



(10) **DE 10 2012 206 499 A1** 2013.10.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 206 499.0**
 (22) Anmeldetag: **19.04.2012**
 (43) Offenlegungstag: **24.10.2013**

(51) Int Cl.: **B23P 13/00 (2012.01)**
B23P 11/02 (2012.01)
F01L 1/047 (2012.01)
B21D 53/84 (2012.01)

(71) Anmelder:
MAHLE International GmbH, 70376, Stuttgart, DE

(74) Vertreter:
BRP Renaud & Partner, 70173, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Flender, Thomas, 71735, Eberdingen, DE;
Menonna, Antonio, 71254, Ditzingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE	36 43 803	C2
DE	10 2008 064 194	A1
DE	10 2009 051 636	A1
DE	10 2009 060 348	A1
DE	10 2009 060 350	A1
DE	10 2010 032 746	A1
DE	10 2010 055 123	A1
WO	2009/ 065 970	A1

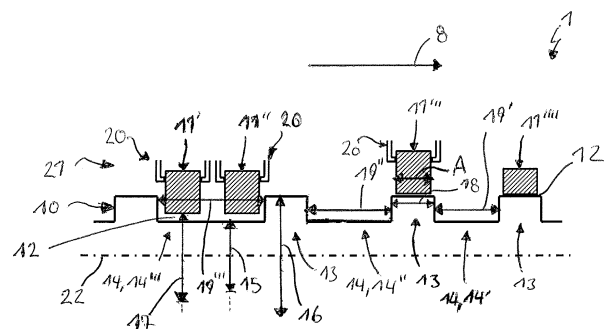
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Nockenwellenmodul und zugehöriges Herstellungsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Nockenwellenmoduls (1) sowie ein solches Nockenwellenmodul (1), wobei das Nockenwellenmodul (1) eine Welle (10) sowie zumindest ein mit der Welle (10) in einem Sitzabschnitt (13) fixiertes Funktionselement (11) aufweist, welches eine von der Welle (10) durchsetzte Funktionselementöffnung (12) aufweist. Erfindungswesentlich ist dabei, dass die Welle zumindest einen dem Sitzabschnitt (13) axial benachbarten Justierabschnitt (14) aufweist, wobei ein erster Außendurchmesser (15) des Justierabschnittes (14) kleiner ist als ein zweiter Außendurchmesser (16) des Sitzabschnittes (13), während ein Innendurchmesser (17) der Funktionselementöffnung (12) kleiner als der zweite Außendurchmesser (16) und größer als der erste Außendurchmesser (15) ist.

Dabei ist das Funktionselement (11) bei der Herstellung des Nockenwellenmoduls (1) zunächst in einem solchen zugehörigen Justierabschnitt (14) angeordnet und wird anschließend in einen solchen zugehörigen Sitzabschnitt (13) verschoben.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Nockenwellenmoduls mit einer Welle und zumindest einem Funktionselement gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein solches Nockenwellenmodul.

[0002] Eine Nockenwelle dient in bekannter Weise beispielsweise der Betätigung von Einlass- und Auslassventilen einer Brennkraftmaschine und ist aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt. Dabei ist es wünschenswert, die Nockenwelle in einer Lageranordnung zu lagern und darüber in einem Nockenwellenmodul anzuordnen, um eine vereinfachte Montage der Nockenwelle an der zugehörigen Brennkraftmaschine zu erreichen. Die Lageranordnung kann bspw. als Zylinderkopfhaube ausgestaltet sein, so dass beim Zusammenbauen bzw. bei der Montage der zugehörigen Brennkraftmaschine lediglich das Nockenwellenmodul an die Brennkraftmaschine montiert werden muss.

[0003] Ein solches Nockenwellenmodul ist bspw. aus der DE 10 2009 060 350 A1 bekannt. Hierbei werden Funktionselemente, insbesondere Nocken, des Nockenwellenmoduls zunächst in Positionierscheiben angeordnet und in einer erwünschten axialen Stellung und Winkelausrichtung gebracht und in dieser Stellung bzw. Ausrichtung festgehalten. Anschließend wird eine Welle durch eine Relativbewegung der Funktionselemente und der Welle, durch eine Funktionselementöffnung des jeweiligen Funktionselements hindurchgeschoben. Nach dem Durchschieben der Welle durch die Funktionselemente werden die Funktionselemente auf der Welle fixiert.

[0004] Weitere derartige Nockenwellenmodule bzw. entsprechende Herstellungsverfahren sind aus der DE 10 2008 064 194 A1 sowie aus der DE 10 2009 051 636 A1 sowie aus der DE 10 2009 060 348 A1 bekannt.

[0005] Nachteilig bei diesen Nockenwellenmodulen ist, dass eine axiale Positionierung des jeweiligen Funktionselements auf der Welle sowie eine genaue Winkelausrichtung des jeweiligen Funktionselements vor dem Einbringen der Welle schwer realisierbar sind. Handelt es sich bei der Lageranordnung zudem um eine Zylinderkopfhaube, so wird diese genaue Positionierung bzw. Ausrichtung dahingehend erschwert, dass innerhalb der Zylinderkopfhaube wenig Raum zur Verfügung steht. Auch können gewisse Stellen der Lageranordnung zur Positionierung bzw. Ausrichtung des Funktionselements schwer zugänglich sein.

[0006] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für ein Nockenwellenmodul so-

wie für ein zugehöriges Herstellungsverfahren eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch eine vereinfachte Montage und/oder durch eine genaue Positionierung und/oder durch eine genaue Ausrichtung von zugehörigen Funktionselementen und/oder durch eine kostengünstige Herstellung auszeichnet.

