



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 102 13 081 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 01 L 1/12**

21 Aktenzeichen: 102 13 081.7  
22 Anmeldetag: 20. 3. 2002  
43 Offenlegungstag: 2. 10. 2003

DE 102 13 081 A 1

71 Anmelder:  
Hydraulik-Ring GmbH, 72622 Nürtingen, DE  
74 Vertreter:  
Jackisch-Kohl und Kollegen, 70469 Stuttgart

72 Erfinder:  
Antrag auf Teilnichtnennung  
Trzmiel, Alfred, 72661 Grafenberg, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

54 Ventilsteuerung zur Einstellung des Hubes von Ventilen in Kraftfahrzeugen

57 Mit Ventilsteuerungen werden die Ventilhubhöhe variiert, um den Kraftstoffverbrauch des Motors zu senken. Die Ventilsteuerung hat eine Verstellwelle, mit der die Übertragungsgeometrie zwischen einer Nockenwelle und dem Ventil so verändert wird, daß unterschiedliche Ventilhubhöhen eingestellt werden können. Die Ventilsteuerung ist aufwendig ausgebildet und teuer in der Herstellung. Damit der Ventilhub in kostengünstiger Weise einfach verändert werden kann, ist die Verstellwelle durch einen Hydraulikantrieb begrenzt um ihre Achse drehbar. Die Verstellwelle läßt sich so drehen, daß der Ventilhub in Abhängigkeit von der augenblicklich geforderten Leistung des Motors verstellt wird. Der Hydraulikantrieb läßt sich einfach und kostengünstig realisieren und ist problemlos im Einsatz. Die Ventilsteuerung ist voll variabel und wird vorteilhaft bei Ottomotoren von Kraftfahrzeugen eingesetzt.

DE 102 13 081 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ventilsteuerung zur Einstellung des Hubes von Ventilen in Kraftfahrzeugen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Es sind Ventilsteuerungen bekannt, die bei Ottomotoren eingesetzt werden und die Ventilhübe stufenlos variieren, um den Kraftstoffverbrauch zu senken. Die Ventilsteuerungen steuern den Ventilhub leistungsabhängig, so daß stets nur diejenige Menge an Kraftstoff in den Brennraum des Zylinders eingespritzt wird, die für den augenblicklichen Leistungsbedarf erforderlich ist. Bei einer bekannten Ventilsteuerung ist ein Elektromotor vorgesehen, dessen Ritzel mit einem Stellrad zusammenwirkt, das auf einer Verstellwelle sitzt. Mittels dieser Verstellwelle wird die Übertragungsgeometrie zwischen der Nockenwelle und dem Ventil verändert, so daß unterschiedliche Ventilhübe eingestellt werden können. Diese Ventilsteuerung ist allerdings äußerst aufwendig ausgebildet und dementsprechend teuer in der Herstellung.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Ventilsteuerung so auszubilden, daß der Ventilhub in kostengünstiger Weise einfach verändert werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Ventilsteuerung erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0005] Bei der erfindungsgemäßen Ventilsteuerung wird die Verstellwelle durch den Hydraulikantrieb so gedreht, daß der Ventilhub in Abhängigkeit von der augenblicklich geforderten Leistung des Motors verstellt wird. Die erfindungsgemäße Ventilsteuerung arbeitet vorzugsweise voll variabel, so daß innerhalb des Verstellbereiches jeder gewünschte Ventilhub eingestellt werden kann. Der Hydraulikantrieb läßt sich einfach und kostengünstig realisieren und ist problemlos im Einsatz.

[0006] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0007] Die Erfindung wird anhand einiger in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen

[0008] Fig. 1 teilweise in Ansicht und teilweise im Schnitt eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ventilsteuerung,

[0009] Fig. 2 einen Axialschnitt durch einen Antrieb der Ventilsteuerung gemäß Fig. 1,

[0010] Fig. 3 in Seitenansicht eine Verstellwelle der Ventilsteuerung gemäß Fig. 1, die über einen Zwischenhebel auf einen Schlepphebel einwirkt,

[0011] Fig. 4 in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ventilsteuerung,

[0012] Fig. 5 in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ventilsteuerung,

[0013] Fig. 6 eine Seitenansicht der Ventilsteuerung gemäß Fig. 5,

[0014] Fig. 7 in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 eine vierte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ventilsteuerung,

[0015] Fig. 8 in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 eine fünfte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ventilsteuerung,

