außen vorragenden ersten Vorsprüngen (9) und das äußere Ringelement (3) mit mehreren radial nach innen vorragenden zweiten Vorsprüngen (11) hergestellt werden, wobei die ersten Vorsprünge (9) mit ersten Flanken (25, 26) und die zweiten Vorsprünge (11) mit zweiten Flanken (16, 17) hergestellt werden, wobei zwischen den zweiten Vorsprüngen (11) Ausnehmungen (13) ausgebildet werden, in denen die ersten Vorsprünge (9) des inneren Ringelementes (2) angeordnet werden, und wobei zwischen dem inneren Ringelement (2) und dem äußeren Ringelement (3) zumindest ein Elastomerelement (20) angeordnet wird, und wobei die ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des äußeren Ringelementes (3) mit einem Walzwerkzeug und/oder Wälzwerkzeug bearbeitet werden.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnrads umfassend ein erstes, radial inneres Ringelement und ein zweites, radial äußeres Ringelement, wobei das zweite, radial äußere Ringelement mit einer Außenverzahnung, das erste, radial innere Ringelement mit mehreren radial nach außen vorragenden ersten Vorsprüngen und das zweite, radial äußere Ringelement mit mehreren radial nach innen vorragenden zweiten Vorsprüngen hergestellt werden, wobei die ersten Vorsprünge mit sich zwischen ersten axialen Stirnflächen erstreckenden ersten Flanken und die zweiten Vorsprünge mit sich zwischen zweiten axialen Stirnflächen erstreckenden zweiten Flanken hergestellt werden, wobei zwischen den zweiten Vorsprüngen Ausnehmungen ausgebildet werden, in denen die ersten Vorsprünge des ersten, radial inneren Ringelementes angeordnet werden, und wobei zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement und dem zweiten, radial äußeren Ringelement zumindest ein Elastomerelement angeordnet wird.

Die Erfindung betrifft weiter ein Zahnrad umfassend ein erstes, radial inneres Ringelement und ein zweites, radial äußeres Ringelement, wobei das zweite, radial äußere Ringelement eine Außenverzahnung, das erste, radial innere Ringelement mehrere radial nach außen vorragende erste Vorsprünge und das zweite, radial äußere Ringelement mehrere radial nach innen vorragende zweite Vorsprünge aufweisen, wobei zwischen den zweiten Vorsprüngen Ausnehmungen ausgebildet sind, in die die ersten Vorsprünge des ersten, radial inneren Ringelementes hineinragen, wobei die ersten Vorsprünge sich zwischen ersten axialen Stirnflächen erstreckende erste Flanken und die zweiten Vorsprünge sich zwischen zweiten axialen Stirnflächen erstreckende zweite Flanken aufweisen, und wobei zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement und dem zweiten, radial äußeren Ringelement zumindest ein Elastomerelement angeordnet ist.

Zur Vermeidung der Schwingungsanregung bei der Drehmomentübertragung mittels Zahnradern ist es aus dem Stand der Technik bekannt, elastisch verformbare Elemente einzusetzen. So beschreibt die AT 501 915 A4 eine Vorrichtung zur drehelastischen Drehmomentübertragung zwischen einer Welle und einem auf der Welle gelagerten, einen Zahnkranz und eine Nabe bildenden Zahnrad, bei dem zwischen Zahnkranz und Nabe auftretende Drehschwingungen durch eine elastomere Zwischenlage zwischen einander gegenüberliegenden Flanken ineinandergreifender Klauen gedämpft wird.

Aus der DE 10 2009 058 378 A1 ist eine Verzahnungsanordnung mit einem ersten Zahnrad und mit einem zweiten Zahnrad, das mit dem ersten Zahnrad in Verzahnungseingriff ist, bekannt. Das erste Zahnrad umfasst einen Innenring mit einer Drehachse, einen Außenring, der coaxial zur Drehachse des Innenrings angeordnet ist und eine Außenverzahnung aufweist, in die das zweite Zahnrad mit einer Gegenverzahnung eingreift, wobei der Eingriff zwischen erstem Zahnrad und zweitem Zahnrad ausschließlich über den Außenring erfolgt, zumindest ein elastisches Element, das zwischen dem Innenring und dem Außenring angeordnet ist, wobei der Außenring über das zumindest eine elastische Element radial gegenüber dem Innenring abgestützt ist, und wobei in einem lastfreien Zustand, bei dem kein Drehmoment zwischen erstem Zahnrad und zweitem Zahnrad übertragen wird, die Außenverzahnung und Gegenverzahnung zueinander radial elastisch vorgespannt oder verklemmt sind.

Weitere derartige Zahnräder, bei denen ein Nabenteil mit einem Zahnkranz über ein elastisches Element verbunden ist, sind aus den Druckschriften AT 514 590 A4, AT 516 397 A4, AT 514 570 A4 und AT 520 740 A4 bekannt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes gedämpftes Zahnrad zu schaffen.

Die Aufgabe der Erfindung wird mit dem eingangs genannten Verfahren gelöst, wonach die ersten Flanken der ersten Vorsprünge des ersten, radial inneren Ring-

elementes und/oder die zweiten Flanken der zweiten Vorsprünge des zweiten, radial äußeren Ringelementes mit einem Walzwerkzeug und/oder Wälzwerkzeug bearbeitet werden.

Weiter wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Zahnrad gelöst, bei dem die ersten Flanken der ersten Vorsprünge des ersten, radial inneren Ringelementes und/oder die zweiten Flanken der zweiten Vorsprünge des zweiten, radial äußeren Ringelementes walzbearbeitet und/oder wälzbearbeitet sind.

Von Vorteil ist dabei, dass durch die Walz- bzw. Wälzbearbeitung der Flanken der Vorsprünge die Herstellungstoleranzen des Zahnrades reduziert werden können. Dies wiederum ermöglicht eine Erhöhung der Genauigkeit der Abmessungen der Zwischenräume zwischen den Vorsprüngen, in denen das zumindest eine Elastomerelement angeordnet ist. In der Folge sind die zwischen den Vorsprüngen angeordneten Elastomerelemente bzw. Elastomerelemente einer gleichmäßigeren Vorspannung ausgesetzt. Damit kann der Wert der Steifigkeit des Zahnrades bzw. einer Verzahnungsanordnung mit zwei miteinander kämmenden Zahnradern, wobei eines erfindungsgemäß ausgebildet ist, mit höherer Genauigkeit voreingestellt werden. Die Walz- bzw. Wälzbearbeitung hat dabei, verglichen mit anderen Bearbeitungsmethoden zur Erhöhung der Bauteilgenauigkeit, auch einen Kostenvorteil.