[0007] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die Positionierung und/oder die Ausrichtung von Funktionselementen eines Nockenwellenmoduls nach dem Einbringen einer zugehörigen Welle in das Nockenwellenmodul zu realisieren, wobei die Winkelausrichtung des jeweiligen Funktionselements durch eine Drehung der Welle realisiert wird. Dem Erfindungsgedanken entsprechend umfasst das Nockenwellenmodul die Welle und zumindest ein solches Funktionselement, das eine Funktionselementöffnung aufweist, die von der Welle durchsetzt ist. Das Funktionselement ist beim fertig montierten Nockenwellenmodul in einem Sitzabschnitt der Welle mit dieser fixiert, wobei die Fixierung zweckmäßig über einen Presssitz erfolgt. Zudem ist die das zumindest eine Funktionselement und die Welle aufweisende Nockenwelle in einer Lageranordnung gelagert. Zweckmäßig weist die Welle zumindest einen Justierabschnitt auf, der dem Sitzabschnitt axial benachbart ist, wobei die axiale Richtung bzgl. der Welle gegeben ist. Dabei ist ein erster Außendurchmesser des Justierabschnittes bzw. im Bereich des Justierabschnittes kleiner als ein zweiter Außendurchmesser des Sitzabschnittes bzw. im Bereich des Sitzabschnittes. Ferner ist ein Innendurchmesser der Funktionselementöffnung kleiner als der zweite Außendurchmesser des Sitzabschnittes und größer als der erste Außendurchmesser des Justierabschnittes. Eine solche Ausbildung der Welle und des Funktionselements dienen dabei dem Zweck, das Funktionselement bei der Herstellung bzw. Montage des Nockenwellenmoduls zunächst im Justierabschnitt anzuordnen, wo die Welle und das Funktionselement relativ zueinander beweglich sind. Anschließend wird das Funktionselement in den Sitzabschnitt verschoben, wobei eine erwünschte Winkelausrichtung des Funktionselements durch eine Drehung der Welle erreicht wird. Dementsprechend kann ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines solchen Nockenwellenmoduls dadurch erfolgen, dass zunächst das zumindest eine Funktionselement derart in die Lageranordnung eingebracht wird, dass die Funktionselementöffnung mit Lagerstellen der Lageranordnung, in denen die Welle anschließend gelagert ist, fluchtet. Anschließend wird die Welle durch die Lagerstellen und durch die Funktionselementöffnung in die Lageranordnung eingeschoben,

wobei das Funktionselement vor dem Einschleiben der Welle soweit aufgewärmt wird, dass die Welle durch die Funktionselementöffnung hindurchgeschoben werden kann. Ferner ist bei der Anordnung bzw. beim Einbringen des Funktionselements in die Lageranordnung zu beachten, dass das Funktionselement beim anschließenden Einschleiben der Welle in die Lageranordnung in einem solchen zugehörigen Justierabschnitt der Welle angeordnet ist. Somit sind das Funktionselement und die Welle nach dem Einbringen der Welle in die Lageranordnung relativ zueinander beweglich. Insbesondere kann die Welle gedreht werden, ohne dass das Funktionselement gedreht wird. Erfindungsgemäß wird als nächstes die Welle in eine Stellung gedreht, die einer gewünschten Winkelausrichtung des Funktionselements in einem solchen zugehörigen Sitzabschnitt entspricht. Mit anderen Worten, die Winkelausrichtung des Funktionselements wird dadurch erreicht, dass die Welle relativ zum Funktionselement gedreht wird. Ist die Welle in eine solche Stellung gedreht, so wird das Funktionselement soweit erwärmt, dass der Innendurchmesser der Funktionselementöffnung größer ist als das zweite Außendurchmesser des zugehörigen Sitzabschnittes und das Funktionselement somit in den zugehörigen Sitzabschnitt verschoben werden kann. Dabei erfolgt das Verschieben des Funktionselements in den zugehörigen Sitzabschnitt in axialer Richtung. Anschließend wird das Funktionselement im zugehörigen Sitzabschnitt mit der Welle fixiert, wobei die Fixierung vorzugsweise dadurch erfolgt, dass das Funktionselement abkühlt und entsprechend durch den Presssitz, insbesondere einen Querpresssitz, mit der Welle fixiert wird.

[0009] Somit kann insbesondere eine Drehung des Funktionselements zur Realisierung der Winkelausrichtung des Funktionselements entfallen. Durch die Wahl der Anordnung des Funktionselements im Justierabschnitt bzw. durch die Wahl des zugehörigen Justierabschnittes sind zudem ein Zugang zum Funktionselement sowie eine entsprechende axiale Verschiebung des Funktionselements erleichtert. Folglich ist das erfindungsgemäße Nockenwellenmodul leicht montierbar und somit kostengünstig herzustellen. Zudem ist eine genaue Positionierung des Funktionselements und/oder eine genaue Winkelausrichtung des Funktionselements auf der Welle vereinfacht.

[0010] Das Funktionselement kann dabei als ein Nocken, als ein Lagerring, als ein Signalgeberrad, als eine Hülse, als ein Drehgeber, als ein Zahnrad, als ein Ausrichtelement oder als ein Montagehilfeelement ausgebildet sein.

[0011] Ferner kann die Lageranordnung Bestandteil einer Zylinderkopfhaube oder eines Lagerrahmens sein.

[0012] Um die relative Bewegung des Funktionselements zur Welle bei einer Anordnung des Funktionselements im Justierabschnitt zu gewährleisten und/oder zu verbessern, ist eine axiale Erstreckung des Justierabschnittes gleich oder größer als eine axiale Erstreckung des Funktionselements. Damit sind das Funktionselement und die Welle, bei einer Anordnung des Funktionselements im Justierabschnitt, relativ zueinander rotationsbeweglich und/oder axialbeweglich.

