



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 048 196 A1** 2006.04.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 048 196.2**

(22) Anmeldetag: **30.09.2004**

(43) Offenlegungstag: **06.04.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F16H 1/32** (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

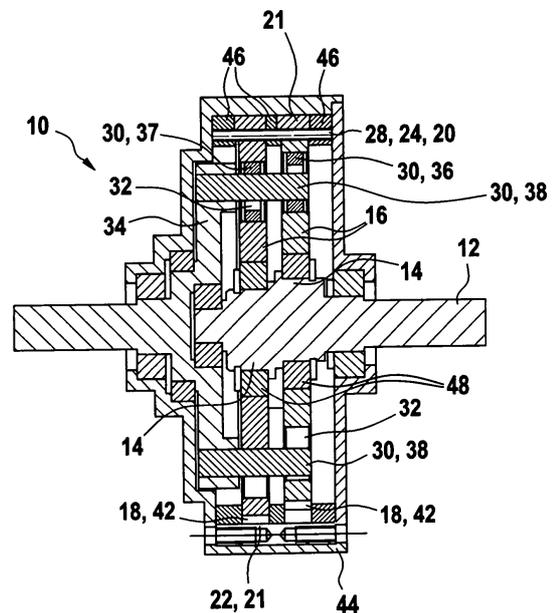
(72) Erfinder:

Moench, Jochen, 76547 Sinzheim, DE; Cettier, Daniel, 76137 Karlsruhe, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Exzentergetriebe, insbesondere mit Zykloiden-Triebstock-Verzahnung**

(57) Zusammenfassung: Exzentergetriebe (10) sowie Verfahren zum Herstellen eines solchen, insbesondere mit einer Zykloiden-Triebstock-Verzahnung, zum Verstellen zweier relativ zueinander beweglich angeordneter Teile im Kraftfahrzeug, mit einem von einem Drehantrieb (12) exzentrisch angetriebenen Exzenterad (16), das abschnittsweise in einen Innenring (20, 22) greift, der im wesentlichen zumindest halbzyylinderförmige Zahnelemente (24, 28, 52) aufweist, die in die Außenverzahnung (18, 42) des Exzenterads (16) eingreifen, und einem Abtriebsselement (34), das mittels Mitnahmeelementen (30) mit dem Exzenterad (16) gekoppelt ist, wobei zwischen dem Exzenterad (16) und dem Innenring (20, 22) und/oder zwischen dem Exzenterad (16) und dem Abtriebsselement (34) keine drehbaren Übertragungselemente, wie beispielsweise Wälzlager oder Lagerhülsen, angeordnet sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Exzentergetriebe und ein Verfahren zum Herstellen eines solchen, insbesondere mit einer Zykloiden-Triebstock-Verzahnung zum Verstellen zweier relativ zueinander beweglich angeordneten Teile im Kraftfahrzeug nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

Stand der Technik

[0002] Mit der DE 459 025 ist ein Über- oder Untersetzungsgetriebe zum Anbau an einen Elektromotor bekannt geworden, das als Exzentergetriebe nach Art eines Cyklo-Getriebes ausgebildet ist. Auf einer antreibenden Welle sind zwei Exzenter um 180° versetzt angeordnet, die über Wälzlager zwei Exzenter-scheiben in eine Exzenterbewegung versetzten. Die Exzenter-scheiben haben als Außenverzahnung bspw. einen geschlossenen wellenförmigen Kurvenzug, der mit drehbar auf Bolzen gelagerten Rollen zusammenwirkt, die an einem ein Hohlrad bildendes Gehäuse angeordnet sind. Auf den Exzenter-scheiben sind des weiteren Mitnehmerbolzen angeordnet, auf denen drehbar rechteckige Gleitschuhe gelagert sind. Diese Gleitschuhe greifen in zwei rechtwinklig zueinander angeordneten Mitnehmerführungen eines Mitnehmers, um das Drehmoment auf eine Abtriebswelle zu übertragen. Eine solche drehbare Lagerung der äußeren Rollen und der Mitnehmerelemente hat ein großes Volumen und ein hohes Gewicht des Getriebes zur Folge, so dass es für den Serieneinbau in Verstellantrieben im Kraftfahrzeug nicht geeignet ist.

Aufgabenstellung

Vorteile der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Exzentergetriebe, sowie dessen Herstellungsverfahren, mit den kennzeichnenden Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben den Vorteil, dass die kostspielige Fertigung und Montage von Lagerhülsen oder Wälzlagern zwischen dem Exzenterrad und dem Hohlrad und zwischen dem Exzenterrad und dem Abtriebselement entfällt. Durch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren und die Materialpaarung ist die dann auftretende Gleitreibung derart reduziert, dass der Wirkungsgrad nur unwesentlich schlechter ist, als die Rollreibung bei Getrieben mit drehbaren Lagerelementen. Durch die dabei verwendeten Werkstoffe und Herstellungsverfahren können sehr leichte Getriebe unter erheblicher Reduzierung der Teilezahl in günstiger Massenproduktion gefertigt werden.

[0004] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen ergeben sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den unabhängigen Ansprüche angegebenen Merkmale.

