



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 296 332 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1  
Patentgesetz der DDR  
vom 27.10.1983  
in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) F 16 H 53/02

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD F 16 H / 342 450 5	(22)	03.07.90	(44)	28.11.91
(31)	P3921923.2-15	(32)	04.07.89	(33)	DE
	P39425290		22.12.89		

(71) siehe (73)  
 (72) Riemscheid, Helmut; Frielingsdorf, Herbert; Greulich, Klaus, Dr.; Amborn, Peter, Dr.; Weiß, Karl, Dr.; Magirus, Stefan; Schmidt, Gretel; Urban, Peter, DE  
 (73) GKN Automotive AG, Alte Lohmarer Straße 59, W - 5200 Siegburg, DE  
 (74) Harwardt, Neumann, Patentanwälte, Postfach 14 55, W - 5200 Siegburg, DE

(54) Nockenwelle

(55) äußeres und inneres Wellenelement; Nockenelement; Nockenerhebung; Schlitz; Nockengrundkreis; Ringkörper; Rohrkörper; Rohrabschnitt; Längsabschnitt

(57) Nockenwelle mit zwei ineinanderliegenden Wellenelementen (101, 102, 201, 202), die zueinander um einen beschränkten Winkelbetrag verdrehbar sind, wobei erste Nockenelemente (107, 207) mit dem innenliegenden Wellenelement (101, 201) und zweite Nockenelemente (108, 208) mit dem außenliegenden Wellenelement (102, 202) verbunden sind. Hierbei ist vorgesehen, daß das außenliegende Wellenelement (102, 202) den Nockenerhebungen der ersten Nockenelemente (107, 207) des innenliegenden Wellenelements (101, 201) zugeordnete Schlüsse (109, 209, 210) aufweist, durch die Teile der unmittelbar mit dem innenliegenden Wellenelement (101, 201) verbundenen ersten Nockenelemente (107, 207) hindurchtreten. Fig. 1

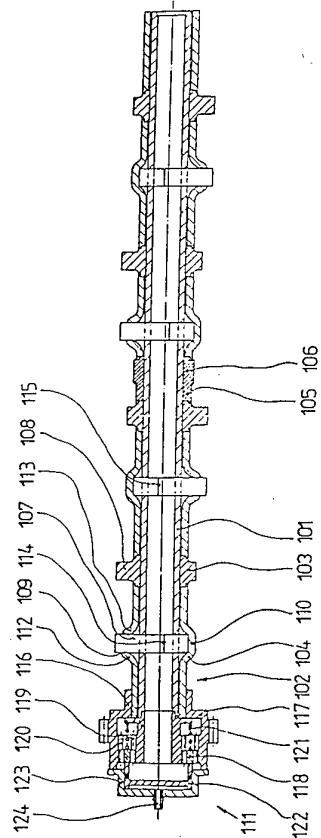


Fig.1

Patentansprüche:

1. Nockenwelle für ventilgesteuerte Verbrennungsmotoren mit zwei ineinanderliegenden Wellenelementen, die zueinander um einen beschränkten Winkelbetrag verdrehbar sind, wobei erste Nockenelemente mit dem innenliegenden Wellenelement und zweite Nockenelemente mit dem außenliegenden Wellenelement verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß das außenliegende Wellenelement (102, 202) den Nockenerhebungen der ersten Nockenelemente (107, 207) des innenliegenden Wellenelementes (101, 201) zugeordnete Schlitze (109, 209, 210) aufweist, durch die Teile der mit dem innenliegenden Wellenelement (101, 201) unmittelbar verbundenen ersten Nockenelemente (107, 207) hindurchtreten.
2. Nockenwelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das außenliegende Wellenelement (102) den Nockenerhebungen der ersten Nockenelemente (107) des innenliegenden Wellenelementes (101) zugeordnete, auf einen Winkelbereich beschränkte in Umfangsrichtung verlaufende Schlitze (109) aufweist, durch die Nockenerhebungen der auf dem ganzen Umfang mit dem innenliegenden Wellenelement (101) verbundenen ersten Nockenelemente (107) hindurchtreten, und daß im Bereich der Nockenerhebung dieser Nocken die Lauffläche von dem mit dem innenliegenden Wellenelement (101) verbundenen ersten Nockenelement (107) gebildet wird und im Bereich des Nockengrundkreises die Lauffläche von einem mit dem außenliegenden Wellenelement (102) verbundenen Ergänzungselement gebildet wird.
3. Nockenwelle nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ergänzungselemente durch eine Ausbauchung (110) des außenliegenden Wellenelementes (102) gebildet sind.
4. Nockenwelle nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ergänzungselemente aus zumindest einem, bevorzugt zwei, jeweils benachbart zu einem Schlitz (109) angeordneten, auf dem außenliegenden Wellenelement (102) befestigten Ringkörpern gebildet sind.
5. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ersten Nockenelemente (107) auf dem innenliegenden Wellenelement (101) einzeln festgelegte Ringelemente sind.
6. Nockenwelle nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das innenliegende Wellenelement (101) ein durchgehender Rohrkörper ist.
7. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das innenliegende Wellenelement (101) aus insbesondere im Bereich der ersten Nockenelemente (107) aus ineinandergesteckten Rohrabschnitten besteht.
8. Nockenwelle nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils ein erstes Nockenelement (107) mit einem Rohrabschnitt einstückig verbunden ist, insbesondere aus dem Rohrmaterial ausgeformt ist.
9. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ersten Nockenelemente (107) mit dem Wellenelement (101) und/oder die Rohrabschnitte miteinander kraftschlüssig verbunden sind.
10. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ersten Nockenelemente (107) mit dem Wellenelement (101) und/oder die Rohrabschnitte (103, 104, 105) miteinander stoffschlüssig durch Schweißen oder Löten verbunden sind.
11. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das äußere Wellenelement (102) aus einzelnen Längsabschnitten (103, 104, 105) zusammengesetzt ist.
12. Nockenwelle nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweiten Nockenelemente (108) jeweils einstückig mit einem Längsabschnitt (103) des äußeren Wellenelementes (102) ausgebildet sind.
13. Nockenwelle nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß Lagerzapfen (106) jeweils einstückig mit einem Längsabschnitt (105) des äußeren Wellenelementes (102) ausgebildet sind.
14. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Längsabschnitte (103, 104, 105) des äußeren Wellenelementes (102) stumpf miteinander verschweißt sind.
15. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 2 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Verstellvorrichtung (111) an einem Ende der Wellenelemente (101, 102) vorgesehen ist, die gegenüber dem einen Wellenelement (101, 102) drehfest gehalten ist und mit dem anderen Wellenelement (102, 101) in drehverstellendem Eingriff ist.

16. Nockenwelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das außenliegende Wellenelement (202) aus einzelnen Längsabschnitten (203, 204, 205) zusammengesetzt ist, die an den Verbindungsstellen jeweils an einem der Längsabschnitte (203, 204) am Ende von in Längsrichtung verlaufenden Schlitzen (209, 210) getrennte Rohrsegmente (212, 213, 214, 215; 220, 221, 222, 223) aufweisen, daß die dem innenliegenden Wellenelement (201) zugeordneten ersten Nockenelemente (207) jeweils auf einen Winkelbereich beschränkte Axialschlitzte (216, 217, 218, 219; 224, 225, 226, 227) aufweisen und daß die Rohrsegmente (212, 213, 214, 215; 220, 221, 222, 223) der Längsabschnitte (203, 204) des außenliegenden Wellenelements (202) durch die Axialschlitzte (216, 217, 218, 219; 224, 225, 226, 227) der Nockenelemente (207) des innenliegenden Wellenelements (201) axial hindurchtreten.
17. Nockenwelle nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils die Rohrsegmente (212, 213, 214, 215; 220, 221, 222, 223) eines Längsabschnittes (203, 204) des außenliegenden Wellenelementes (202) auf den ungeteilten Rohrkörper des nächsten Längsabschnittes (203, 204, 205) aufgeschoben sind.
18. Nockenwelle nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Längsabschnitt (203, 204) eines außenliegenden Wellenelementes (202) zwei Rohrsegmente (212, 213, 214, 215) aufweist, die durch zwei Axialschlitzte (216, 217, 218, 219) der ersten Nockenelemente (207) des innenliegenden Wellenelementes (201) axial hindurchgreifen.
19. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ersten Nockenelemente (207) auf dem innenliegenden Wellenelement (201) mit einem ringförmigen Grundkreis festliegen und die Axialschlitzte (216, 217, 218, 219) radialen Abstand vom innenliegenden Wellenelement (201) haben.
20. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ersten Nockenelemente (207) nach innen offene Axialschlitzte (224, 225, 226, 227) haben und mit teilringförmigen Flächen auf dem innenliegenden Wellenelement (201) festliegen.
21. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß das innenliegende Wellenelement (201) ein durchgehender Rohrkörper ist.
22. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß das innenliegende Wellenelement (201) aus insbesondere im Bereich der ersten Nockenelemente (207) ineinander gesteckten länglichen Abschnitten besteht.
23. Nockenwelle nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils ein erstes Nockenelement (207) mit einem länglichen Abschnitt des innenliegenden Wellenelementes (201) einstückig verbunden ist.
24. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 16 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ersten Nockenelemente (207) mit dem innenliegenden Wellenelement (201) und/oder die länglichen Abschnitte des innenliegenden Wellenelementes (201) miteinander form- und/oder kraftschlüssig oder stoffschlüssig verbunden sind.
25. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 16 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweiten Nockenelemente (208) mit dem außenliegenden Wellenelement (201) form- und/oder kraftschlüssig oder stoffschlüssig verbunden sind.
26. Nockenwelle nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweiten Nockenelemente (208) jeweils einstückig mit einem Längsabschnitt (203, 204) des äußeren Wellenelementes (202) ausgebildet sind.
27. Nockenwelle nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß Lagerzapfen (206) jeweils einstückig mit einem Längsabschnitt (203, 204, 205) des äußeren Wellenelementes (202) ausgebildet sind.
28. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 25 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Längsabschnitte (203, 204, 205) des äußeren Wellenelementes (202) miteinander stoffschlüssig, form- und/oder kraftschlüssig verbunden sind.
29. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 16 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Axialschlitzte (216, 217, 218, 219; 224, 225, 226, 227) der ersten Nockenelemente (207) größere Umfangswinkel umfassen als die zugeordneten Rohrsegmente (212, 213, 214, 215; 220, 221, 222, 223) der Längsabschnitte (203, 204) des äußeren Wellenelementes (202) und daß eine Verstellvorrichtung an einem Ende der Wellenelemente (201, 202) vorgesehen ist, die mit den beiden Wellenelementen (201, 202) in gegeneinander drehverstellendem Eingriff ist.
30. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 16 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, daß Nockenelemente (207) auf einem der Wellenelemente (201) als Raumnocken mit axial

veränderlichen Erhebungskurven ausgebildet sind, daß das andere der Wellenelemente (202) axial festgelegt ist, und daß eine Verstellvorrichtung an einem Ende der Wellenelemente (202) vorgesehen ist, die mit den beiden Wellenelementen (201, 202) in gegeneinander axialverstellendem Eingriff ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

#### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Nockenwelle für ventilgesteuerte Verbrennungsmotoren mit zwei ineinanderliegenden Wellenelementen, die zueinander um einen beschränkten Winkelbetrag verdrehbar sind, wobei erste Nockenelemente – insbesondere zu Betätigung der Auslaßventile – mit dem innenliegenden Wellenelement und zweite Nockenelemente – insbesondere zur Betätigung der Einlaßventile – mit dem außenliegenden Wellenelement verbunden sind.

#### Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist bekannt, daß bei Verbrennungsmotoren im Bereich der Teillast und niedriger Drehzahlen eine geringe Überschneidung der Ventilöffnungsphasen von Auslaß- und Einlaßventilen aufgrund dynamischer Gaswechseleinflüsse sinnvoll ist, während im Bereich höherer Drehzahlen eine erhebliche Überschneidung vorteilhaft ist. Sofern die Einlaßventile und Auslaßventile eines Verbrennungsmotors jeweils eine einzelne Nockenwelle aufweisen, ist dies mit verhältnismäßig einfachen Maßnahmen im Antrieb zu verwirklichen, beispielsweise indem ein Zugtrum eines Antriebsriemens mittels einer Verstellrolle verkürzt oder verlängert wird. Bei einfacheren Motoren für die Großserie, die den Aufwand zweier getrennter Nockenwellen nicht treiben, ist diese Relativverstellung der Nocken zueinander, die nicht nur im Hinblick auf günstiges Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen und hohe Leistungen bei hohen Drehzahlen, sondern auch in bezug auf Emissionswerte nach heutigem Stand der Technik zu fordern ist, innerhalb einer einzigen Nockenwelle zu lösen.

Eine Nockenwelle dieser Art ist aus der EP 0 254 058 A2 bekannt. Hierbei gleiten die dem inneren Wellenelement zugeordneten Nockenelemente mit einer zylindrischen Bohrung auf dem außenliegenden Wellenelement, das einen der Nockenerhebung gegenüberliegenden Umfangsschlitz aufweist, durch den ein einzelner radialer Befestigungsbolzen hindurchtritt, der das Nockenelement mit dem zugeordneten innenliegenden Wellenelement verbindet. Es ist offensichtlich, daß diese Art der punktuellen Befestigung eine Verformung des innenliegenden Wellenelementes im Bereich der Bolzenbefestigung bei Drehmomentbeaufschlagung des Nockens zur Folge haben kann. Hierdurch sind genaue Steuerzeiten nicht einzuhalten. Es ist mit Beschädigungen an der Befestigung zu rechnen.

#### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Nockenwelle so auszubilden, daß Steuerzeiten mit geringem Aufwand sicher und exakt eingehalten werden können.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Nockenwelle der eingangs genannten Art bereitzustellen, bei der eine sichere und winkelgetreue Verbindung auch zwischen dem innenliegenden Wellenelement und den zugeordneten Nocken besteht. Die Lösung hierfür besteht darin, daß das außenliegende Wellenelement den Nockenerhebungen der ersten Nockenelemente des innenliegenden Wellenelementes zugeordnete Schlüsse aufweist, durch die Teile der mit dem innenliegenden Wellenelement unmittelbar verbundenen ersten Nockenelemente hindurchtreten.

Nach einer ersten prinzipiellen Ausführung ist vorgesehen, daß das außenliegende Wellenelement den Nockenerhebungen der ersten Nockenelemente des innenliegenden Wellenelementes zugeordnete, auf einen Winkelbereich beschränkte Umfangsschlüsse aufweist, durch die die auf dem ganzen Umfang mit dem innenliegenden Wellenelement verbundenen ersten Nockenelemente hindurchtreten, und daß im Bereich der Nockenerhebung dieser Nocken die Lauffläche von dem mit dem innenliegenden Wellenelement verbundenen ersten Nockenelementen gebildet wird und im Bereich des Nockengrundkreises die Lauffläche von einem mit dem außenliegenden Wellenelement verbundenen Ergänzungselement gebildet wird. Wesentlich ist also, daß die mit einer zylindrischen Innenbohrung ausgeführten ersten Nockenelemente das innenliegende Wellenelement unmittelbar und über den ganzen Umfang umschließen, so daß eine sichere Verbindung, beispielsweise eine kraftschlüssige Verbindung oder eine gelöste oder geschweißte Verbindung möglich ist und daß in Konsequenz hieraus die Nockenlauffläche auf die gegenüber dem äußeren Wellenelement festgelegte Nockenerhebung und auf ein Ergänzungselement, das mit dem äußeren Wellenelement fest verbunden ist, aufgeteilt ist. Sofern das äußere Wellenelement das innere unmittelbar umschließt, sind im Bereich der Nocken des innenliegenden Elementes Ausbauchungen des äußeren Wellenelementes erforderlich. Diese Ausbauchungen können dann im Bereich des Grundkreises unmittelbar die Lauffläche bilden und, um einen stoßfreien Übergang zur Nockenerhebung sicherzustellen, an den umfangsgerichteten Rändern des jeweiligen Schlitzes als Steg weitergeführt werden.