[0013] Die Lagerung der Nockenwelle in der Lageranordnung kann bspw. mittels eines oder mehrerer Gleitlager und/oder eines oder mehrerer Wälzlager realisiert sein. Alternativ oder zusätzlich kann die Nockenwelle, insbesondere in entsprechenden Lagerstellen, eine Gleitbeschichtung aufweisen. Eine solche Gleitbeschichtung ist dabei bspw. durch eine Phosphatierung der Nockenwelle, insbesondere der Welle, erreicht. Zur Lagerung der Nockenwelle kann die Lageranordnung zumindest eine Lagergasse mit zumindest zwei Lagerstellen aufweisen, in denen bspw. besagte Gleitlager und/oder Wälzlager realisiert bzw. angeordnet sind.

[0014] Zweckmäßig weist die Nockenwelle, insbesondere die Welle, eine oder mehrere Lagerabschnitte auf, die zur Lagerung der Nockenwelle in der Lageranordnung in der Lageranordnung, insbesondere in besagten Lagerstellen gelagert sind. Dabei kann der Lagerabschnitt axial einem solchen Justierabschnitt und/oder einem solchen Sitzabschnitt benachbart angeordnet sein.

[0015] Bei bevorzugten Ausführungsformen weist die Welle im Bereich des Lagerabschnittes einen dritten Außendurchmesser auf, der dem zweiten Durchmesser im Bereich des Sitzabschnittes entspricht. Vorzugsweise entspricht der dritte Außendurchmesser dem zweiten Durchmesser. Somit ist insbesondere die Herstellung der Welle vereinfacht, weil die Welle im Wesentlichen zwei unterschiedliche Außendurchmesser aufweist. Dementsprechend ist eine solche Welle im Vergleich zu einer Welle, bei der der erste Außendurchmesser, der zweite Außendurchmesser und der dritte Außendurchmesser jeweils unterschiedlich sind erheblich kostengünstiger und einfacher herzustellen.

[0016] Es versteht sich, dass das Nockenwellenmodul mehrere Funktionselemente aufweisen kann. Auch kann das Nockenwellenmodul zwei oder mehrere Nockenwellen aufweisen, die insbesondere parallel verlaufen. Bevorzugt ist dabei die jeweilige Nockenwelle in einer zugehörigen Lagergasse bzw. in einer zugehörigen Lageranordnung gelagert.

[0017] Die Fixierung des Funktionselements mit der Welle wird wie bereits erwähnt bevorzugt durch einen Querpresssitz realisiert. Da das Funktionsele-

ment vor dem Einschieben der Welle in die Lageranordnung bzw. durch die Funktionselementöffnung bereits aufgewärmt ist, kann das Funktionselement auch durchgängig bis zur Abkühlung im zugehörigen Sitzabschnitt aufgewärmt gehalten werden.

[0018] Es ist auch denkbar, den Presssitz durch einen Längspresssitz zu realisieren. Dabei wird das Funktionselement auf den Sitzabschnitt aufgeschoben, ohne dass es soweit aufgewärmt wird, dass es mit Spiel auf den zugehörigen Sitzabschnitt aufgeschoben werden kann. In diesem Fall erfolgt die Fixierung des Funktionselements mit der Welle während der Verschiebung des Funktionselements in den zugehörigen Sitzabschnitt.

[0019] Die Herstellung bzw. Montage des Nockenwellenmoduls kann mithilfe einer Montagevorrichtung vorgenommen werden. Dabei weist die Montagevorrichtung bevorzugt eine Positioniereinrichtung auf, die das Funktionselement axial in den zugehörigen Sitzabschnitt verschiebt.

[0020] Es versteht sich, dass die Welle auf beiden axialen Seiten des jeweiligen Sitzabschnittes einen solchen benachbarten Justierabschnitt aufweisen kann. Demensprechend kann bei der Herstellung bzw. Montage des Nockenwellenmoduls entschieden werden, von welcher axialen Seite des Sitzabschnittes aus ein erleichterter Zugang zum zugehörigen Funktionselement gegeben ist. Folglich wird das Funktionselement derart in die Lageranordnung eingebracht, dass es nach dem anschließenden Durchschieben der Welle in diesem, den leichteren Zugang gewährleistenden Justierabschnitt angeordnet ist.

[0021] Weist die jeweilige Nockenwelle mehrere Funktionselemente auf, so können auch diese durch das erfindungsgemäße Verfahren mit der Welle fixiert werden, wobei hier sämtliche Funktionselemente vor dem Durchschieben der Welle in die Lageranordnung gebracht werden und in der Lageranordnung derart angeordnet sind, dass ihre Funktionselementöffnungen mit den Lagerstellen der Lageranordnung fluchten und dass sie jeweils in einem solchen zugehörigen Justierabschnitt angeordnet sind. Nach der Fixierung des ersten Funktionselements kann dann das zweite Funktionselement mit der Welle fixiert werden, indem zunächst die Welle in eine Stellung gedreht wird, die einer erwünschten Winkelausrichtung dieses Funktionselements in einem solchen zugehörigen Sitzabschnitt entspricht, das Funktionselement, insbesondere mithilfe der Positioniereinrichtung, axial in den zugehörigen Sitzabschnitt verschoben und im zugehörigen Sitzabschnitt mit der Welle fixiert wird. Selbstverständlich kann die Drehung der Welle zum Erreichen der erwünschten Winkelausrichtung des jeweiligen Funktionselements entfallen, wenn sich die Welle bereits in einer solchen Stellung befindet. Insbesondere kann die Drehung der Welle

bei der Winkelausrichtung des ersten Funktionselements entfallen. Alternativ oder zusätzlich kann das jeweilige Funktionselement zur Fixierung mit der Welle verklebt werden.