Weist das Hohlrad als Innenverzahnung Zahnelemente auf, die im Sinne einer Zykloiden-Triebstock-Verzahnung zumindest halbzyklinderförmig ausgebildet sind, bildet die Innenverzahnung mit der perizykloiden Außenverzahnung immer einen konkavkonkav-Kontakt (im Gegensatz zur epizykloiden Außenverzahnung), wodurch eine geringere Hertzsche Pressung und eine bessere Schmierfilmbildung beim Eingriff der beiden Verzahnungen entsteht. Dadurch erhöht sich der Wirkungsgrad des Getriebes, bzw. werden die Präzisionsansprüche bei der Fertigung des Getriebes verringert. Außerdem wird hierdurch der Fertigungsaufwand und die Teilevielfalt des Getriebes deutlich reduziert.

[0005] Weist die Außenverzahnung keinen Unterschnitt auf, sind dadurch für den Eingriff der äußeren Zahnelemente lediglich halbzyklinderförmige Elemente ausreichend. Diese können sehr einfach einteilig mit dem das Exzenterad umgebenden Getriebegehäuse ausgebildet sein. Dies erlaubt eine sehr kostengünstige Fertigung des Getriebegehäuses mit integrierter Innenverzahnung mittels Spritzgussverfahren – gegebenenfalls mit entsprechenden zylinderförmigen Einlegeteilen.

[0006] Durch den gleichzeitigen Eingriff vieler Zahnelemente in die Außenverzahnung findet eine gleichmäßige Lastenverteilung auf das Exzenterad statt, wodurch sich die Reibung an den Zahnflanken und an den Mitnehmerelementen verringert. Werden die Zahnelemente zusätzlich aus einem verschleißfesteren Material gefertigt, als die Verzahnung, kann trotz der Lagerung ohne Drehelemente eine lange Lebensdauer und ein hoher Wirkungsgrad des Getriebes erzielt werden.

[0007] Wird die Außenverzahnung im Gegensatz zu einer herkömmlichen „verschlungenen Perizykloide“ ohne Unterschnitt ausgebildet, erfährt das Exzenterad immer nur Kraftkomponenten hin zu dessen Mittelpunkt oder in tangentialer Richtung, aber keine Kräfte vom Mittelpunkt weg. Dadurch wird eine Vibrationsbelastung des Exzenterads vermieden, was dessen Lebensdauer deutlich erhöht, bzw. leichtere Fertigungswerkstoffe erlaubt und die Geräuschbildung des Getriebes positiv beeinflusst. Durch die Ausbildung einer zumindest näherungsweise perizykloiden Außenverzahnung des Exzenterads wird die tangential Komponente für die eigentliche Drehmomentübertragung deutlich größer, als bspw. bei einer Epizykloiden-Verzahnung. Durch die damit verbundene Verringerung der radialen Kraftkomponenten reduziert sich die Belastung des Exzenterads, wodurch das gesamte Exzentergetriebe durch den Wegfall von drehbaren Lagerelementen wesentlich kostengünstiger konstruiert werden kann. Die perizykloide Außenverzahnung erlaubt eine größere Zahntiefe, wodurch die Exzentrizität des Getriebes größer gewählt werden kann.

[0008] Besonders günstig ist es, die perizykloidi-sche Außenverzahnung derart auszubilden, dass im Moment des Austritts bzw. Eintritts der äußeren Zahnelemente in oder aus der Außenverzahnung die Normalkraft auf die Zahnflanke einen Winkel zwischen 0 und 40° zur der Tangentialrichtung hin zum Mittelpunkt des Exzenterrads aufweist. Besonders vorteilhaft ist die Wahl dieses Winkels zwischen 0 und 20°, da hierbei die auf das Exzenterrad wirkende Kraft fast ausschließlich als Tangentialkomponenten zur Momentübertragung genutzt wird.

[0009] In einer weiteren Ausführung ist das Exzenterrad elastisch ausgebildet, sodass sich dessen Außenverzahnung beim Eingriff in die äußeren Zahnelemente in gewissen Grenzen an die Zahnelemente anpassen kann. Dadurch stehen immer mehrere Zahnelemente im Eingriff mit der Außenverzahnung, wodurch eine bessere Versteifung des Getriebes unter Last und eine gute Belastbarkeit des Exzenterrads und der Verzahnung erzielt wird.

[0010] Werden mehrere Exzenterräder auf einer Achse angeordnet, die zusammen mit den entsprechenden Exzentern gegeneinander verdreht sind, können durch den gleichmäßigeren Eingriff der jeweiligen Außenverzahnung in den Innenring die Radialkräfte auf das Getriebe verringert werden, wodurch dessen Wirkungsgrad erhöht wird.

[0011] Durch die Herstellung des Exzenterrads mittels Spritzgießen, Stanzen oder Sintern können auch mathematisch kompliziertere Kurvenformen, wie die perizykloidi-sche Außenverzahnung ohne Unterschnitt kostengünstig für die Massenproduktion geformt werden, da auf ein spangebendes Verfahren verzichtet werden kann. Bei diesen Fertigungsverfahren können Werkstoffpaarungen verwendet werden, die einen direkten drehelemente-freien Eingriff der Außenverzahnung in die drehfest am Innenring angeordneten Zahnelemente ermöglichen.