[0016] Fig. 9 in Seitenansicht eine Feineinstelleinrichtung der Ventilsteuerung gemäß Fig. 8,

[0017] Fig. 10 eine Grobeinstelleinrichtung der Ventilsteuerung gemäß Fig. 8 in Seitenansicht,

[0018] Fig. 11 in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 eine sechste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ventilsteuerung,

[0019] Fig. 12 eine Seitenansicht der Ventilsteuerung gemäß Fig. 11,

[0020] Fig. 13 in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 eine siebte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ventilsteuerung,

[0021] Fig. 14 eine Seitenansicht der Ventilsteuerung gemäß Fig. 13,

[0022] Fig. 15 in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 eine achte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ventilsteuerung,

[0023] Fig. 16 eine Seitenansicht der Ventilsteuerung gemäß Fig. 15,

[0024] Fig. 17 in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 eine neunte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ventilsteuerung,

[0025] Fig. 18 in vergrößerter Darstellung eine Feineinstelleinrichtung der Ventilsteuerung gemäß Fig. 17,

[0026] Fig. 19 im Axialschnitt eine Grobeinstelleinrichtung der Ventilsteuerung gemäß Fig. 17.

[0027] Die im folgenden beschriebenen Ventilsteuerungen ermöglichen eine voll variable Steuerung des Hubes von Ventilen von Einspritzmotoren. Je nach Leistungsbedarf werden die Einlaßventile mehr oder weniger weit geöffnet, so daß immer nur diejenige Luftmenge in den Brennraum des Motors angesaugt wird, die für den augenblicklichen Leistungsbedarf erforderlich ist. Die entsprechende Kraftstoffmenge wird in bekannter Weise der Luftmenge zugeführt.

[0028] Die Ventilsteuerung gemäß den Fig. 1 bis 3 hat eine Verstellwelle 1, auf der drehfest Nocken 2 vorgesehen sind. Sie wirken auf einen zweiarmligen Zwischenhebel 3, dessen einer Arm 5 mittels einer Rolle 4 an der zugehörigen Nocke 2 und mit seinem anderen Arm 6 an einer Rolle 8 eines Rollenhebels 7 anliegt. Der Zwischenhebel 3 trägt außerdem eine weitere Rolle 60, die an der Verstellwelle 1 anliegt. In Fig. 3 ist außerdem die Nockenwelle 61 zu erkennen, deren Nocken 62 an einer Rolle 63 des Zwischenhebels 3 anliegt. Durch den Nocken 62 der Nockenwelle 61 wird der Zwischenhebel 3 in bekannter Weise hin- und herschwenkt, wobei über den Arm 6 der Rollenhebel 7 verschwenkt und dadurch ein Ventilschaft 10 gegen die Kraft wenigstens einer Druckfeder 11 verschoben wird. Das untere (nicht dargestellte) Ende des Ventilschaftes 10 trägt das Ventil, mit dem die Einlaßöffnung in den Brennraum des Motorzylinders geschlossen wird. Der Ventilschaft 10 wird durch den Rollenhebel 7 gegen die Kraft wenigstens einer Druckfeder 11 verschoben, wenn das Ventil geöffnet werden soll. Die Druckfeder 11 sorgt dafür, daß das Ventil bei entsprechender Lage des Rollenhebels 7 in seine Schließstellung zurückgeschoben wird. Mit der Ventilsteuerung ist es möglich, den Hub des Ventilschaftes 10 zu variieren. Da der Zwischenhebel 3 mit der Rolle 4 am Nocken 2 der Verstellwelle 1 anliegt, kann durch Drehen der Verstellwelle 1 um ihre Achse der Zwischenhebel 3 mehr oder weniger weit geschwenkt werden. Wird beispielsweise in der Darstellung gemäß Fig. 3 die Verstellwelle 1 entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht, dann wird infolge der Anlage der Rolle 4 am Nocken 2 der Zwischenhebel 3 ebenfalls entgegen dem Uhrzeigersinn verschwenkt. Dies hat zur Folge, daß der andere Arm 6 des Zwischenhebels 3 den Rollenhebel 7 entsprechend verstellt, so daß der Ventilschaft 10 und damit das entsprechende Ventil einen größeren Hub ausführt. Wird andererseits die Verstellwelle 1 im Uhrzeigersinn aus der Stellung gemäß Fig. 3 gedreht, dann schwenkt der Zwischenhebel 3 infolge seiner Anlage am Nocken 2 im Uhrzeigersinn.