[0022] Es versteht sich, dass das jeweilige Funktionselement während der Drehung der Welle zum Erreichen der erwünschten Winkelausrichtung gehalten wird, um eine möglichst genaue Winkelausrichtung zu erreichen. Es sei ferner erwähnt, dass die Welle beim Verschieben des Funktionselements in den Sitzabschnitt und/oder bei der Fixierung des Funktionselements mit der Welle gehalten werden kann, um insbesondere beim Längspresssitz eine genaue Positionierung des Funktionselements zu erlauben.

[0023] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann der zumindest eine Justierabschnitt mit einem vergleichsweise günstigen Drehverfahren bearbeitet werden, während der zumindest eine Sitzabschnitt und/oder der zumindest eine Lagerabschnitt geschliffen wird. Somit ist es möglich, die Herstellungskosten des Nockenwellenmoduls weiter zu reduzieren.

[0024] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0025] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0026] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

[0027] Es zeigt, jeweils schematisch

[0028] [Fig. 1](#) eine räumliche Ansicht eines Nockenwellenmoduls,

[0029] [Fig. 2](#) eine räumliche Ansicht einer Lageranordnung,

[0030] [Fig. 3](#) einen Schnitt durch ein Nockenwellenmodul während der Herstellung,

[0031] [Fig. 4](#) einen Schnitt durch eine Nockenwelle während der Herstellung des Nockenwellenmoduls,

[0032] [Fig. 5](#) einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Nockenwellenmodul.

[0033] Entsprechend der [Fig. 1](#), weist ein Nockenwellenmodul **1** zumindest eine Nockenwelle **2** auf, die in einer Lageranordnung **3** des Nockenwellenmoduls **1** gelagert ist (vgl. [Fig. 3](#)), wobei das in [Fig. 1](#) gezeigte Nockenwellenmodul **1** zwei derartige Nockenwellen **2** besitzt, die parallel verlaufen. Dabei kann die Lageranordnung **3** Bestandteil einer Zylinderkopfhäube **4** oder eines Lagerrahmens **4'** sein. Zur Lagerung der jeweiligen Nockenwelle **2** weist die Lageranordnung **3**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, eine Lagergasse **5** auf, wobei die jeweilige Lagergasse **5** im in der [Fig. 2](#) gezeigten Beispiel sechs Lagerstellen **6** und im in der [Fig. 1](#) gezeigten Beispiel **5** solche Lagerstellen **6** aufweist. Die jeweiligen Lagerstellen **6** sind in Trennwänden **7** ausgebildet, die quer zur axialen Richtung **8** der jeweiligen Nockenwelle **2** verlaufen. Wie in der [Fig. 1](#) zu sehen ist, weisen die Nockenwellen **2** an einem ihrer axialen Enden jeweils eine Antriebseinrichtung **9** auf, die zum Antrieb der Nockenwellen **2** mit einer zugehörigen Brennkraftmaschine, insbesondere mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine und optional miteinander, gekoppelt sein können und als Zahnräder ausgebildet sind.

[0034] Die jeweilige Nockenwelle **2** umfasst eine Welle **10** sowie mehrere mit der Welle **10** fixierte Funktionselemente **11**. Das jeweilige Funktionselement **11** weist eine Funktionselementöffnung **12** auf, die von der Welle **10** durchsetzt ist. Dabei ist das jeweilige Funktionselement **11** mittels eines Presssitzes in einem Sitzabschnitt **13** der Welle **10** mit der Welle **10** fixiert.

[0035] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, weist die Welle **10** zumindest einen dem jeweiligen Sitzabschnitt **13** axial benachbarten Justierabschnitt **14** auf. Dabei ist ein erster Außendurchmesser **15** der Welle **10** im Bereich des Justierabschnittes **14** kleiner als ein zweiter Außendurchmesser **16** im Bereich des Sitzabschnittes **13**. Zudem ist ein Innendurchmesser **17** der Funktionselementöffnung **11** kleiner als der zweite Außendurchmesser **16** des Sitzabschnittes **13** und größer als der erste Außendurchmesser **15** des Justierabschnittes **14**. Hierbei kann die Montage bzw. Herstellung des Nockenwellenmoduls **1** wie folgt ablaufen: Die jeweiligen Funktionselemente **11** werden zunächst in die Lageranordnung **3**, wie sie bspw. in [Fig. 2](#) dargestellt ist, eingebracht. Dabei werden die Funktionselemente **11** so in der Lageranordnung **3** angeordnet, dass die Funktionselementöffnung **12** des jeweiligen Funktionselements **11** mit den Lagerstellen **6** der zugehörigen Lagergasse **5** fluchtet. Anschließend wird, wie in [Fig. 3](#) dargestellt, die Welle **10** durch die Lagerstellen **6** der zugehörigen Lagergasse **5** sowie durch die Funktionselementöffnungen **12** der zugehörigen Funktionselemente **11** in die Lageranordnung **3** hineingeschoben. Dabei ist in [Fig. 3](#) die in der dargestellten Ansicht obere Welle **10** bereits gänzlich in die Lageranordnung **3** hineingeschoben, während die untere Welle **10** von links nach rechts in

die zugehörige Lagergasse **5** bzw. durch die zugehörigen Funktionselemente **11** hineingeschoben wird. Beim Eindringen der Funktionselemente **11** in die Lageranordnung **3** ist dabei zu beachten, dass nach dem Einschoben der zugehörigen Welle **10** in die Lageranordnung **3** das jeweilige Funktionselement **11** in einem solchen zugehörigen Justierabschnitt **14** angeordnet ist.