[0012] Bevorzugt wird das Exzenterrad dabei aus kostengünstigem Kunststoff oder Leichtmetall gefertigt, wodurch das Gewicht des Getriebes wesentlich verringert wird. Außerdem kann durch geeignete Wahl der Zahnelemente des Innenrings, bspw. Stahl die Reibung reduziert und damit der Wirkungsgrad und der Verschleiß optimiert werden.

[0013] Werden die Zahnelemente in einem Fertigungsschritt einstückig mit dem Getriebegehäuse hergestellt, kann hierfür bspw. günstig das Spritzguß-Verfahren verwendet werden. Die Zahnelemente sind für das Zusammenwirken mit der perizykloidi-schen Außenverzahnung ohne Unterschnitt als Halbzylinder direkt im Inneren des Innenrings angeformt. Bei der Verwendung von Kunststoff oder Aluminium, kann der Werkstoff des Exzenterrads wieder entsprechend optimierter Reibung abgestimmt werden.

[0014] Sind für höhere Belastungen als äußere Zahnelemente Stahlbolzen erforderlich, kann der Innenring prozessgünstig als Spritzguss-Teil mit stählernen Einlegeteilen hergestellt werden.

[0015] Alternativ können die Zahnelemente durch ein Stanz-Tiefzieh-Verfahren gefertigt werden, wobei der Innenring günstig einstückig mit dem Getriebegehäuse geformt wird. Dieses Verfahren eignet sich für besonders große zu übertragende Momente, da das Bauteil aus einem Stahlblech herstellbar ist. Somit kann ein solches Hochlast-Zykloiden-Getriebe sehr kompakt gebaut werden, wodurch das erfindungsgemäße Getriebe für eine Anwendung zum Verstellen beweglicher Teile im Kraftfahrzeug geeignet ist.

Ausführungsbeispiel

Zeichnungen

[0016] In den Zeichnungen sind verschiedene Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

[0017] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Exzentergetriebes,

[0018] [Fig. 2](#) einen Schnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Exzentergetriebes,

[0019] [Fig. 3](#) einen Querschnitt einer Zykloiden-Triebstockverzahnung gemäß [Fig. 1](#)

[0020] [Fig. 4](#) schematisch ein erfindungsgemäßes Exzenterrad, das mit korrespondierenden Außenbolzen kämmt und

[0021] [Fig. 5](#) einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Verzahnung sowie einen Ausschnitt einer Verzahnung nach dem Stand der Technik.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0022] In [Fig. 1](#) ist schematisch als Exzentergetriebe **10** das Funktionsprinzip eines sogenannten Zykloiden-Getriebes dargestellt, bei dem auf einer Antriebswelle **12** zwei Exzenter **14** angeordnet sind. Auf den Exzentern **14** sind drehbar jeweils Exzenterräder **16** gelagert, die auch als Kurvenscheiben **16** bezeichnet werden. Das Exzenterrad **16** weist eine Außenverzahnung **18** auf, die mit einem als Innenring **20** ausgebildeten Hohlrad **22** kämmt. Der Innenring **20** besteht aus ringförmig angeordneten Zahnelementen **24**, die hier als drehfeste Außenbolzen **28** ausgebildet sind. Durch die Differenz der Zähnezahle zwischen der Außenverzahnung **18** und dem Innenring **20** greift das Exzenterrad **16** immer nur abschnittsweise in den Innenring **20** ein, wodurch eine entsprechende Untersetzung realisiert ist. Das Dreh-

moment wird mittels Mitnahmeelementen **30**, die in kreisrunde Aufnahmen **32** der Exzenterräder **16** greifen, auf ein Abtriebsselement **34** übertragen. Die Mitnahmeelemente **30** sind hier als drehfeste Mitnahmebolzen **38** des Abtriebsselements **34** ausgebildet, die direkt, unmittelbar in den Aufnahmen **32** gleitend geführt werden. Die Exzenterräder **16** weisen jeweils eine runde Aussparung **15** auf, in der die Exzenter **14** direkt gleitend gelagert sind, derart, dass die Exzenterräder **16** drehversetzt eine Taumelbewegung um die Antriebswelle **12** ausführen. Zwischen den Exzenterrädern **16** und den anderen Getriebebauteilen **20**, **34** sind auch keine drehbaren Lagerelemente angeordnet, so dass die Exzenterräder **16** nur direkt gleitend mit den Getriebebauteilen **14**, **20**, **34** zusammenwirken.