Zur weiteren Verbesserung dieser Effekte kann nach einer Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass die ersten Vorsprünge des ersten, radial inneren Ringelementes und/oder die zweiten Vorsprünge des zweiten, radial äußeren Ringelementes mittels Wälzschalen hergestellt werden.

Alternativ zum Wälzschalen oder zusätzlich dazu kann zur Reduzierung der Toleranzen bei Sinterausführungen der Vorsprünge gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, die ersten Vorsprünge des ersten, radial inneren Ringelementes und/oder die zweiten Vorsprünge des zweiten, radial äußeren Ringelementes mit einem Walzwerkzeug kalibriert werden. Durch den Einsatz eines Walzwerkzeugs können ebenfalls entsprechende Kostenvorteile im Herstellungsverfahren des Zahnrades realisiert werden.

Nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die ersten Vorsprünge des ersten, radial inneren Ringelementes und/oder die zweiten Vorsprünge des zweiten, radial äußeren Ringelementes die in Form einer Zykloidenverzahnung, insbesondere einer Evolventenverzahnung, ausgebildet werden bzw. sind. Einerseits sind diese Zahnformen einfacher mittels Walz- bzw. Wälzwerkzeugen bearbeitbar. Andererseits bietet diese Zahnform die Möglichkeit zur Modifikation der Steifigkeit durch entsprechende Modifikationen an der Verzahnung bzw. den Verzahnungen. So kann durch eine Änderung des Eingriffswinkels oder der Schrägungswinkel individuell an den ersten bzw. zweiten Vorsprüngen die Kennlinie der Steifigkeit beeinflusst werden, beispielsweise progressiv oder linear ausgeführt werden. Weiter kann damit die Abhängigkeit der torsionalen Steifigkeit zur radialen Steifigkeit und zur axialen Steifigkeit oder der Verkippsteifigkeit verändert/beeinflusst werden.

Zur weiteren Verbesserung bzw. Beeinflussung dieser Effekte kann nach Ausführungsvarianten der Erfindung vorgesehen sein, dass

- die ersten Vorsprünge des ersten, radial inneren Ringelementes und/oder die zweiten Vorsprünge des zweiten, radial äußeren Ringelementes in Form Geradverzahnung oder Schrägverzahnung ausgebildet sind oder werden, und/oder
- die Zykloidenverzahnung mit einem Eingriffswinkel zwischen 0° und 90° hergestellt wird bzw. diesen aufweist, und oder
- die Schrägverzahnung mit einem Schrägungswinkel zwischen 0° und 45° hergestellt wird bzw. diesen aufweist.

Nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das zumindest eine Elastomerelement die ersten Flanken der ersten Vorsprünge des ersten, radial inneren Ringelementes und/oder die zweiten Flanken der zweiten Vorsprünge des zweiten, radial äußeren Ringelementes nachformend ausgebildet wird bzw. ist. Es ist damit möglich die Toleranzreduzierung des ersten und/oder des zweiten Ringelementes auch auf das Elastomerelement zu übertragen, womit die Einstellbarkeit der Steifigkeit des Zahnrades weiter verbessert werden kann.

Entsprechend einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass mehrere Elastomerelemente angeordnet werden, um die Ausfallsicherheit des Zahnrades zu verbessern.

Dabei kann nach einer Ausführungsvariante vorgesehen sein, dass die mehreren Elastomerelemente ausschließlich an den ersten Flanken der ersten Vorsprünge des ersten, radial inneren Ringelementes und den zweiten Flanken der zweiten Vorsprünge des zweiten, radial äußeren Ringelementes angeordnet werden. Es ist damit möglich, Toleranzen im Kopf- bzw. Fußbereich der ersten und zweiten Vorsprünge zwischen den beiden Ringelementen zuzulassen, womit der Bearbeitungsaufwand der Ringelemente reduziert werden kann.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 Eine Ausführungsvariante eines Zahnrades in Explosionsdarstellung und in Schrägansicht;
- Fig. 2 Die beiden Ringelemente des Zahnrades nach Fig. 1 im zusammengebauten Zustand;
- Fig. 3 Die beiden Ringelemente des Zahnrades nach Fig. 1 im zusammengebauten Zustand und mit eingesetzten Elastomerelementen;
- Fig. 4 Ein Elastomerelement in Schrägansicht;
- Fig. 5 Einen Ausschnitt aus einer Ausführungsvariante des ersten Ringelements;
- Fig. 6 Einen Ausschnitt aus einer weiteren Ausführungsvarianten des Zahnrades.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen 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.

In Fig. 1 ist eine Ausführungsvariante eines Zahnrades 1 dargestellt. Die Fig. 2 bis 3 zeigen jeweils Teile dieses Zahnrades 1.

Das Zahnrad 1 umfasst ein erstes, radial inneres Ringelement 2, ein zweites, radial äußeres Ringelement 3 und fakultativ ein Abdeckelement 4. Das erste, radial innere Ringelement 2 kann auch als Nabenteil und das zweite, radial äußere Ringelement 3 als Zahnkranz bezeichnet werden, da das erste, radial innere Ringelement 2 zur Aufnahme einer nicht dargestellten Welle oder dgl. dient, und das zweite, radial äußere Ringelement 3 eine Außenverzahnung 5 aufweist. Über diese Außenverzahnung 5 kann das Zahnrad 1 zur Drehmomentübertragung mit einem anderen Zahnrad, beispielsweise einem Getriebezahnrad, in kämmenden Eingriff stehen, um dadurch ein Drehmoment übertragen zu können.

Das erste, radial innere Ringelement 2 ist radial unterhalb des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 angeordnet, insbesondere in einer Radialrichtung 6 betrachtet zur Gänze unterhalb der Außenverzahnung 5. Vorzugsweise ist das erste, radial innere Ringelement 2 zur Gänze innerhalb des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 angeordnet, wenngleich ein Nabenbereich 7 des ersten, radial inneren Ringelementes 2 in einer Axialrichtung 8 breiter sein kann, als das zweite, radial äußere Ringelement 3.

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 erste, radial innere Ringelement 2 und/oder das zweite, radial äußere Ringelement 3 verwendet werden, wobei das erste, radial innere Ringelement 2 und/oder das zweite, radial äußere Ringelement 3 auch aus zumindest zwei unterschiedlichen metallischen Werkstoffen bestehen kann/können. Denkbar ist auch, dass das erste, radial innere Ringelement 2 und/oder das zweite, radial äußere Ringelement 3 aus zumindest einem polymeren Kunststoff bestehen.