[0036] Eine solche Anordnung der Funktionselemente **11** ist in [Fig. 4](#) bei den in der gezeigten Ansicht beiden linken Funktionselementen **11'**, **11''** zu sehen. Hierbei ist auch zu sehen, dass eine axiale Erstreckung **A** des jeweiligen Funktionselements **11** im Wesentlichen der axialen Erstreckung **18** des Sitzabschnittes **13** entspricht, während eine axiale Erstreckung **19** des jeweiligen Justierabschnittes **14** größer ist als die axiale Erstreckung **A** des jeweiligen Funktionselements **11**. Ferner weisen alle Funktionselemente **11** die gleiche axiale Erstreckung **A** auf. Auch sämtliche dargestellte Sitzabschnitte **13** weisen die gleiche axiale Erstreckung **18** auf, während die Justierabschnitte **14** unterschiedliche axiale Erstreckungen **19** aufweisen. So ist die axiale Erstreckung **19'** des Justierabschnittes **14'** kleiner als die axiale Erstreckung **19''** des Justierabschnittes **14''**, die ihrerseits kleiner ist als die axiale Erstreckung **19'''** des Justierabschnittes **14'''**.

[0037] Da der Innendurchmesser **17** der Funktionselementöffnung **12** kleiner ist als der zweite Außendurchmesser **16** der Sitzabschnitte **13**, wird das jeweilige Funktionselement **11** vor dem in [Fig. 3](#) gezeigten Einschoben der Welle **10** in die Lageranordnung **3** soweit aufgewärmt, dass die Welle **10** und insbesondere die Sitzabschnitte **13** und Lagerabschnitte **26** (siehe [Fig. 5](#)) durch die jeweilige Funktionselementöffnung **12** hindurchpassen. Hierbei sind die beiden in [Fig. 4](#) linken Funktionselemente **11'**, **11''** in einem Zustand gezeigt, bei dem sie bereits wieder abgekühlt sind, so dass die Welle **10** und diese Funktionselemente **11'**, **11''** lediglich im zugehörigen Justierabschnitt **14'''** relativ zueinander beweglich sind. Zudem können die Welle **10** und die Funktionselemente **11'**, **11''** relativ zueinander gedreht werden.

[0038] Zur Montage des jeweiligen Funktionselements **11** wird, wie beim Funktionselement **11'''** dargestellt, das jeweilige Funktionselement **11** soweit aufgewärmt, dass es mithilfe von Greifarmen **20** einer Positioniereinrichtung **21** mit Spiel auf den gehörigen Sitzabschnitt **13** verschoben werden kann. Anschließend wird der Presssitz zwischen der Funktionselemente **11** und der Welle **10** im zugehörigen Sitzabschnitt **13** durch Abkühlung des Funktionselements **11** realisiert, wobei dieser Zustand beim rechten Funktionselement **11'''** dargestellt ist. Vor dem Verschieben des jeweiligen Funktionselements **11** in den zugehörigen Sitzabschnitt **13** wird die Welle **10** um ihre Rotationsachse **22** gedreht, bis eine Stellung

der Welle **10** relativ zu diesem Funktionselement **11** einer erwünschten Winkelausrichtung dieses Funktionselements **11** entspricht. Nach der Fixierung dieses Funktionselements **11** mit der Welle **10** wird die Welle bei Bedarf erneut um ihre Rotationsachse **22** gedreht, bis eine erwünschte Winkelausrichtung für das nächste zu fixierende Funktionselement **11** erreicht ist. Erst dann wird letzteres Funktionselement **11** in den zugehörigen Sitzabschnitt **13** verschoben. Somit ist einerseits eine genaue axiale Positionierung des jeweiligen Funktionselements **11** auf der Welle **10** möglich, und andererseits eine genaue Winkelausrichtung des jeweiligen Funktionselements auf der Welle **10** gewährleistet.

[0039] Zudem bietet das erfindungsgemäße Nockenwellenmodul **1** sowie das zugehörige Herstellungsverfahren den Vorteil, dass das jeweilige Funktionselement **11** zur Fixierung mit der Welle **10** bei Bedarf wahlweise von einer der axial benachbarten Seiten des zugehörigen Sitzabschnittes **13** oder der anderen benachbarten Seiten zugänglich ist. Ist der Zugang zu einem der Funktionselemente **11**, hier zum Funktionselement **11''**, von einer der dem zugehörigen Sitzabschnitt **13** benachbarten Justierabschnitte **14**, hier zum Justierabschnitt **14''**, bspw. durch eine solche Trennwand **7**, erschwert, so kann das Funktionselement **11''** beim Einbringen in die Lageranordnung **3** derart angeordnet werden, dass es nach dem Einschieben der Welle **10** im anderen Justierabschnitt **14'''** angeordnet ist.

[0040] Das jeweilige Funktionselement **11** kann hierbei jeder, auf der Welle **10** zu fixierende Bestandteil der Nockenwelle **2** sein. So kann das jeweilige Funktionselement **11** bspw. als Nocken **23**, als Lagerring **24** oder als Zahnrad **25** und dergleichen, ausgebildet sein.

[0041] Alternativ oder zusätzlich zum Presssitz kann das jeweilige Funktionselement **11** im zugehörigen Sitzabschnitt **13** mit der Welle **10** verklebt werden.