Sofern das äußere Wellenelement einen größeren Durchmesser aufweist und die Nocken des innenliegenden Wellenelementes innerhalb des unveränderten Rohrdurchmessers aufnehmen kann, können jeweils benachbart zu den Umfangsschlüßen zusätzlich Ringkörper auf dem äußeren Wellenelement vorgesehen sein, die den Grundkreis der Nockenlauffläche bilden.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung weist das innenliegende Wellenelement einen durchgehenden Rohrkörper auf, auf dem ringförmige Nockenelemente festgelegt sind. Ein geeignetes Verbindungsverfahren besteht in einem in Abschnitten vollzogenen inneren Aufweiten des Rohrkörpers im Bereich der Nockenelemente, insbesondere mit hydraulischer Umformtechnik. Ebenso ist ein vom Rohrinneren durchgeführtes Laserschweißen unter Zuhilfenahme eines Umlenkspiegels möglich, wie es als solches bekannt ist.

Nach einer zweiten möglichen Ausgestaltung kann der innenliegende Rohrkörper aus einzelnen Abschnitten zusammengesetzt sein, die mit den zuvorbeschriebenen Techniken im Bereich der Nocken miteinander verbunden werden. Hierbei kann jeweils ein Nockenelement einstückig mit einem der Rohrabschnitte verbunden sein.

Das äußere Wellenelement, das zum Aufbau des innenliegenden Wellenelementes mit den daran befestigten Nocken aus einzelnen Rohrabschnitten zusammengesetzt sein muß, ist in bevorzugter Ausgestaltung jeweils im Bereich der Umfangsschlitzte aus den einzelnen Rohrstücken zusammengesetzt. Hierbei können die zweiten Nockenelemente, die mit dem außenliegenden Wellenelement fest verbunden sind, jeweils mit einem Rohrabschnitt einstückig sein. Das gleiche gilt für gegebenenfalls vorgesehene, gegenüber dem Rohrdurchmesser vergrößerte Lagerzapfen. Zum Verbinden ist das Laserschweißen von stumpf aneinandergesetzten Rohrstücken das bevorzugte Herstellungsverfahren.

Die Herstellung der Nockenwelle erfolgt in der Weise, daß die einzelnen Rohrabschnitte des außenliegenden Elementes in der erforderlichen Reihenfolge, insbesondere mittels einer Hilfs- und Montagevorrichtung aneinandergesetzt werden, wobei ggf. separate Nockenelemente für die mit dem äußeren Wellenelement zu verbindenden Einlaßnocken bereits auf die Rohrabschnitte aufgebracht sind, und dabei im Bereich der Umfangsschlitzte die Nockenelemente zur Verbindung mit dem innenliegenden Wellenelement eingesetzt werden. Die einzelnen Rohrstücke des außenliegenden Wellenelementes sind nunmehr durch Schweißen miteinander zu verbinden, sofern die Nocken des außenliegenden Elementes nicht einstückig mit einzelnen Rohrabschnitten sind, sind diese Nocken bereits vor dem Zusammenschweißen der einzelnen Rohrabschnitte mit jeweils einem entsprechenden Rohrstück zu verbinden, z. B. auch durch hydraulisches Aufweiten des Rohrelementes. Nach dem Fertigstellen des außenliegenden Wellenelementes mit darin bereits eingelegten Nocken, die mit dem innenliegenden Wellenelement zu verbinden sind, ist dieses axial einzuschieben und mit den einzelnen Nocken nach entsprechender Ausrichtung mittels geeigneter Vorrichtungen zu verbinden, beispielsweise wiederum durch hydraulisches Aufweiten in einzelnen Abschnitten des kraftschlüssigen Verbindens kann auch eine stoffschlüssige Verbindung mittels Schweißtechnik erfolgen, wobei jeweils aus dem Rohrinneren heraus mittels durch Spiegel umgelenkte Laserstrahlen geschweißt werden kann. Die Aufweitung des außenliegenden Rohrelementes im Bereich der Nocken des innenliegenden Rohrelementes kann ebenfalls mittels hydraulischer Umformtechnik, jedoch in einem Gesenk erfolgen, wobei anschließend die Umfangsschlitzte einzufräsen sind.

In an sich bekannter Weise ist eine Verstellvorrichtung an einem Ende der Rohrkörper vorzusehen, die ein axial verschiebliches Koppelement umfaßt, das gegenüber dem anderen Rohrkörper nach Art einer Spindel-Mutter-Verbindung in drehverstellendem Eingriff ist. Zur Verstellung kann ein axial wirkender Hydraulik-Zylinder vorgesehen sein, der bei Verschiebung des Koppelementes die beiden Wellenelemente gegeneinander verdreht. Eines der beiden Wellenelemente, vorzugsweise das außenliegende, ist mit einem Antriebsritzel zu versehen. Selbstverständlich kann auf eine derartige Verstellvorrichtung innerhalb der Welle auch verzichtet werden, wenn jedes der Wellenelemente ein eigenes Antriebsritzel hat, deren Antriebszahnräder grundsätzlich miteinander im Gleichlauf, in der Phasenlage jedoch gegeneinander verstellbar sind.