Das erste, radial innere Ringelement 2 weist mehrere, in der Radialrichtung 6 nach außen vorragende erste Vorsprünge 9 auf. Diese ersten Vorsprünge 9 sind an der radial äußeren Umfangsfläche des Nabenteils 7 angeordnet, insbesondere einstückig mit diesem verbunden. Vorzugsweise sind diese ersten Vorsprünge 9 in einer Umfangsrichtung 10 des Zahnrades 1 gleichmäßig verteilt über den Umfang des Nabenteils 7 angeordnet.

Weiter weist das erste, radial innere Ringelement 2 eine in der Axialrichtung 8 verlaufende Ausnehmung, insbesondere eine Bohrung, auf. Dadurch kann das erste, radial innere Ringelement 2 auf der nicht dargestellten Welle oder einem anderen Element, wie z.B. einem Unwuchtelement, etc., angeordnet werden. Das Unwuchtelement kann seinerseits eine Ausnehmung, insbesondere eine Bohrung, zur Anordnung auf einer Welle aufweisen.

Das zweite, radial äußere Ringelement 3 weist mehrere, in der Radialrichtung 6 vorragende zweite Vorsprünge 11 auf, die zum Unterschied zu den ersten Vorsprüngen 9 nicht nach außen, sondern nach innen vorragend angeordnet sind. Die zweiten Vorsprünge 11 sind an einer unteren Mantelfläche 12 des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 angeordnet, insbesondere einstückig mit diesem verbunden. Vorzugsweise sind auch die zweiten Vorsprünge 11 in der Umfangsrichtung 10 des Zahnrades 1 gleichmäßig verteilt über den Umfang der Mantelfläche 12 angeordnet.

Es sei der Vollständigkeit halber erwähnt, dass die Grundseiten der ersten und zweiten Vorsprünge 9, 11 nicht gerade ausgeführt sind, sondern gekrümmt, was der runden Form des Zahnrades 1 geschuldet ist.

Zwischen den zweiten Vorsprüngen 11 sind in der Umfangsrichtung 10 Ausnehmungen 13 ausgebildet. Ebenso sind zwischen den ersten Vorsprüngen in der Umfangsrichtung 10 Ausnehmungen 14 ausgebildet. Die Anordnung der Ausnehmungen 13, 14 ist dabei derart, dass die ersten Vorsprünge 9 in den Ausnehmungen 13 zwischen den zweiten Vorsprüngen 11, und die zweiten Vorsprünge 11 in den Ausnehmungen 14 zwischen den ersten Vorsprüngen 9 zumindest teilweise, insbesondere zur Gänze, aufgenommen sind, wie dies aus beispielsweise aus Fig. 2 ersichtlich ist. Mit „zur Gänze“ ist dabei gemeint, dass die ersten Vorsprünge 9 von der Mantelfläche 12 und die zweiten Vorsprünge 11 von dem Nabenteil 7 geringfügig beabstandet sind, sodass die relative Verdrehbarkeit des ersten Ringelements 2 zum zweiten Ringelement 3 in der Umfangsrichtung 10 möglich ist.

Die ersten Vorsprünge 9 sind in der Umfangsrichtung 10 schmaler, weisen also eine geringere maximale Länge 15 auf (Fig. 2), als die Ausnehmungen 13 in der Umfangsrichtung 10. Die Länge 15 wird dabei auf gleicher radialer Höhe gemessen, wie die Länge der Ausnehmungen 13, um den sich in radialer Richtung verändernden Querschnitt der ersten Vorsprünge 9 zur berücksichtigen.

Durch die schmälere ersten Vorsprünge 9 in der Umfangsrichtung 10, sind die ersten Vorsprünge 9 beabstandet zu in die Umfangsrichtung 10 weisende, in der Axialrichtung 8 zwischen axialen Stirnflächen verlaufende Flanken 16, 17 der zweiten Vorsprünge 11 angeordnet, wodurch Lücken 18, 19 ausgebildet werden, wie dies am besten aus Fig. 2 ersichtlich ist. Neben jedem ersten Vorsprung 9 ist also in der Umfangsrichtung 10 eine Lücke 18 und eine Lücke 19 ausgebildet, sodass die Lücken 18, 19 also beidseitig der ersten Vorsprünge 9 ausgebildet sind. Die ersten Vorsprünge 9 liegen bei dieser Ausführungsvariante des Zahnrades 1 also an keiner der beiden Seitenflächen 16, 17 des zweiten Vorsprünge 11 an.

In diesen Lücken 18, 19 ist jeweils ein Elastomerelement 20 angeordnet, wie dies am besten aus Fig. 3 ersichtlich ist. Die Elastomerelemente 20 sind also zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement 2 und dem zweiten, radial äußeren Ringelement 3 angeordnet. Die Elastomerelemente 20 sind lose in die Lücken 18, 19 eingelegt, d.h. dass sie weder miteinander noch mit dem ersten, radial inneren Ringelement 2 und dem zweiten, radial äußeren Ringelement 3 verbunden sind,

also insbesondere nicht aufgeklebt oder aufvulkanisiert sind. Die Elastomerelemente 20 (d.h. die Vorstufe für das Elastomer) können aber in der Lücken 18, 19 vulkanisiert werden, wobei bei dieser Ausführungsvariante das gebildete Elastomer nicht am Metall anhaftet.

Ein derartiges Elastomerelement 20 ist in Fig. 4 dargestellt.

Das Elastomerelement 20 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.

Mit „zumindest teilweise“ ist gemeint, dass in dem Elastomerelement 20 z.B. Verstärkungselemente, wie z.B. Fasern und/oder Fäden, beispielsweise aus Metall, Kunststoff, Naturfasern, etc., oder Stäbe, etc. eingelagert sein können, um dessen Steifigkeit zu verändern bzw. einzustellen. Das Elastomerelement 20 kann auch Bereiche aus zueinander unterschiedlichen gummielastischen Werkstoffen aufweisen. Vorzugsweise besteht das Elastomerelement 20 jedoch ausschließlich aus einem gummielastischen Werkstoff.

Das Elastomerelement 20 dieser Ausführungsvariante des Zahnrades 1 ist zumindest annähernd quaderförmig ausgebildet. Das Elastomerelement 20 kann aber auch eine andere Form aufweisen.