[0042] Wie beim in der [Fig. 5](#) gezeigten Schnitt illustriert, sind die Lagerabschnitte **26** der Welle **10** jeweils in einer solchen Lagerstelle **6** der Lagergasse **5** gelagert, wobei in [Fig. 5](#) darstellungsbedingt keine Funktionselemente **10** gezeigt sind. Hierbei ist zu sehen, dass die Welle **10** im Bereich der Lagerabschnitte **26** einen dritten Außendurchmesser **27** aufweist. Der dritte Außendurchmesser **27** der Lagerabschnitte **26** entspricht dem zweiten Außendurchmesser **16** der Sitzabschnitte **13**. Somit weist die Welle **10** lediglich zwei unterschiedliche Außendurchmesser **15**, **16**, **27** auf, so dass die Herstellung der Welle **10** erheblich einfacher und kostengünstiger realisiert werden kann, als bei einer Welle **10** mit drei unterschiedlichen Außendurchmessern **15**, **16**, **27**.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102009060350 A1 [\[0003\]](#)
- DE 102008064194 A1 [\[0004\]](#)
- DE 102009051636 A1 [\[0004\]](#)
- DE 102009060348 A1 [\[0004\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Nockenwellenmoduls (1) mit einer Welle (10) und zumindest einem Funktionselement (11), das eine Funktionselementöffnung (12) aufweist, welche von der Welle (10) durchsetzt ist, wobei das Funktionselement (11) in einem Sitzabschnitt (13) der Welle (10) mit der Welle (10) fixiert ist, und mit einer Lageranordnung (3), in der zumindest ein Lagerabschnitt (26) der Welle (10) gelagert ist, wobei

- die Welle (10) zumindest einen, dem wenigstens einen Sitzabschnitt (13) axial benachbarten Justierabschnitt (14) aufweist,
- ein erster Außendurchmesser (15) im Bereich des Justierabschnittes (14) kleiner ist als ein zweiter Außendurchmesser (16) im Bereich des Sitzabschnittes (13),
- ein Innendurchmesser (17) der Funktionselementöffnung (12) kleiner als der zweite Außendurchmesser (16) und größer als der erste Außendurchmesser (15) ist,

gekennzeichnet durch die Schritte,

- das zumindest eine Funktionselement (11) wird derart in die Lageranordnung (3) eingebracht, dass die Funktionselementöffnung (12) mit Lagerstellen (6) der Lageranordnung (3) fluchtet, und dass das Funktionselement (11) beim anschließenden Einschieben der Welle (10) in die Lageranordnung (3) in einem zugehörigen Justierabschnitt (14) der Welle (10) angeordnet ist,
- das Funktionselement (11) wird soweit erwärmt wird, dass die Welle (10) durch die Funktionselementöffnung (12) hindurchgeschoben werden kann,
- die Welle (10) wird durch die Lagerstellen (6) und durch die Funktionselementöffnung (12) in die Lageranordnung (3) geschoben,
- die Welle (10) wird in eine Stellung gedreht, die einer erwünschten Winkelausrichtung des Funktionselements (11) in einem zugehörigen Sitzabschnitt (13) entspricht,
- das Funktionselement (11) wird soweit erwärmt, dass es mit Spiel auf den zugehörigen Sitzabschnitt (23) verschoben werden kann,
- das Funktionselement (11) wird axial in den zugehörigen Sitzabschnitt (13) verschoben,
- das Funktionselement wird durch Abkühlung relativ zur Welle (10) mit der Welle (10) fixiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (10) vor der Montage in das Nockenwellenmodul (1) soweit bearbeitet, insbesondere fertig bearbeitet, wird, dass sie nach der Montage keiner weiteren Bearbeitung bedarf.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Justierabschnitt (14) mit einem Drehverfahren bearbeitet wird, während der zumindest eine Sitzabschnitt (13) geschliffen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Funktionselement (11) zur Fixierung mit der Welle (10) zusätzlich verklebt wird.

5. Nockenwellenmodul (1), das durch ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 hergestellt ist.

6. Nockenwellenmodul nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein dritter Außendurchmesser (27) im Bereich des Lagerabschnittes (26) im Wesentlichen dem zweiten Außendurchmesser (16) entspricht.

7. Nockenwellenmodul nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine axiale Erstreckung (19) des Justierabschnittes (14) größer oder gleich ist wie eine axiale Erstreckung (A) des Funktionselements (11).

8. Nockenwellenmodul nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Lageranordnung (3) zumindest eine Lagergasse (5) mit zumindest zwei die Nockenwelle (2) lagernden Lagerstellen (6) aufweist.

9. Nockenwellenmodul nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Lageranordnung (3) Bestandteil einer Zylinderkopfhaube (4) oder eines Lagerrahmens (4') ist.

10. Nockenwellenmodul nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Nockenwellenmodul (1) zwei Nockenwellen (2) aufweist.

11. Nockenwellenmodul nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Funktionselement (11) als Nocken (23), Lagerring (24), Signalgeberrad, Hülse, Drehgeber, Zahnrad (25), Ausrichtelement oder Montagehilfselement ausgebildet ist.

12. Nockenwellenmodul nach einem der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet,
– dass die Nockenwelle (2) mittels eines Gleitlagers und/oder eines Wälzlagers in der Lageranordnung (3) gelagert ist, und/oder
– dass die Nockenwelle (2) eine Gleitbeschichtung, insbesondere eine Phosphatierung, aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