[0023] In [Fig. 2](#) ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Exzentergetriebes **10** im Schnitt dargestellt, bei dem jeweils zwischen dem Exzenterrad **16** und dem Exzenter **14** und zwischen dem Exzenterrad **16** und dem Abtriebsselement **34** drehbare Lagerelemente angeordnet sind. Auf der Antriebswelle **12** mit den daran angeformten Exzentern **14** sind zwei Exzenterräder **16** gelagert, die um 180° gegeneinander verdreht angeordnet sind. Beide Exzenterräder **16** weisen eine perizykloidsche Außenverzahnung **18** auf, die mit dem als Gehäuse **44** ausgebildeten Hohlrad **22** kämmt. Am Hohlrad **22** sind dabei mittels Fixierelementen **46** die Außenbolzen **28** drehfest gesichert und über einen Ring **21** am Gehäuse **44** abgestützt. Die als Außenbolzen **28** ausgebildeten Zahnelemente **24** greifen direkt gleitend in die Außenverzahnung **18** ein, ohne dass weitere drehbare Elemente **26** zwischen dem Exzenterrad **16** und dem Hohlrad **22** angeordnet sind. Die Außenverzahnung **18** ist hierbei als perizykloidsche Kurvenform **42** ohne Unterschnitt ausgebildet, wie in den [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) näher erläutert wird. In der oberen Bildhälfte befindet sich die Außenverzahnung **18** des rechten Exzenterrads **16** im maximalen Eingriff mit den Zahnelementen **24**, während die Außenverzahnung **18** des linken Exzenterrads **16** genau an den Zahnelementen **24** vorbeidreht. Das Abtriebsselement **34** weist drehfest angeordnete Mitnahmebolzen **38** auf die in kreisrunden Aufnahmen **32** der beiden axial benachbarten Exzenterräder **16** – im Sinne eines Parallelzapfen-Getriebes – greifen. Aufgrund der mehreren versetzt angeordneten Exzenterräder **16** wird das Drehmoment gleichmäßiger auf das Abtriebsselement **34** übertragen, da die jeweiligen Außenverzahnungen **18** mit verschiedenen Abschnitten des Hohlrads **22** in Eingriff stehen. In der oberen Hälfte der [Fig. 2](#) sind die Mitnahmeelemente **30** mittels Drehhülsen **36** oder Wälzlager **37** in den Aufnahmen **32** gelagert, sodass sich die Mitnahmebolzen **38** darin abrollen. In der unteren Hälfte der [Fig. 2](#) werden die Mitnahmebolzen **38** unmittelbar in den Aufnahmen **32** gleitend geführt, da keine zusätzlichen Lagerelemente **36**, **37** angeordnet sind. Im Ausführungsbeispiel

sind die Außenbolzen **28** aus Stahl und die Exzenter scheiben **16** aus Messing hergestellt, wodurch die Reibung der „Drehelemente-freien Verzahnung“ verringert wird.

[0024] In weiteren Variationen des Ausführungsbeispiels werden die Exzenterräder **16** aus Kunststoff gespritzt, oder aus Metall gestanzt, bzw. gesintert. Bei der Verwendung von Kunststoff für das Exzenterrad **16** ist zwischen diesem und dem Exzenter **14** ein Wälzlager oder eine Lagerbuchse **48**, bspw. aus Sintermaterial eingelegt. Die Außenbolzen **28** sind dabei entweder einstückig mit dem Gehäuse als Spritzgussteil, oder als metallene Einlegeteile im Spritzguss-Gehäuse ausgebildet. Durch die Ausbildung des Exzenterrads **16** als Kunststoffscheibe ist diese in gewissen Grenzen elastisch ausgebildet, so dass sich die Außenverzahnung **18** an die Form der äußeren Zahnelemente **24** anpasst und dadurch die Anzahl der in Eingriff stehenden Zahnelemente **24** erhöht wird.

[0025] [Fig. 3](#) beschreibt ein Getriebe mit Zykloiden-Triebstock-Verzahnung gemäß einer Ansicht nach III-III aus [Fig. 1](#). Die beiden gegeneinander verdreht angeordneten Exzenterräder **16** kämmt mit ihren Außenverzahnungen **18** mit den drehfest mit dem Innenring **20** verbundenen Zahnelementen **24**, die hier als zylinderförmige Außenbolzen **28** ausgebildet sind. Die Außenverzahnung **18** ist als geschlossener zyklodischer Kurvenzug ausgeformt, der abschnittsweise direkt gleitend in die äußeren Zahnelemente **24** eingreift. Die eingreifenden Abschnitte der beiden Exzenterräder **16** liegen sich dabei gegenüber, so dass der Rundlauf des Getriebes erhöht ist. In [Fig. 3](#) sind Normalkräfte **68** eingezeichnet, die von den ortsfesten Außenbolzen **28** auf Zahnflanken **64** der Außenverzahnung **18** einwirken. Ebenso üben die mit dem Abtriebsselement **34** drehfest verbundenen Mitnahmeelemente **30** eine Gegenkraft **69** auf die Exzenterräder **16** aus, die aufsummiert zusammen mit den Normalkräften **68** eine resultierende Kraft **80** bilden, die auf das Exzenterrad **16** wirkt. In [Fig. 3](#) weist die Außenverzahnung **18** relativ flache Zahnflanken **50** auf, wodurch die resultierende Kraft **80** relativ groß ist. Wird für die Außenverzahnung **18** eine perizykloidsche Kurvenform **42** ohne Hinterschnitt verwendet, wird die Kraft **80** minimiert, wodurch die Reibbelastung der erfindungsgemäßen „drehelementfreien“ Verzahnung **18**, **24** deutlich reduziert wird.