Zur einfacheren Montage der Elastomerelemente 20 kann vorgesehen sein, dass auf dem ersten, radial inneren Ringelement 2 oder bevorzugt auf dem zweiten, radial äußeren Ringelement 3 ein weiteres Abdeckelement 21 angeordnet ist und mit diesem verbunden ist, beispielsweise formschlüssig und/oder kraftschlüssig und/oder stoffschlüssig. Dieses weitere Abdeckelement 21 kann auch einstückig mit dem ersten, radial inneren Ringelement 2 oder dem zweiten, radial äußeren Ringelement 3 ausgebildet sein. Das weitere Abdeckelement 21 deckt die Ausnehmungen 13 in der Axialrichtung 8 auf einer Seite des Zahnrades 1 zumindest

teilweise, insbesondere zur Gänze, ab, sodass die Elastomerelemente 20 auf dieses weitere Abdeckelement 21 bei der Montage aufgelegt werden können.

Wenn alle Elastomerelemente 20 montiert, d.h. eingelegt sind, können sie auf der in der Axialrichtung 8 zweiten Seite mit dem Abdeckelement 4 zumindest teilweise, vorzugsweise zur Gänze, abgedeckt werden. Das Abdeckelement 4 kann mit dem ersten, radial inneren Ringelement 2 oder mit dem zweiten, radial äußeren Ringelement 3 verbunden werden. Die Verbindung kann je nach Anwendung des Zahnrades 1 lösbar, beispielsweise mit Schrauben, oder stoffschlüssig, beispielsweise durch Schweißen, erfolgen.

Mit den Abdeckelementen 4 und 21 kann auch eine Überkompensation der Schrumpfspannungen in der Elastomerspur durchgeführt werden, sodass die Zahnrad spielfrei ist (in einem Hysterese Test).

In einer einfacheren Ausführungsvariante des Zahnrades 1 können nur die Lücken 18 oder nur die Lücken 19 zwischen den ersten und zweiten Vorsprüngen 9, 11 ausgebildet sein. Die Elastomerelemente 20 sind daher an nur einer der beiden Flanken 16, 17 der zweiten Vorsprünge 11 vorhanden. Auf der anderen Seite können die ersten und zweiten Vorsprünge 9, 11 zumindest annähernd aneinander anliegen. Wenngleich dieser Ausführungsvariante nicht bevorzugt ist, kann sie doch in Anwendungen eingesetzt werden, in denen das Zahnrad 1 nur in einer Drehrichtung betrieben wird.

Das Zahnrad 1 kann wie voranstehend ausgeführt das erste, radial innere Ringelement 2, das zweite, radial äußere Ringelement 3, zumindest ein Verbindungselement und mehrere Elastomerelemente 20 aufweisen. Das Zahnrad 1 kann aber auch nur aus diesen Bestandteilen bestehen.

Es ist möglich, dass die Elastomerelemente 20 eine Länge in der Axialrichtung 8 aufweisen, die der Länge der Lücken 18, 19 in dieser Richtung entspricht oder länger sein.

Um diese Kompression der Elastomerelemente 20 zu unterstützen bzw. zu vereinfachen kann nach einer weiteren Ausführungsvariante des Zahnrades 1 vorgesehen sein, dass die Elastomerelemente 20 zumindest eine nach außen gewölbte Seitenfläche 22 aufweisen, wie dies aus Fig. 4 ersichtlich ist. Die Seitenfläche 22 ist insbesondere konvex gewölbt. Die Wölbung kann auf der in die Axialrichtung 8 zeigenden Seitenfläche 22 ausgebildet sein. Es können beide Seitenflächen 22 der Elastomerelemente 20 gewölbt ausgebildet sein, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist.

Alternativ oder zusätzliche dazu können auch die weiteren Seitenflächen und/oder die Bodenfläche und/die Deckfläche der Elastomerelemente 20 gewölbt sein.

Zumindest einzelne der Außenflächen der Elastomerelemente 20 können auch nach innen gewölbt ausgeführt sein. Insbesondere kann diese Wölbung konkav ausgeführt sein.

Die Elastomerelemente 20 können eine Vertiefung 24 aufweisen. Es kann damit die Kompressibilität der Elastomerelemente 20 beeinflusst bzw. vereinfacht werden.

Es kann weiter vorgesehen sein, dass Kanten der Elastomerelemente 20 mit einer Rundung versehen sind, wie dies insbesondere aus Fig. 4 ersichtlich ist.

Wie die zweiten Vorsprünge 11 weisen auch die ersten Vorsprünge 9 sich zwischen ersten axialen Stirnflächen erstreckende erste Flanken 25, 26 auf.

Die ersten Vorsprünge 9 und/oder die zweiten Vorsprünge 11 können in Form einer Verzahnung ausgebildet sein, wie dies beispielsweise aus Fig. 1 ersichtlich ist. Diese Verzahnung kann (wie in den Figuren dargestellt) in Form einer Geradverzahnung oder in Form einer Schrägverzahnung ausgeführt sein.

Es ist vorgesehen, dass die ersten Flanken 25, 26 der ersten Vorsprünge 9 des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und/oder die zweiten Flanken 17, 18 der zweiten Vorsprünge 11 des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 walz- bzw.

wälzbearbeitet sind. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die ersten Vorsprünge 9 des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und/oder die zweiten Vorsprünge 11 des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 in Form einer Zykloidenverzahnung ausgebildet sind. Zykloidenverzahnungen an sich sind für Zahnräder aus dem Stand der Technik bekannt, sodass sich eine Begriffserklärung dazu erübrigt. In der bevorzugten Ausführungsvariante sind die ersten Vorsprünge 9 und/oder die zweiten Vorsprünge 11 als Evolventenverzahnung ausgebildet, wie dies in Fig. 1 für eine Ausführungsvariante mit Evolventen nur an den ersten Vorsprüngen 9, und in Fig. 6 sowohl an den ersten als auch an den zweiten Vorsprüngen 9, 11 gezeigt ist. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass nur die zweiten Vorsprünge 11 als Evolventenverzahnung ausgebildet sind.

Die Zykloidenverzahnung wird mit einem Walz- bzw. Wälzwerkzeug hergestellt, sodass bevorzugt beide Flanken 25, 26 der ersten Vorsprünge 9 und/oder beide Flanken 16, 17 der zweiten Vorsprünge 11 gleich ausgebildet sind.

Die Formgebung kann insbesondere mittels Walzschälern, aber auch mittels Wälzstoßen, Wälzschaben, etc., erfolgen. Insbesondere bei pulvermetallurgisch hergestellten ersten Ringelementen 2 und/oder zweiten Ringelementen 3 besteht alternativ oder zusätzlich dazu auch die Möglichkeit, dass die Primärformgebung mittels einer Matrize erfolgt und dass die ersten Vorsprünge 9 und/oder die zweiten Vorsprünge 11 mit einem Prägezahnrad durch Walzen kalibriert werden.