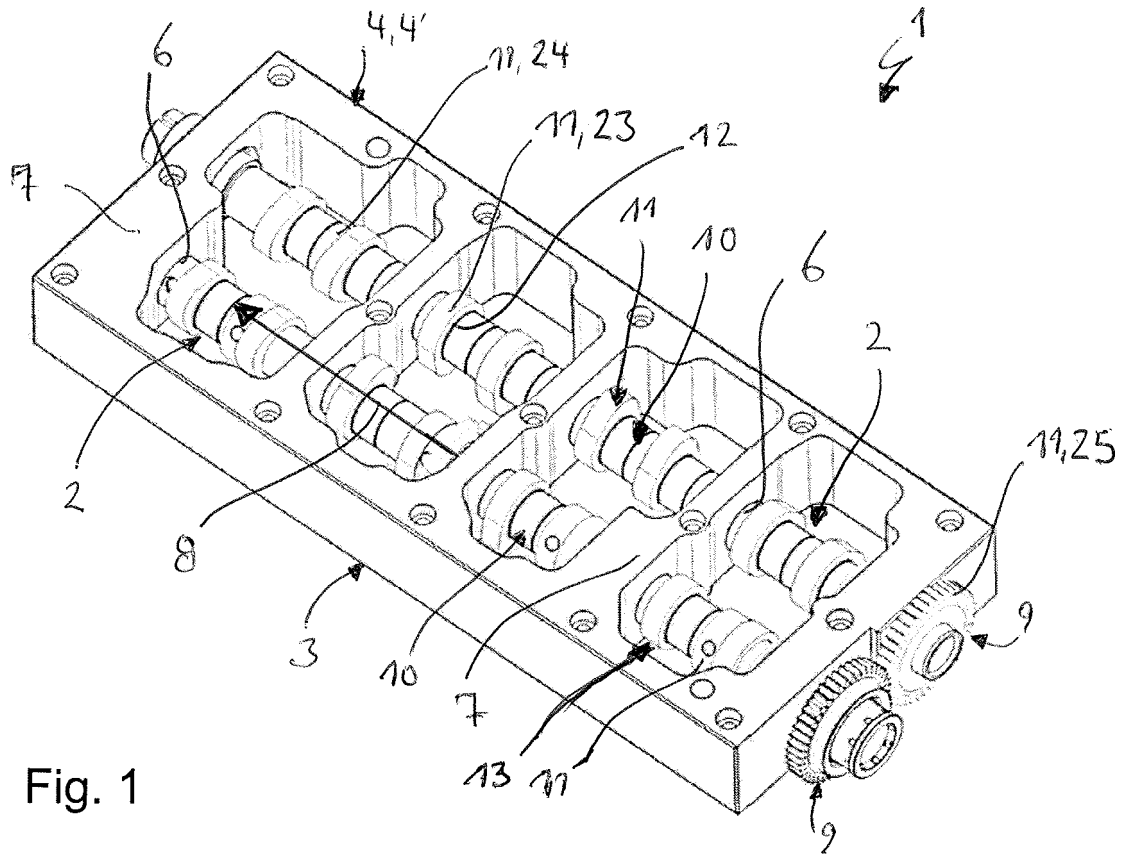


Fig. 1

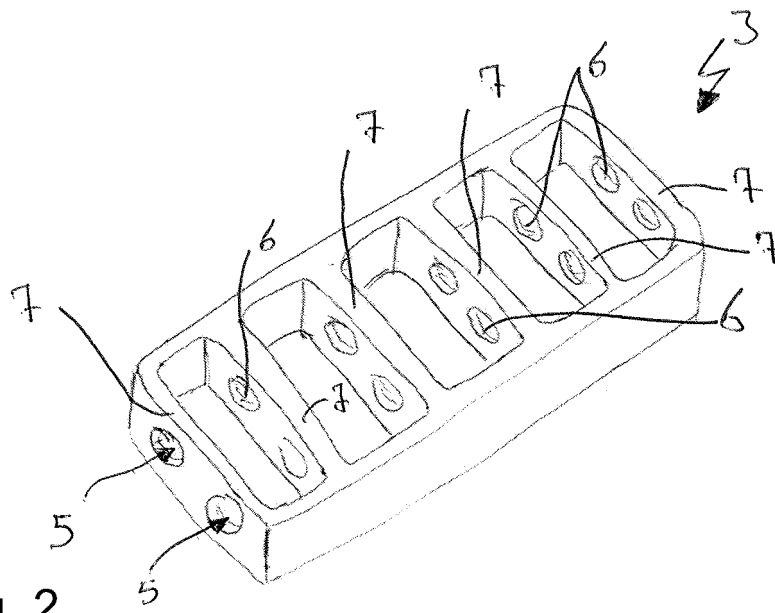


Fig. 2

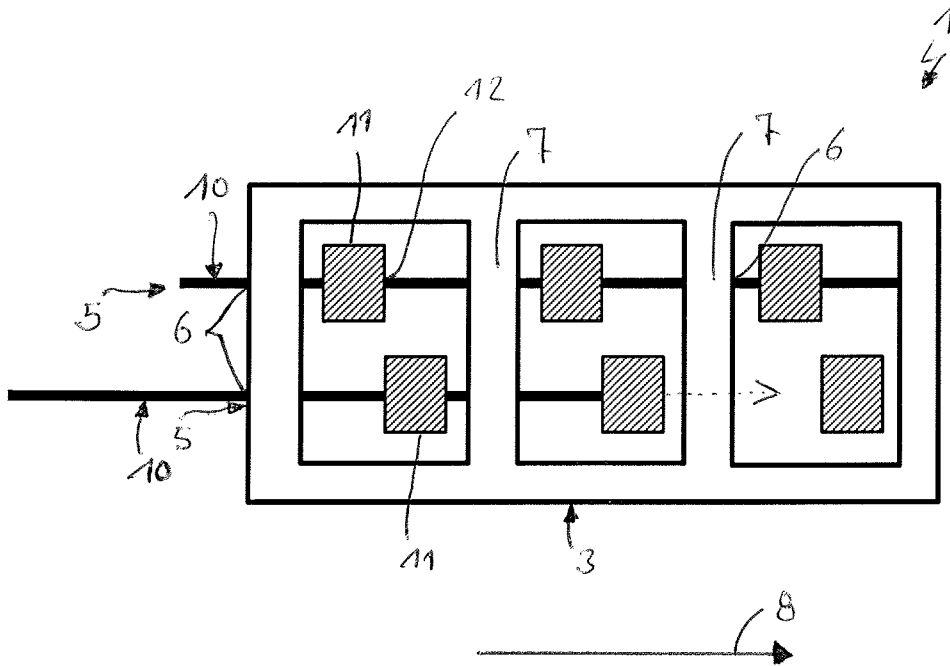