[0026] In [Fig. 4](#) ist eine erfindungsgemäße Verzahnung **18**, **28** eines Getriebes **10** gemäß [Fig. 2](#) im Querschnitt dargestellt. Der Innenring **20** ist nur schematisch dargestellt und weist bspw. einundfünfzig Zahnelemente **24** auf die als Triebstock-Verzahnung mit zumindest halbzyklodischen Außenbolzen **28** ausgebildet sind. Das Exzenterrad **16** weist eine Außenverzahnung **18** auf, die als Perizykloiden-Kurve

42 ohne Unterschnitt ausgebildet ist, die im Ausführungsbeispiel fünfzig Zahnücken **50** aufweist. Die perizykloide Außenverzahnung **42** weist verglichen mit einer Evolventen-Verzahnung oder einer epizykloiden Kurvenform relativ tiefe Zahnücken **50** auf, wodurch eine hohe Übersetzung (hier bspw. $i = -50$) erzielt wird, ohne dass die Gefahr eines „Durchschlupfens“ bei hohen zu übertragenden Drehmomenten besteht. Da zur Wechselwirkung mit einer perizykloiden Außenverzahnung **42** ohne Unterschnitt als Zahnelemente **24** lediglich Halbzylinder benötigt werden, können die Außenbolzen **28** als einstückig mit dem Hohlrad **22** ausgeformte Halbzylinder **52**, oder als drehfest im Hohlrad **22** gelagerte Außenbolzen **28** ausgebildet sein.

[0027] Die [Fig. 5](#) zeigt einen Ausschnitt eines erfindungsgemäßen perizykloiden Kurvenverlaufs **42** ohne Unterschnitt, im Eingriff mit einem Außenbolzen **28**. Zum Vergleich ist gemäß dem Stand der Technik eine perizykloide Außenverzahnung mit einem Unterschnitt **62** dargestellt, bei dem die Zahnform der Außenverzahnung eine Taille **63** aufweist. Die Verwendung des Begriffes perizykloidisch bezieht sich auf die Wahl technisch sinnvoller/realisierbarer Kurvenparameter und wird im Folgenden näher definiert. Eine perizykloide Kurve **42** wird konstruiert, indem um einen kleineren festen Grundkreis ein den Grundkreis umfassender größerer Rollkreis abgerollt wird (Grundkreis befindet sich komplett innerhalb des Rollkreises). Dabei beschreibt ein fester Punkt auf dem Rollkreis eine verschlungene zyklische Bahnkurve, bei der sich bei einem vollständigen Durchlauf des Rollkreises ein oder mehrere Punkte der Bahnkurve des Bahnpunktes überdecken. Von der perizykloiden Kurve ist die geschweifte, epizykloide Kurve zu unterscheiden, die durch das Abrollen eines Rollkreises auf dem Außenumfang eines Grundkreises entsteht (Rollkreis befindet sich komplett außerhalb des Grundkreises).

[0028] In [Fig. 5](#) sind die beiden Außenbolzen **28** jeweils beim Ein- oder Austritt (**66**) in oder aus der Außenverzahnung **18** dargestellt, unmittelbar zu Beginn oder am Ende der Berührung zwischen dem Außenbolzen und der Zahnflanke **64** der Außenverzahnung **18**. Bei der Perizykloiden-Kurve mit Unterschnitt **62** wirkt zu diesem Zeitpunkt aufgrund des Unterschnitts eine Normalkraft **68** auf die Zahnflanke **64**, die eine Tangentialkomponente **70** und eine, das Exzenterad **16** von dessen Mittelpunkt **67** wegziehende Radialkomponente **72**, aufweist. Dringt der Außenbolzen **28** beim Durchschreiten der Taille **63** tiefer in die Zahnücke **50** der Außenverzahnung **62** ein, (nicht dargestellt), tritt anstelle der vom Mittelpunkt **67** wegweisenden Radialkomponente **72** eine zum Mittelpunkt hinweisende Radialkomponente auf wodurch das Exzenterad **16** einer ständigen Vibrationsbelastung ausgesetzt ist.

[0029] Bei der Perizykloiden-Kurve **42** ohne Unterschnitt weist die Normalkraft **68** am Austrittspunkt **66** immer nur Komponenten **70**, **74** auf, die tangential zum Mittelpunkt **67**, oder radial zum Mittelpunkt **67** hin ausgerichtet sind. Bei der in [Fig. 4](#) dargestellten Kurve **42** ohne Unterschnitt weist die Normalkraft **68** ausschließlich eine Tangentialkomponente **70** ohne radiale Komponenten **72** oder **74** auf. Dieser Fall definiert einen Austrittswinkel **76** von 0° zwischen der Tangentialrichtung **71** und der Normalkraft **68**. Erfindungsgemäß ist die Zahnflanke **64** der perizykloiden Kurve **42** ohne Hinterschnitt derart ausgebildet, dass die Normalkraft **68** beim Eintritts- oder Austrittspunkt **66** der Zahnelemente **24** einen Austrittswinkel **76** im Bereich von 0 bis 40° , insbesondere von 0 bis 20° bildet. Ist der Austrittswinkel **76** näherungsweise 0° , tritt zum Zeitpunkt des Ein- oder Austritts **66** der Zahnelemente **24** nur eine minimale Gleitreibung zwischen Zahnflanke **64** und Außenbolzen **28** auf, sodass die gesamte, von dem Zahnelement **24** auf die Zahnflanke **64** einwirkende Normalkraft **68** zur Momentenübertragung genutzt wird.