Nach einer Ausführungsvariante des Zahnrades 1 kann vorgesehen sein, dass die Zykloidenverzahnung einen Eingriffswinkel zwischen 0° und 90° , insbesondere zwischen 5° und 60° , beispielsweise zwischen 8° und 45° , aufweist. Der Begriff „Eingriffswinkel“ wird wie für Zahnräder üblich verwendet. Demnach bewegt sich der Berührungspunkt zweier Zahnflanken während des gesamten Eingriffs auf einer Geraden, der sogenannten Eingriffsstrecke. Den Winkel, um den die Eingriffsstrecke gegen die Vertikale geneigt ist (bei durch eine gemeinsamen horizontale Linie verlaufenden Mittelachsen des ersten Ringelementes 2 bzw. zweiten Ringelementes 3 und dem Walz- bzw. Wälzwerkzeug) ist der Eingriffswinkel. Dieser entspricht dem Flankenwinkel des Bezugsprofils.

Bei Ausführungen der Verzahnungen der ersten Vorsprünge 9 und/oder der zweiten Vorsprünge 11 als Schrägverzahnungen kann vorgesehen sein, dass die Schrägverzahnung einen Schrägungswinkel zwischen 0° und 45° , insbesondere zwischen 5° und 35° , beispielsweise zwischen 8° und 25° , aufweist. Sofern sowohl die ersten Vorsprünge 9 als auch die zweiten Vorsprünge 11 als Schrägverzahnungen ausgeführt sind, weisen beide Schrägverzahnungen bevorzugt den gleichen Schrägungswinkel auf. Es sind jedoch auch Ausführungen mit unterschiedlichen Schrägungswinkel möglich, wobei sich in diesem Fall die Schrägungswinkel bevorzugt um nicht mehr als 10° , insbesondere nicht mehr als 8° , beispielsweise nicht mehr als 5° , voneinander unterscheiden.

Der Begriff „Schrägungswinkel“ bezeichnet den Winkel, den der Verlauf der Vorsprünge 9 bzw. 11 in Bezug auf die Axialrichtung 8 aufweisen. Ein Schrägungswinkel von 0° bezeichnet demnach eine Geradverzahnung.

Bevorzugt sind die ersten Vorsprünge 9 und/oder die zweiten Vorsprünge 11 im Querschnitt betrachtet symmetrisch ausgebildet.

Bei der Ausführungsvariante des Zahnrades 1 nach den Fig. 1 bis 4 weisen die Elastomerelemente 20 eine von der Form der ersten Flanken 25, 26 der ersten Vorsprünge 9 und der Form der zweiten Flanken 16, 17 der zweiten Vorsprünge 11 abweichende Form auf, sodass die Elastomerelemente 20 zumindest im unbelasteten Zustand nur partiell an den ersten Flanken 25, 26 der ersten Vorsprünge 9 und den zweiten Flanken 16, 17 der zweiten Vorsprünge 11 anliegen. Nach einer anderen Ausführungsvariante des Zahnrades 1 kann jedoch vorgesehen sein, dass die Elastomerelemente 20 die ersten Flanken 25, 26 der ersten Vorsprünge 9 des ersten, radial inneren Ringelementes 2 und/oder die zweiten Flanken 16, 17 der zweiten Vorsprünge 11 des zweiten, radial äußeren Ringelementes 3 nachformen, also insbesondere eine zur Form der Zykloidenverzahnung der ersten Vorsprünge 9 und/oder zweiten Vorsprünge 11 inverse Form aufweisen. Dies ist in Fig. 5 für die ersten Vorsprünge 9 und in Fig. 6 für die ersten und zweiten Vorsprünge 9, 11 gezeigt.

Im Rahmen der Erfindung besteht weiter die Möglichkeit, dass zwischen dem ersten Ringelement 2 und dem zweiten Ringelement 3 nur ein einziges, sich über den gesamten Umfang durchgehend erstreckendes Elastomerelement 20 angeordnet ist, wie dies ebenfalls anhand der Ausschnitte des Zahnrades 1 in den Fig. 5 und 6 erkannt werden kann. Das erste und das zweite Ringelement 2, 3 sind beabstandet zueinander angeordnet, sodass zwischen den ersten und zweiten Vorsprüngen 9, 11 ein um den Umfang durchgehender Spalt ausgebildet ist, der mit dem Elastomerelement 20 ausgefüllt ist bzw. wird. Dazu kann dieser Spalt z.B. mit einer Vorstufe des Elastomers für das Elastomerelement 20 ausgefüllt und danach vulkanisiert werden oder es wird eine entsprechende Formgebung außerhalb des Spalts vorgenommen und das fertige Elastomerelement 20 in den Spalt eingesetzt.

Mit der Vulkanisation im Spalt ist es auch möglich, dass das Elastomerelement 20 an die ersten und zweiten Vorsprünge 9, 11, d.h. deren ersten Flanken 25, 26 und zweite Flanken 16, 17, anvulkanisiert und damit verbunden werden. Das Verbinden der Elastomerelemente 20 mit den ersten und zweiten Vorsprüngen 9, 11 ist generell im Rahmen der Erfindung möglich, ist also auch bei Ausführungsvarianten mit pro Lücke 18, 19 gesondert vorhandenem Elastomerelement 20 möglich. Die Verbindung kann mittels Anvulkanisieren oder dem Einsatz eines Klebemittels erfolgen. Neben stoffschlüssigen Verbindungen sind alternativ oder zusätzlich auch formschlüssige Verbindungen einsetzbar.

Durch das Anvulkanisieren bzw. das Vulkanisieren der Vorstufe des Elastomers zwischen den beiden Ringelementen 2, 3 (im genannten Spalt) kann eine weitere Reduktion von Toleranzen erreicht werden, sodass im Endeffekt eine Ausführungsvariante des Zahnrades 1 herstellbar ist, die keine Varianz der Steifigkeit bzw. eine Varianz der Steifigkeit von höchstens 5 % aufweist.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der Spalte über den gesamten Umfang mit in radialer Richtung gleichbleibender Dicke ausgebildet sein kann. Es besteht aber auch die Möglichkeit, insbesondere wenn die Elastomerelemente 20 ausschließlich in den Lücken 18, 19 angeordnet sind, dass der zwischen den Köpfen und den Füßen der ersten und zweiten Vorsprünge 9, 11 ein radialer Abstand

von maximal 0,5 mm ausgebildet ist. Der Abstand zwischen den ersten und zweiten Flanken 25, 26, 16, 17 kann an der engsten Stelle mindestens 1,5 mm und an der breitesten Stelle maximal 7,5 mm betragen.