Nach einer anderen prinzipiellen Ausführung ist vorgesehen, daß das außenliegende Wellenelement aus einzelnen Längsabschnitten zusammengesetzt ist, die an den Verbindungsstellen jeweils an einem der Längsabschnitte am Ende von Längsschlitzten getrennte Rohrsegmente aufweisen, daß die dem innenliegenden Wellenelement zugeordneten Nockenelemente jeweils auf einen Winkelbereich beschränkte Axialschlitzte aufweisen und daß die Rohrsegmente der Längsabschnitte des außenliegenden Wellenelements durch die Axialschlitzte der Nockenelemente des innenliegenden Wellenelements axial hindurchtreten. Die mit Axialschlitzten ausgeführten ersten Nockenelemente können hierbei das innenliegende Wellenelement unmittelbar und flächig umschließen, so daß eine sichere Verbindung, beispielsweise eine kraftschlüssige Verbindung oder eine gelötete oder geschweißte Verbindung möglich ist. Bevorzugt ist hierbei ein durch Stege gehaltener geschlossener Ringkörper vorgesehen, der von Axialschlitzten gebildet ist, die radialen Abstand zur Kontaktfläche mit dem innenliegenden Wellenelement haben, so daß die ersten Nockenelemente das innenliegende Wellenelement ebenso wie die zweiten Nockenelemente das außenliegende Wellenelement über dem ganzen Umfang umschließen. Die Axialschlitzte können allerdings auch nach innen offen sein, so daß nur einzelne Stege zwischen diesen gebildet werden, wodurch sich die Kontaktflächen verkleinern, das außenliegende Wellenelement jedoch gleichbleibenden Durchmesser auf der ganzen Länge haben kann.

In konkreter Ausgestaltung ist es vorgesehen, daß jeweils die Rohrsegmente eines Längsabschnittes des außenliegenden Wellenelementes auf den ungeteilten Rohrkörper des nächsten Längsabschnittes aufgeschoben sind.

Dabei ist es zweckmäßig, daß jeder Längsabschnitt eines außenliegenden Wellenelementes zwei Rohrsegmente aufweist, die durch zwei Axialschlitzte der ersten Nockenelemente des innenliegenden Wellenelements axial hindurchgreifen.

Es ist auch möglich, daß die ersten Nockenelemente auf dem innenliegenden Wellenelement mit einem ringförmigen Grundkreis festliegen und die Axialschlitzte radialen Abstand vom innenliegenden Wellenelement haben.

Ebenso ist es möglich, daß die ersten Nockenelemente nach innen offene Axialschlitzte haben und mit teilringförmigen Flächen auf dem innenliegenden Wellenelement festliegen.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung weist das innenliegende Wellenelement einen durchgehenden Rohrkörper auf, auf dem die ersten Nockenelemente festgelegt sind. Ein geeignetes Verbindungsverfahren besteht in einem, in Abschnitten vollzogenen inneren Aufweiten des Rohrkörpers im Bereich der Nockenelemente, insbesondere mit hydraulischer Umformtechnik. Ebenso ist ein vom Rohrinneren durchgeführtes Laserschweißen unter Zuhilfenahme eines Umlenkspiegels möglich, wie es als solches bekannt ist.

Nach einer zweiten möglichen Ausgestaltung kann das innenliegende Wellenelement aus einzelnen Längsabschnitten zusammengesetzt sein, die mit den zuvorbeschriebenen Techniken im Bereich der Nocken miteinander verbunden werden.

Hierbei kann jeweils ein Nockenelement einstückig mit einem der Längsabschnitte verbunden sein. Im Sinne der Erfindung ist es, daß die ersten Nockenelemente mit dem innenliegenden Wellenelement und/oder die länglichen Abschnitte des innenliegenden Wellenelementes miteinander form- und/oder kraftschlüssig oder stoffschlüssig verbunden sind.

Es ist auch möglich, daß die zweiten Nockenelemente mit dem außenliegenden Wellenelement form- und/oder kraftschlüssig oder stoffschlüssig verbunden sind.

Das äußere Wellenelement, das zum Aufbau des innenliegenden Wellenelementes mit den daran befestigten Nocken aus einzelnen Längsabschnitten zusammengesetzt sein muß, ist in bevorzugter Ausgestaltung jeweils am Ende der Rohrsegmente eines der Längsabschnitte mit dem nächsten stoffschlüssig verbunden, wobei auch eine form- und/oder kraftschlüssige Verbindung der Längsabschnitte des äußeren Wellelementes möglich ist. Hierbei können die zweiten Nockenelemente, die mit dem außenliegenden Wellenelement fest verbunden sind, jeweils mit einem Längsabschnitt einstückig sein. Das gleiche gilt für gegebenenfalls vorgesehene, gegenüber dem Rohrdurchmesser vergrößerte Lagerzapfen. Derartige Lagerzapfen können insbesondere durch symmetrisches Aufweiten aus dem Rohrmaterial geformt werden. Zum Verbinden der Längsabschnitte ist das Laserschweißen von stumpf aneinandergesetzten oder ineinandergeschobenen Rohrstücken am Ende der Rohrsegmente zu bevorzugen.

Die Wellenelemente sind zumindest an ihren Enden, bevorzugt jedoch jeweils im Bereich der Lagerstellen gleitend ineinander geführt und radial abgestützt. Hierbei kann eine Schmierölversorgung vorgesehen werden.