[0030] Es sei angemerkt, dass hinsichtlich der in den Figuren und der Beschreibung gezeigten Ausführungsbeispiele vielfältige Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Merkmale untereinander möglich sind. So kann bspw. die konkrete Ausformung der Außenverzahnung **18** und die konkrete Ausgestaltung der Zahnelemente **24** entsprechend der Getriebeanwendung variiert werden, wobei durch das erfindungsgemäße Fertigungsverfahren auch komplizierte Kurvenformen einfach in Serie produzierbar sind. Gemäß der Erfindung können jeweils zwischen dem Exzenterad **16** und dem Exzenter **14** und/oder dem Abtriebsselement **34** drehbare Lagerelemente **36**, **37**, **48** angeordnet werden, vorzugsweise kann jedoch aufgrund der erfindungsgemäßen Formgebung der Außenverzahnung **18** auf solche zusätzlichen Lagerelemente verzichtet werden. Durch geeignete Wahl der Materialpaarung zwischen den beweglichen Teilen, insbesondere einer Kunststoff-Metallkombination, kann die Gleitreibung zwischen diesen beweglichen Teilen weiter reduziert werden. Das Hohlrad **22** des Getriebes **10** kann bspw. auch in einem Hohlraum eines motorischen Antriebs angeordnet werden, wodurch ein sehr kompakter Verstellantrieb zum Verstellen beweglicher Teile im Kraftfahrzeug realisiert werden kann.

Patentansprüche

1. Exzentergetriebe (**10**), insbesondere mit einer Zykloiden-Triebstock-Verzahnung, zum Verstellen zweier relativ zueinander beweglich angeordneter Teile im Kraftfahrzeug, mit einem von einem Drehantrieb (**12**) exzentrisch angetriebenen Exzenterad (**16**), das abschnittsweise mit einem Innenring (**20**, **22**) kämmt, an dem drehfest Zahnelemente (**24**, **28**, **52**) angeordnet sind, die in die Außenverzahnung

(18, 42) des Exzenterrads (16) eingreifen, und einem Abtriebselement (34), das mittels Mitnahmeelementen (30) mit dem Exzenterrad (16) gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Exzenterrad (16) und dem Innenring (20, 22) und/oder zwischen dem Exzenterrad (16) und dem Abtriebselement (34) keine drehbaren Übertragungselemente, wie beispielsweise Wälzlager oder Lagerhülsen, angeordnet sind.

2. Exzentergetriebe (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahnelemente (24, 28, 52) als im wesentlichen zumindest halbzyylinderförmige Außenbolzen (28) ausgebildet sind.

3. Exzentergetriebe (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenring (20, 22) als Getriebegehäuse (44) ausgebildet ist, worin die zumindest halbzyylinderförmigen Zahnelemente (24, 28, 52) einstückig mit dem Getriebegehäuse (44) ausgeformt sind.

4. Exzentergetriebe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere der zumindest halbzyylinderförmigen Zahnelemente (24, 28, 52) gleichzeitig direkt gleitend in die Außenverzahnung (18) eingreifen, wobei die Zahnelemente (24, 28, 52) und die Außenverzahnung (18) aus einem Material unterschiedlicher Härte gefertigt.

5. Exzentergetriebe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenverzahnung des Exzenterrads (16) Zahnflanken (64) aufweist, auf die die eingreifenden Zahnelemente (24, 28, 52) des Hohlrads (22, 20) eine Normalkraft (68) ausüben, die ausschließlich Komponenten (74) zum Mittelpunkt (67) des Exzenterrads (16) hin und/oder Tangentialkomponenten (70) aufweist, und insbesondere keine Komponenten (72) radial vom Mittelpunkt (67) weg aufweist.

6. Exzentergetriebe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim Austritt und/oder Eintritt (66) der Zahnelemente (24, 28, 52) aus der Außenverzahnung (18) die Normalkraft (68) einen Austrittswinkel (76) zwischen 0° und 40° – insbesondere zwischen 0° und 20° – bezüglich der Tangentialrichtung (71), hin zum Mittelpunkt (67) des Exzenterrads (16) aufweist.

7. Exzentergetriebe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Exzenterrad (16) zumindest im Bereich der Außenverzahnung (18) zur Anpassung an die zumindest halbzyylinderförmige Zahnelemente (24, 28, 52) elastisch verformbar ist.

8. Exzentergetriebe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass das Exzenterrad (16) mehrere runde Aufnahmen (32) aufweist, in denen als Mitnahmebolzen (38) ausgebildeten Mitnahmeelemente (30) des Abtriebselements (34) unmittelbar gleitend geführt sind.

9. Exzentergetriebe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mehrere, tangential gleichmäßig gegeneinander verdreht angeordnete Exzenterräder (16) mit Aussparungen 15, die unmittelbar gleitend auf Exzentern (14) geführt sind.