Es kann weiter vorgesehen sein, dass die ersten Flanken 25, 26 und/oder die zweiten Flanken 16, 17 eine Oberflächenrauigkeit Ra zwischen 0,2 μm und 12,5 μm aufweisen. Die Oberflächen können also relativ rau sein, womit die Haftung bzw. Anbindung des zumindest einen Elastomerelements 20 an das erste bzw. zweite Ringelement 2, 3 verbessert werden kann.

Die Ausführungsbeispiele zeigen bzw. beschreiben Ausführungsvarianten des Zahnrades 1, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass auch Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus das Zahnrad 1 bzw. dessen Bestandteile nicht notwendigerweise maßstäblich dargestellt ist bzw. sind.

Bezugszeichenliste

- 1 Zahnrad
- 2 Ringelement
- 3 Ringelement
- 4 Abdeckelement
- 5 Außenverzahnung
- 6 Radialrichtung
- 7 Nabenbereich
- 8 Axialrichtung
- 9 Vorsprung
- 10 Umfangsrichtung
- 11 Vorsprung
- 12 Mantelfläche
- 13 Ausnehmung
- 14 Ausnehmung
- 15 Länge
- 16 Flanke
- 17 Flanke
- 18 Lücke
- 19 Lücke
- 20 Elastomerelement
- 21 Abdeckelement
- 22 Seitenfläche
- 23 Stirnfläche
- 24 Vertiefung
- 25 Flanke
- 26 Flanke

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Zahnrads (1) umfassend ein erstes, radial inneres Ringelement (2) und ein zweites, radial äußeres Ringelement (3), wobei das zweite, radial äußere Ringelement (2) mit einer Außenverzahnung (5), das erste, radial innere Ringelement (2) mit mehreren radial nach außen vorragenden ersten Vorsprüngen (9) und das zweite, radial äußere Ringelement (3) mit mehreren radial nach innen vorragenden zweiten Vorsprüngen (11) hergestellt werden, wobei die ersten Vorsprünge (9) mit sich zwischen ersten axialen Stirnflächen erstreckenden ersten Flanken (25, 26) und die zweiten Vorsprünge (11) mit sich zwischen zweiten axialen Stirnflächen erstreckenden zweiten Flanken (16, 17) hergestellt werden, wobei zwischen den zweiten Vorsprüngen (11) Ausnehmungen (13) ausgebildet werden, in denen die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) angeordnet werden, und wobei zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem zweiten, radial äußeren Ringelement (3) zumindest ein Elastomerelement (20) angeordnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) mit einem Walzwerkzeug und/oder Wälzwerkzeug bearbeitet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) mittels Wälzschälern hergestellt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) mit einem Walzwerkzeug kalibriert werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) in Form einer Zykloidenverzahnung, insbesondere einer Evolventenverzahnung, ausgebildet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Zykloidenverzahnung mit einem Eingriffswinkel zwischen 0° und 90° hergestellt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) als Schrägverzahnung hergestellt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schrägverzahnung mit einem Schrägungswinkel zwischen 0° und 45° hergestellt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Elastomerelement (20) die ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) nachformend ausgebildet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Elastomerelemente (20) angeordnet werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Elastomerelemente (20) ausschließlich an den ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und den zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) angeordnet werden.

11. Zahnrad (1) umfassend ein erstes, radial inneres Ringelement (2) und ein zweites, radial äußeres Ringelement (3), wobei das zweite, radial äußere Ringelement (2) eine Außenverzahnung (5), das erste, radial innere Ringelement (2) mehrere radial nach außen vorragende erste Vorsprünge (9) und das zweite, radial äußere Ringelement (3) mehrere radial nach innen vorragende zweite Vorsprünge (11) aufweisen, wobei zwischen den zweiten Vorsprüngen (11) Ausnehmungen (13) ausgebildet sind, in die die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) hineinragen, wobei die ersten Vorsprünge (9) sich zwischen ersten axialen Stirnflächen erstreckende erste Flanken (25, 26) und die zweiten Vorsprünge (11) sich zwischen zweiten axialen Stirnflächen erstreckende zweiten Flanken (16, 17) aufweisen, und wobei zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem zweiten, radial äußeren Ringelement (3) zumindest ein Elastomerelement (20) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) walzbearbeitet und/oder wälzbearbeitet sind.

12. Zahnrad (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) in Form Geradverzahnung oder Schrägverzahnung ausgebildet sind.

13. Zahnrad (1) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) in Form einer Zykloidenverzahnung, insbesondere einer Evolventenverzahnung, ausgebildet sind.

14. Zahnrad (1) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Zykloidenverzahnung einen Eingriffswinkel zwischen 0° und 90° aufweist.

15. Zahnrad (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Schrägverzahnung einen Schrägungswinkel zwischen 0° und 45° aufweist.
16. Zahnrad (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Elastomerelement (20) die ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) nachformt.
17. Zahnrad (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Elastomerelemente (20) angeordnet sind.
18. Zahnrad (1) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Elastomerelemente (20) ausschließlich an den ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und den zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) angeordnet sind.