Das Herstellen der Nockenwelle erfolgt in der nachstehenden Weise. Sofern die zweiten Nockenelemente des außenliegenden Wellenelementes nicht einstückig mit den jeweiligen Längsabschnitten hergestellt sind, sind diese Nockenelemente bereits vor dem Verbinden der einzelnen Längsabschnitte mit jeweils einem entsprechenden Längsabschnitt zu verbinden, z. B. durch partielles hydraulisches Aufweiten der Längsabschnitte. Danach werden die einzelnen Längsabschnitte des außenliegenden Wellenelementes in der erforderlichen Reihenfolge und dabei im Bereich der Rohrsegmente die mit Axialschlitten versehenen ersten Nockenelemente zur Verbindung mit dem innenliegenden Wellenelement jeweils dazwischen aufgeschoben, wobei das innenliegende Wellenelement bereits verwendet werden kann. Die einzelnen Längsabschnitte des außenliegenden Wellenelementes sind nunmehr z. B. durch Schweißen miteinander zu verbinden. Nach dem Fertigstellen des außenliegenden Wellenelementes mit den bereits aufgeschobenen ersten Nockenelementen, die mit dem innenliegenden Wellenelement zu verbinden sind, ist dieses gegebenenfalls axial einzuschieben und mit den einzelnen ersten Nockenelementen nach entsprechender Ausrichtung zu verbinden, beispielsweise wiederum durch partielles hydraulisches Aufweiten des innenliegenden Wellenelementes. Anstelle des kraftschlüssigen Verbindens kann auch eine stoffschlüssige Verbindung mittels Schweißtechnik erfolgen, wobei jeweils aus dem Rohrinneren heraus mittels Spiegel umgelenkter Laserstrahlen geschweißt werden kann. Dieser letzter genannte Verfahrensschritt kann auch vor dem Verbinden der Längsabschnitte des äußeren Wellenelementes erfolgen, die aber zuvor mit den zweiten Nockenelementen bereits festverbunden sein müssen.

In an sich bekannter Weise ist eine Verstellvorrichtung an einem Ende der Wellenelemente vorzusehen, die mit den beiden Wellenelementen in gegeneinander drehverstellendem Eingriff ist, d. h., die eine Lageänderung der beiden Wellenelemente gegeneinander mit dem Ziel der Veränderung der Steuerzeiten der beiden Gruppen von Nockenelementen zueinander bewirken soll. Nach einer ersten Ausführung kann dies in Form einer relativen Verdrehung der beiden Wellenelemente gegeneinander erfolgen, wobei als Voraussetzung die Axialschlitte der ersten Nockenelemente größere Umfangswinkel umfassen müssen, als die durch sie hindurchtretenden Rohrsegmente der Längsabschnitte des äußeren Wellenelements.

Nach einer zweiten Ausführung, die gegebenenfalls auch mit der ersten kombiniert werden kann, soll eine relative Axialverschiebung der Wellenelemente gegeneinander zu bewirken sein, wobei die Nockenelemente des gegenüber den Ventilen verschiebbaren Wellenelementes eine Raumform mit axial veränderlicher Erhebungskurve aufweisen müssen und die Längsschlitte zwischen den Rohrsegmenten länger als die Dicke der Nocken mit den Axialschlitten sein muß.

## Ausführungsbeispiel

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt.

Fig.1: zeigt einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Nockenwelle nach einer ersten prinzipiellen Ausführung,

Fig.2: zeigt einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Nockenwelle nach einer zweiten prinzipiellen Ausführung,

Fig.3: zeigt einen Querschnitt durch eine Nockenwelle nach Fig.2,

Fig.4: zeigt einen Querschnitt durch eine Nockenwelle ähnlich Fig.2 in abgewandelter Form.

In Figur 1 sind ein innenliegendes rohrförmiges Wellenelement 101, ein außenliegendes Wellenelement 102 und eine Verstellvorrichtung 111 erkennbar. Das außenliegende Wellenelement 102, das auch als Rohr ausbildbar ist, besteht aus zweiten Längsabschnitten 104 in denen in Umfangsrichtung ein Schlitz 109 vorgesehen ist, ersten Längsabschnitten 103, die als Nockenelement 108 einen Einlaßnocken tragen, und dritten Längsabschnitten 105, die einstückig einen Lagerzapfen 106 umfassen, wobei die Längsabschnitte 103, 104, 105 Rohrabschnitte sind. Die zweiten Längsabschnitte 104 weisen Ausbauchungen 110 auf, in denen der Grundkreis der als Auslaßnocken ausgebildeten Nockenelemente 107 aufgenommen wird, wobei diese Ausbauchungen 110 sich in Stege 112, 113 fortsetzen, die seitlich zum Schlitz 109 einen Teil der Nockenlaufbahnen bilden. Die Auslaßnocken weisen am Umfang Absätze 114, 115 auf, die den Übergang von der wirksamen Nockenlaufbahn zum ergänzenden Grundkreis darstellen. Die Verstellvorrichtung 11 besteht im einzelnen aus einem Innenkörper 116, der mit dem innenliegenden Wellenelement 101 verbunden ist, und einer Außenhülse 117, die mit dem außenliegenden Wellenelement 102 verbunden ist. Weiter ist ein Koppelement 118 vorgesehen, das mit einer Außenverzahnung 119 des Innenkörpers 116 und einer Innenverzahnung 120 der Außenhülse 117 im Eingriff steht. Eine der beiden Verzahnungen ist eine Axialverzahnung, während die zweite der beiden Verzahnungen eine außerhalb der Selbsthemmung liegende Schrägverzahnung ist. Das Koppelement 118 ist über eine Feder 121 gegenüber dem Innenkörper 116 abgestützt. Entgegen der Federkraft wird es von einem Druckkolben 122 beaufschlagt, der innerhalb des Hydraulikzylinders 123 axial verschiebbar ist und über eine axiale Ölzführung 124 druckbeaufschlagbar ist.