10. Verfahren zum Herstellen eines Exzentergetriebes (10) mit einer Zykloiden-Triebstock-Verzahnung zum Verstellen zweier relativ zueinander beweglich angeordneter Teile im Kraftfahrzeug, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem von einem Drehantrieb (12) exzentrisch angetriebenen Exzenterrad (16), das abschnittsweise in einen Innenring (20, 22) greift, der im wesentlichen zumindest halbzyylinderförmige Zahnelemente (24, 28, 52) aufweist, die in die Außenverzahnung (18) des Exzenterrads (16) eingreifen und einem Abtriebselement (34), das mittels Mitnahmeelementen (30) mit dem Exzenterrad (16) gekoppelt ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Exzenterrad (16) mittels Spritzgießen oder Stanzen oder Sintern geformt und mit der Außenverzahnung (18) unmittelbar, direkt in die gegenüber dem Innenring (20, 22) drehfesten Zahnelemente (24, 28, 52) eingefügt wird.

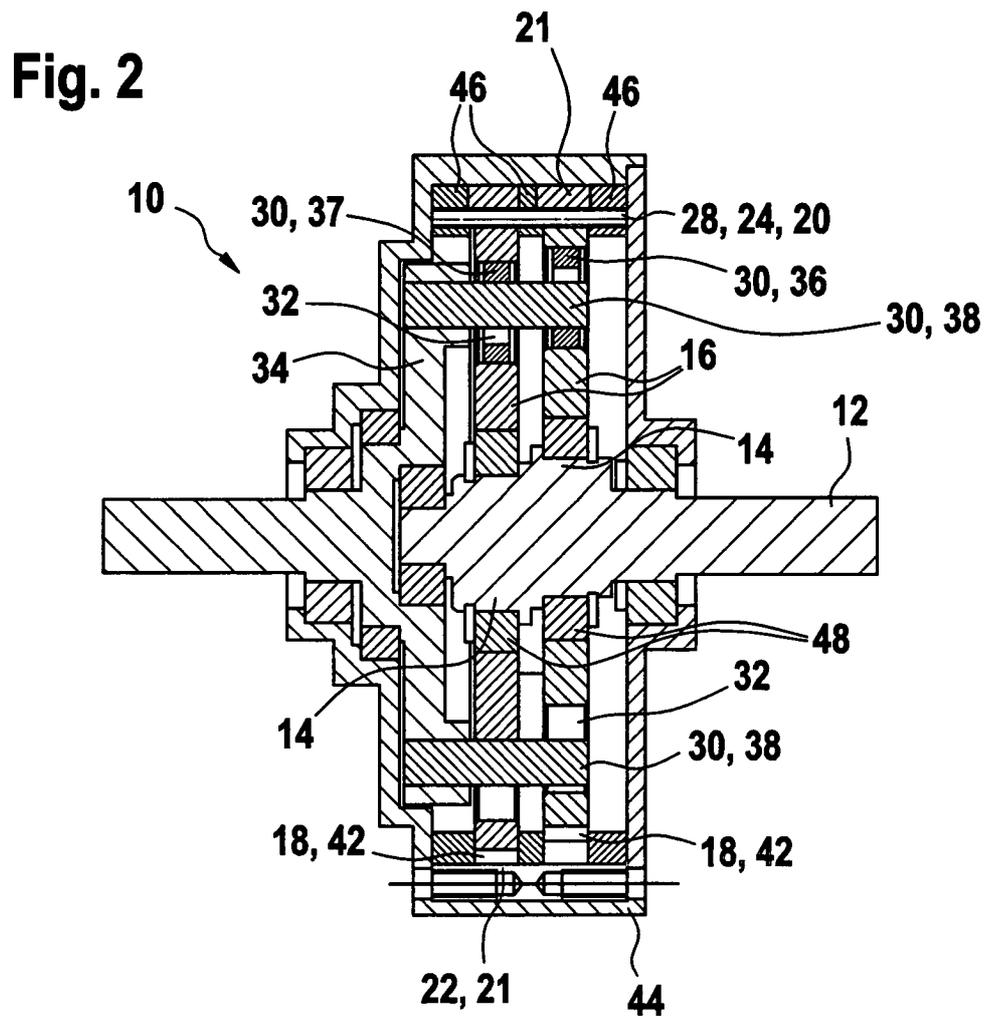
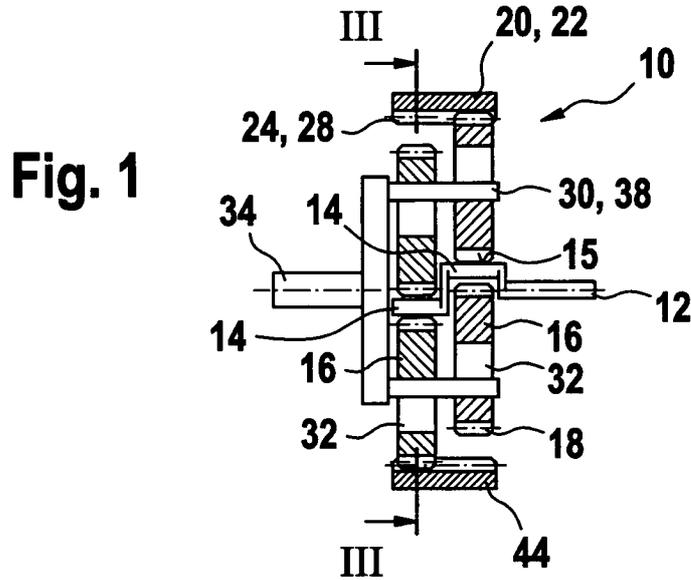
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Exzenterrad (16) aus Kunststoff, Leichtmetall oder einer Metall-Legierung hergestellt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die im wesentlichen zumindest halbzyylinderförmige Zahnelemente (24, 28, 52) zusammen mit dem Getriebegehäuse (44) einteilig mittels Spritzgussverfahren, insbesondere aus Kunststoff oder Leichtmetall hergestellt werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die im wesentlichen zumindest halbzyylinderförmige Zahnelemente (24, 28, 52) als Einlegeteile, insbesondere Stahlbolzen (28), mit dem Innenring umspritzt werden.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in das Getriebegehäuse (44) integrierten, im wesentlichen zumindest halbzyylinderförmige Zahnelemente (24, 28, 52) mittels eines kombinierten Stanz-Tiefzieh-Prozess – insbesondere aus Stahl – hergestellt werden.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