Fig.2

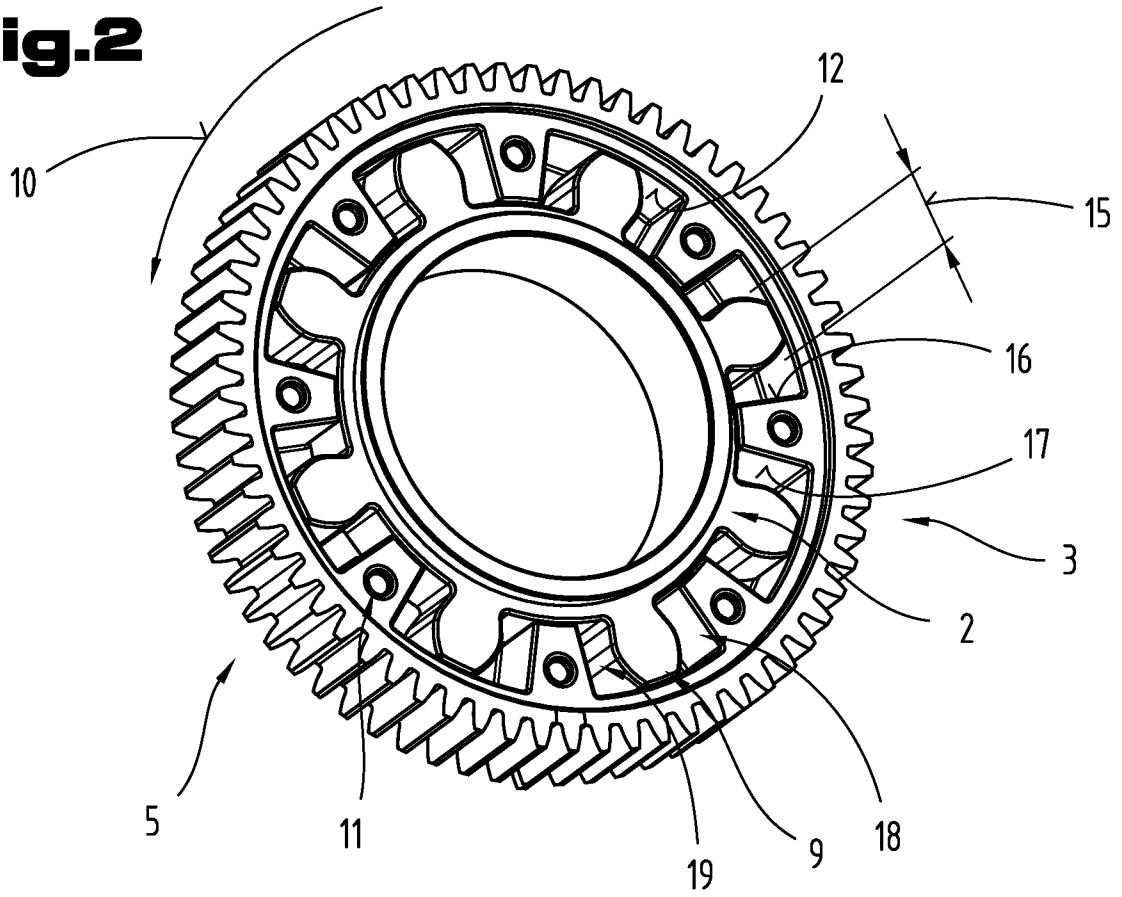


Fig.3

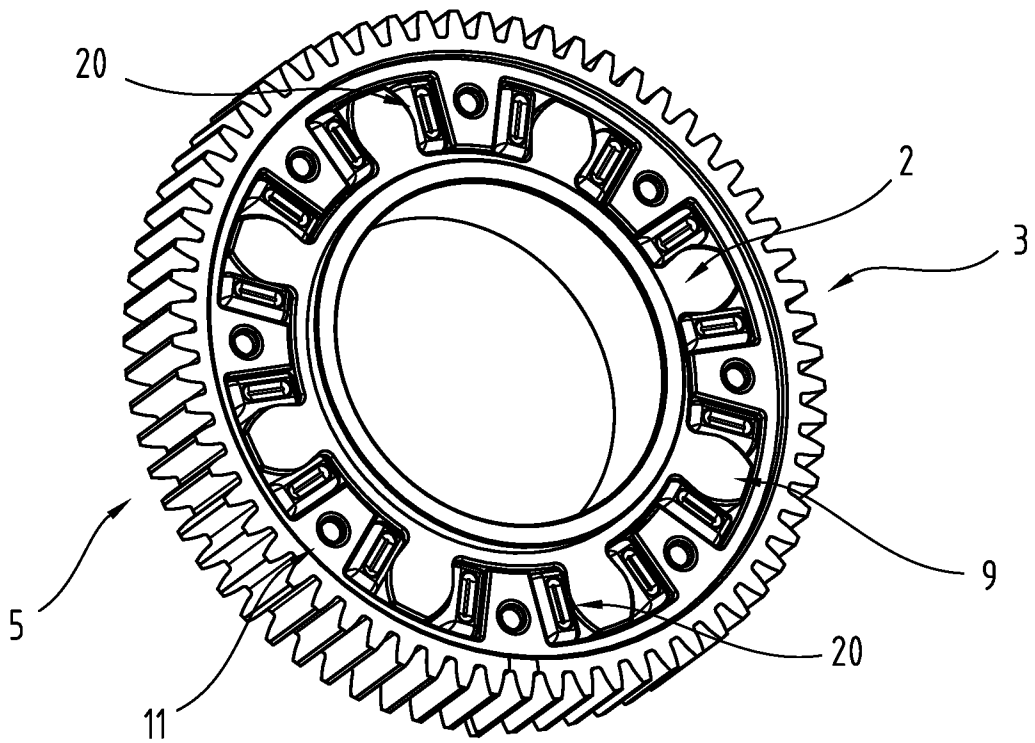


Fig.4

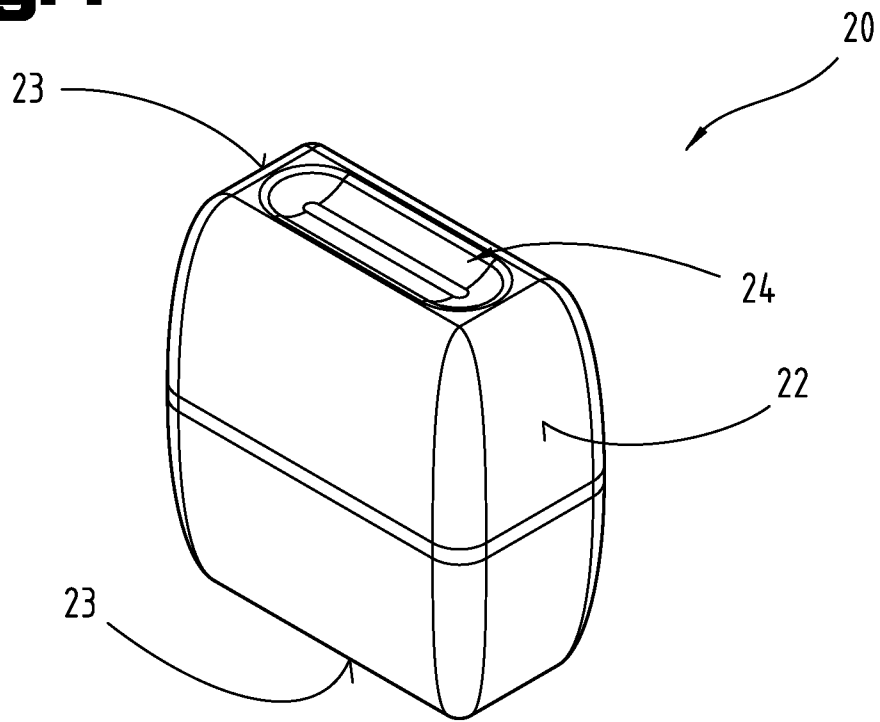


Fig.5

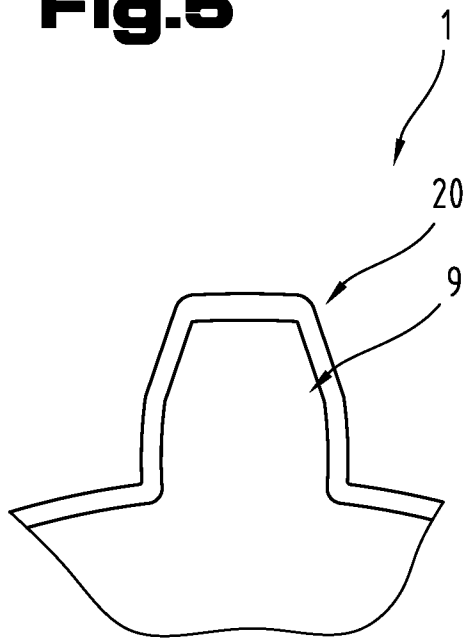
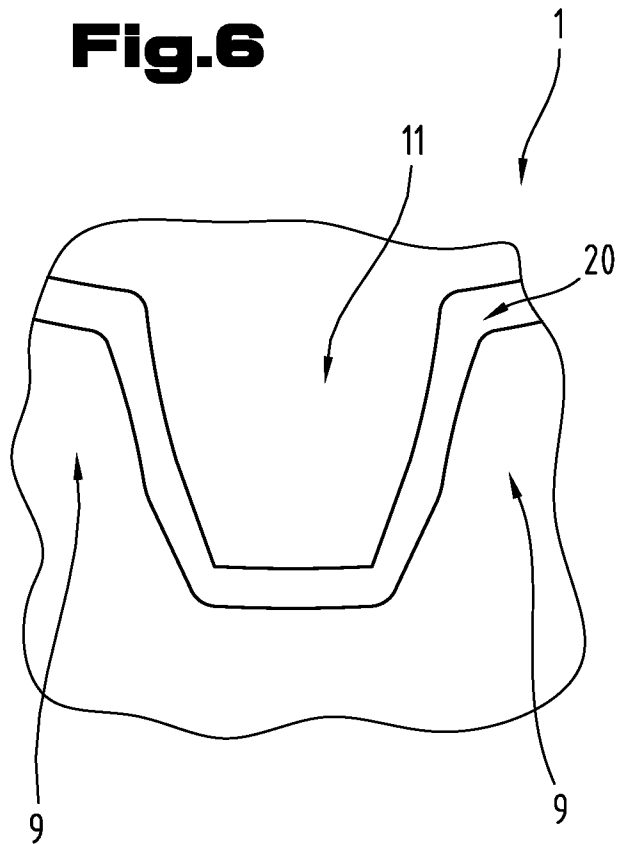


Fig.6



Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Zahnrads (1) umfassend ein erstes, radial inneres Ringelement (2) und ein zweites, radial äußeres Ringelement (3), wobei das zweite, radial äußere Ringelement (3) mit einer Außenverzahnung (5), das erste, radial innere Ringelement (2) mit mehreren radial nach außen vorragenden ersten Vorsprüngen (9) und das zweite, radial äußere Ringelement (3) mit mehreren radial nach innen vorragenden zweiten Vorsprüngen (11) hergestellt werden, wobei die ersten Vorsprünge (9) mit sich zwischen ersten axialen Stirnflächen erstreckenden ersten Flanken (25, 26) und die zweiten Vorsprünge (11) mit sich zwischen zweiten axialen Stirnflächen erstreckenden zweiten Flanken (16, 17) hergestellt werden, wobei zwischen den zweiten Vorsprüngen (11) Ausnehmungen (13) ausgebildet werden, in denen die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) angeordnet werden, und wobei zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem zweiten, radial äußeren Ringelement (3) zumindest ein Elastomerelement (20) angeordnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) in Form einer Zykloidenverzahnung, insbesondere einer Evolventenverzahnung, ausgebildet werden, und dass die ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) mit einem Walzwerkzeug und/oder Wälzwerkzeug bearbeitet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) mittels Wälzschälern hergestellt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die

zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) mit einem Walzwerkzeug kalibriert werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zykloidenverzahnung mit einem Eingriffswinkel zwischen 0° und 90° hergestellt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) als Schrägverzahnung hergestellt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schrägverzahnung mit einem Schrägungswinkel zwischen 0° und 45° hergestellt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Elastomerelement (20) die ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) nachformend ausgebildet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Elastomerelemente (20) angeordnet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Elastomerelemente (20) ausschließlich an den ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und den zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) angeordnet werden.