In den Figuren 2 bis 4 sind ein innenliegendes Wellenelement 201 und ein außenliegendes Wellenelement 202 erkennbar, die über eine nicht dargestellte Verstellvorrichtung 203 gegeneinander verdrehbar und/oder verschiebbar sind. Das außenliegende Wellenelement 202 besteht aus ersten Längsabschnitten 203, in denen Längsrichtungsschlüsse 209 vorgesehen sind, zweiten Längsabschnitten 204, die Längsrichtungsschlüsse 210 haben und zu den ersten symmetrisch sind, und einem mittleren dritten

Längsabschnitt 205. Jeder der Längsabschnitte 203, 204, 205 ist in einem motorfesten Lagerzapfen 206 gehalten. Die ersten und zweiten Längsabschnitte 203, 204 weisen Ausbauchungen 229, 230 auf, die den Grundkreis der ersten Nockenelemente 207 durchdringen, wobei diese Ausbauchungen 229, 230 sich in teilzylindrische Rohrsegmente 212, 213, 214, 215 fortsetzen, die seitlich zu den Schlitten 209, 210 einen Teil des äußeren Wellenelementes 202 bilden. Die ersten Nockenelemente 207 sind unmittelbar auf dem innenliegenden Wellenelement 201 festgelegt und weisen Schlitte 216, 217, 218, 219 auf, durch die die Rohrsegmente 212, 213, 214, 215 umfangsverstellbar hindurchgreifen. Die teilzylindrischen Rohrsegmente 212, 213, 214, 215 und die dazwischenliegenden Schlitte 209, 210 weisen eine größere axiale Länge gegenüber der Dicke der ersten Nockenelemente 207 auf. Die ersten Nockenelemente 207 sind weiterhin als Raumnocken mit axial veränderlichen Erhebungskurven dargestellt, die gegenüber dem gelagerten äußeren Wellenelement 202 axial verschiebbar ausgebildet sind. Die zweiten Nockenelemente 208 sind unmittelbar auf den Längsabschnitten 203, 204 des außenliegenden Wellenelementes 202 festgelegt. Jeweils im 12 Bereich der Lagerzapfen 206, die nicht dargestellte Ölzführungen haben, ist das äußere Wellenelement mit Ölbohrungen 211 versehen, die eine Schmierung der im Bereich der Lagerzapfen 206 gleitend gegeneinander abgestützten Wellenelemente 201, 202 sicherstellt.

In Figur 3 sind die zwei Axialschlüsse 216, 217 erkennbar, die in einem ersten Nockenelement 207 einen von Stegen gehaltenen geschlossenen Grundkreis mit unmittelbarem Kontakt zum innenliegenden Wellenelement 201 erzeugen und die von den Rohrsegmenten 212, 213 im Bereich der Ausbauchung 229 des außenliegenden Wellenelementes 202 axial durchsetzt werden. In Figur 4 sind vier Axialschlüsse 224, 225, 226, 227 dargestellt, die in einem ersten Nockenelement 207 nach innen offen sind, so daß vier Rohrsegmente 220, 221, 222, 223 des außenliegenden Wellenelementes 202 – verglichen mit der Figur 2 – mit geringerem Durchmesser im Verhältnis zum innenliegenden Wellenelement 201 ausgebildet sein können. Der Winkel gibt in den Figuren 3 und 4 jeweils den Verdrehbereich der Wellenelemente 201, 201 gegeneinander an. Bei der gezeigten Axialverstellbarkeit kann dieser Winkel auch zu Null werden, wodurch sich die Verdrehsteifigkeit des äußeren Wellenelementes 202 erhöht, das sich dann an den Nockenelementen 207 des inneren Wellenelementes 201 abstützen kann.