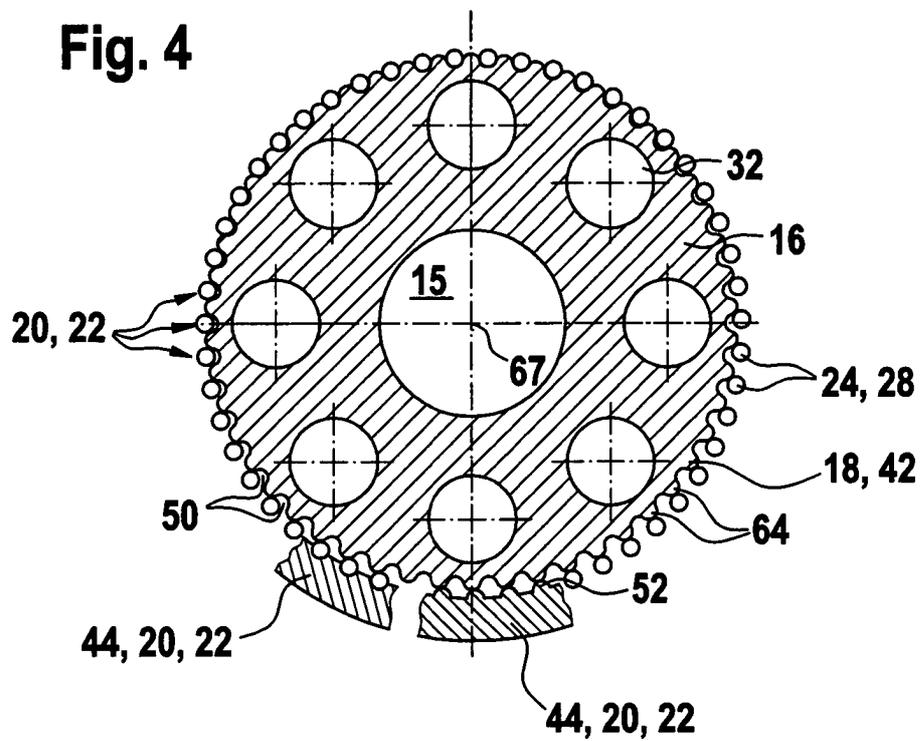
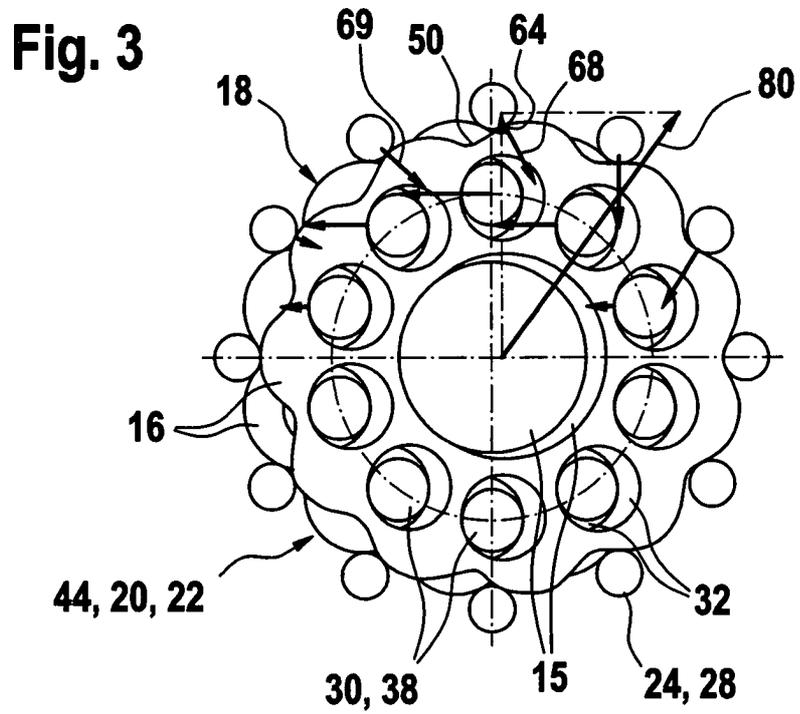


Fig. 5