10. Zahnrad (1) umfassend ein erstes, radial inneres Ringelement (2) und ein zweites, radial äußeres Ringelement (3), wobei das zweite, radial äußere Ringelement (3) eine Außenverzahnung (5), das erste, radial innere Ringelement (2) mehrere radial nach außen vorragende erste Vorsprünge (9) und das zweite, radial äußere Ringelement (3) mehrere radial nach innen vorragende zweite Vorsprünge (11) aufweisen, wobei zwischen den zweiten Vorsprüngen (11) Ausnehmungen (13) ausgebildet sind, in die die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) hineinragen, wobei die ersten Vorsprünge (9) sich zwischen ersten axialen Stirnflächen erstreckende erste Flanken (25, 26) und die zweiten Vorsprünge (11) sich zwischen zweiten axialen Stirnflächen erstreckende zweiten Flanken (16, 17) aufweisen, und wobei zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem zweiten, radial äußeren Ringelement (3) zumindest ein Elastomerelement (20) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) in Form einer Zykloidenverzahnung, insbesondere einer Evolventenverzahnung, ausgebildet sind, und dass die ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) walzbearbeitet und/oder wälzbearbeitet sind.

11. Zahnrad (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) in Form Geradverzahnung oder Schrägverzahnung ausgebildet sind.

12. Zahnrad (1) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Zykloidenverzahnung einen Eingriffswinkel zwischen 0° und 90° aufweist.

13. Zahnrad (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schrägverzahnung einen Schrägungswinkel zwischen 0° und 45° aufweist.
14. Zahnrad (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Elastomerelement (20) die ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und/oder die zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) nachformt.
15. Zahnrad (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Elastomerelemente (20) angeordnet sind.
16. Zahnrad (1) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Elastomerelemente (20) ausschließlich an den ersten Flanken (25, 26) der ersten Vorsprünge (9) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und den zweiten Flanken (16, 17) der zweiten Vorsprünge (11) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) angeordnet sind.