296332

-7-

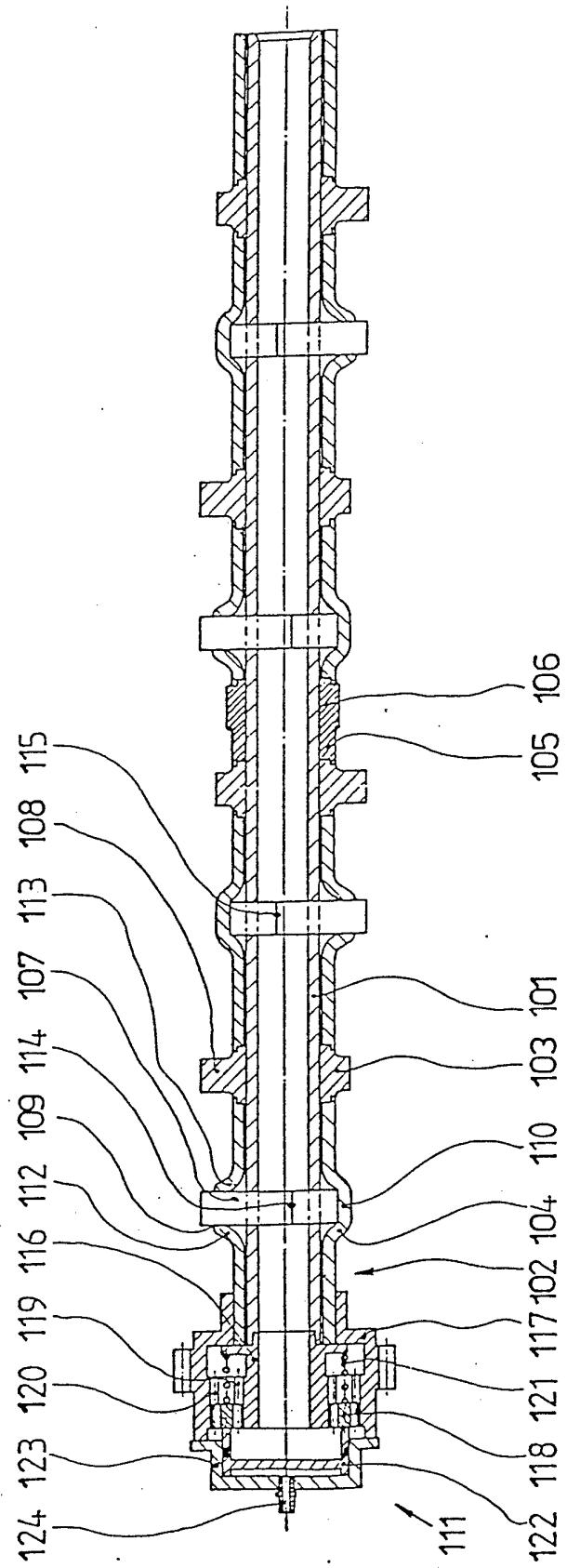


Fig.1

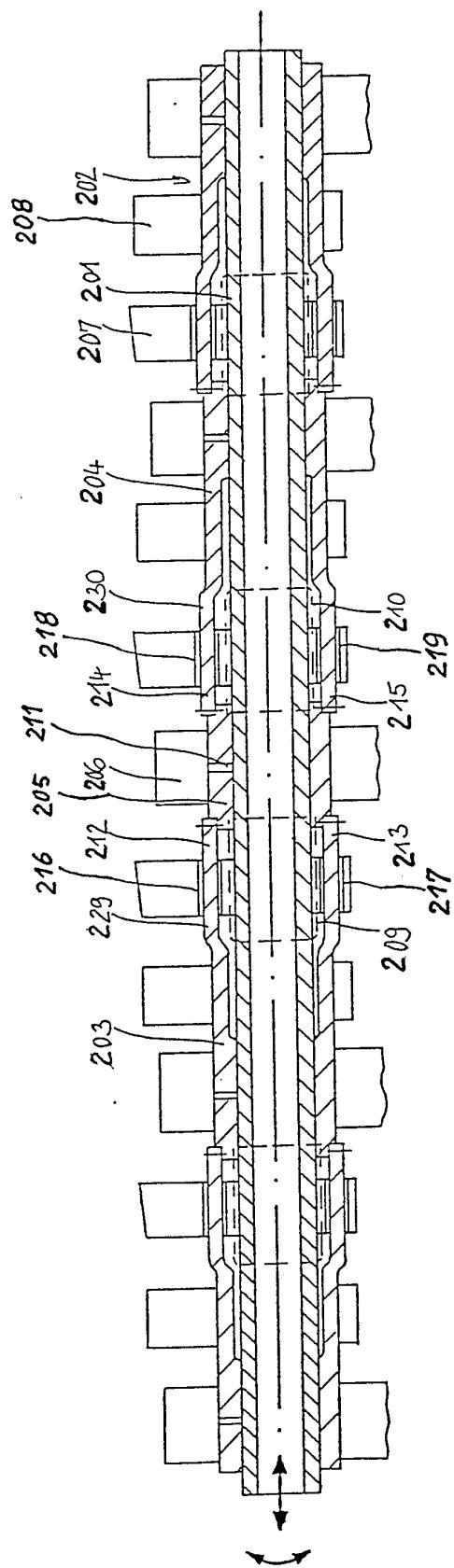


Fig. 2

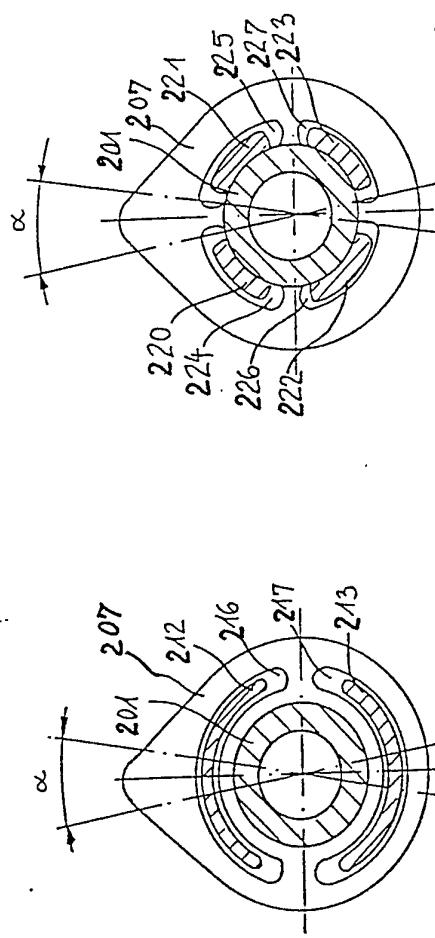


Fig. 3

Fig. 4