Fig. 3

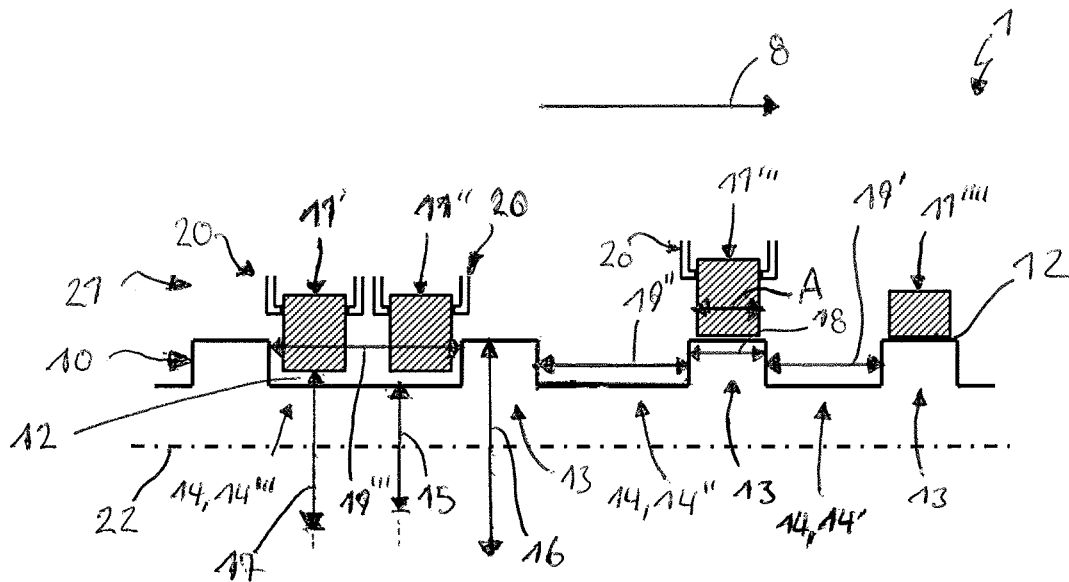


Fig. 4

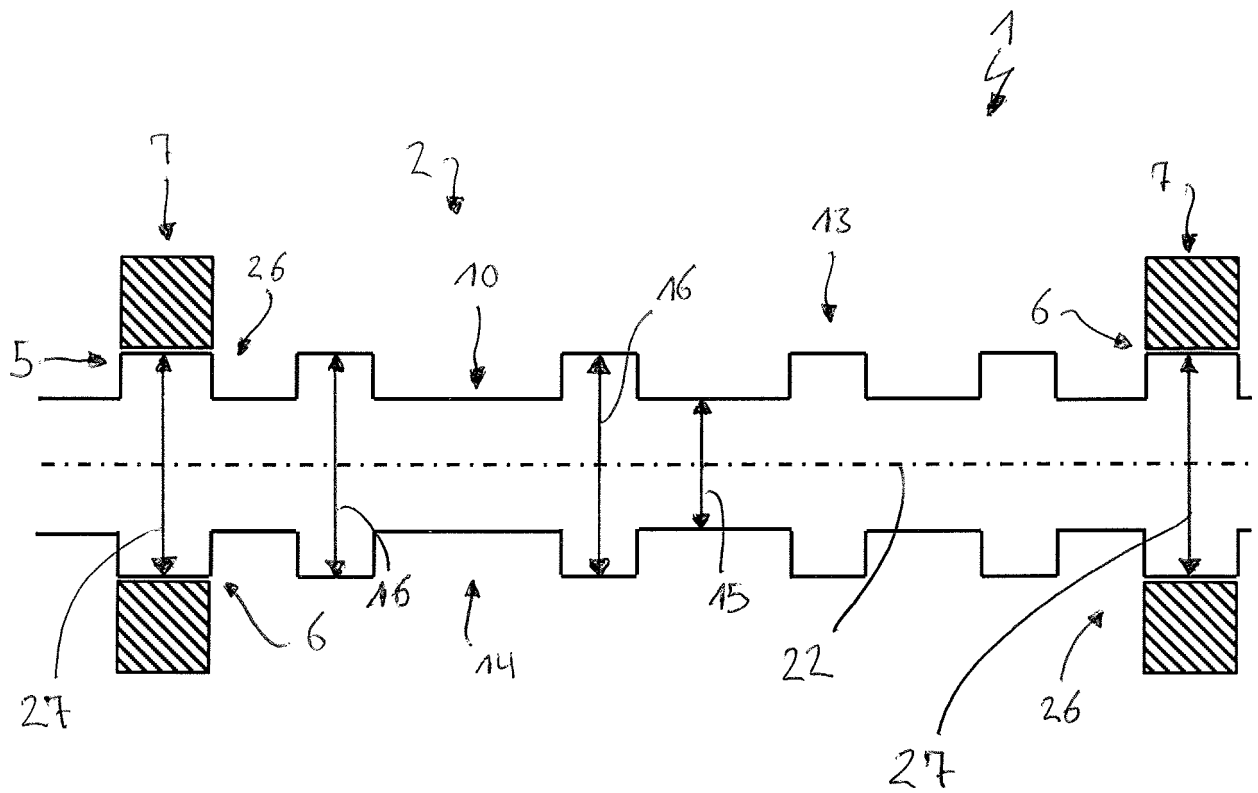


Fig. 5