Dementsprechend wird auch der Arm **6** des Rollenhebels **3** im Uhrzeigersinn verstellt. Dies führt dazu, daß der Ventilschaft **10** einen entsprechend kleineren Hub ausführt.

**[0029]** Die Verstellwelle **1** ist mit einem Drehantrieb **12** gekoppelt, mit dem die Verstellwelle **1** begrenzt drehbar ist. Er hat einen zylindrischen Stator **13** (**Fig. 2**), dessen beide Stirnseiten durch Deckscheiben **14, 15** geschlossen sind. Im Stator **13** sind zwei Rotoren **16** und **17** untergebracht, von denen der Rotor **16** drehfest mit der Verstellwelle **1** verbunden ist. Der andere Rotor **17** sitzt auf einer Achse **18**, die fluchtend zur Verstellwelle **1** liegt und im Zylinderkopf **19** gelagert ist.

**[0030]** An der Innenwand des Stators **13** stehen radial nach innen Flügel **20** (**Fig. 2**) ab, die in Winkelabständen von  $120^\circ$  zueinander liegen. Die Rotoren **16, 17** haben einen zylindrischen Grundkörper **21, 22**, dessen Achse mit der Achse des Stators **13** zusammenfällt und von dem radial nach außen Flügel **23** abstehen. Diese Flügel **23** haben ebenfalls einen Winkelabstand von  $120^\circ$  zueinander. Die Rotoren **16, 17** liegen mit den Stirnseiten der Flügel **23** an der Innenwand des Stators **13** an. Die Flügel **20** des Stators **13** ihrerseits liegen an der Außenwand des zylindrischen Grundkörpers **21, 22** an.

**[0031]** Wie **Fig. 2** zeigt, liegt jeweils ein Flügel **23** der Rotoren **16, 17** zwischen zwei Flügeln **20** des Stators **13**. Die Flügel **23** der Rotoren **16, 17** werden in bekannter Weise mit Hydraulikmedium beaufschlagt, das durch (nicht dargestellte) Bohrungen in die Räume **24** des Stators **13** gelangt. Die Flügel **23** der Rotoren **16, 17** können auf beiden Seiten mit Druckmedium beaufschlagt werden, so daß die Rotoren **16, 17** im und entgegen dem Uhrzeigersinn gegenüber dem Stator **13** gedreht werden können.

**[0032]** Die beiden Rotoren **16, 17** sind achsgleich zueinander angeordnet, haben untereinander jedoch keine Verbindung. Der Stator **13** hat für beide Rotoren **16, 17** die entsprechenden Druckräume **24**. Wie **Fig. 1** zeigt, steht von der Innenwand des Stators **13** in halber Länge eine Ringwand **25** ab, die eine zentrale Durchgangsöffnung **26** aufweist. In sie ragen von beiden Seiten verjüngte Abschnitte der Grundkörper **21, 22** der Rotoren **16, 17**. Die Ringwand **25** liegt mit dem Rand der Durchgangsöffnung **26** dichtend an den verjüngten Endabschnitten der Grundkörper **21, 22** der Rotoren **16, 17** an. Außerdem liegen die Grundkörper **21, 22**, wie **Fig. 1** zeigt, an den einander zugewandten Innenseiten der Ringwand **25** und der Deckscheiben **14, 15** dichtend an. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Rotor **16** einstückig mit der Verstellwelle **1** ausgebildet. Er kann aber auch als gesondertes Bauelement an die Verstellwelle **1** angeschlossen werden. Die Verstellwelle **1** ragt abgedichtet durch die Deckscheibe **14**.

**[0033]** Der Rotor **17** ragt mit einem verjüngten Endabschnitt **27** abgedichtet durch die Deckscheibe **15** und liegt stirnseitig an einer Wand des Zylinderkopfes **19** an. Der Rotor **17** hat eine zentrale Durchgangsöffnung, in welche die Achse **18** eingesetzt ist.

**[0034]** Die beiden Rotoren **16, 17** werden unabhängig voneinander gedreht, da sie mit ihren Flügeln **23** in den voneinander getrennten Räumen **24** des Stators **13** untergebracht sind. Die Deckscheiben **14, 15** sind mit Schrauben **28, 29** lösbar an der Ringwand **25** befestigt.

**[0035]** Die Rotoren **16, 17** können so weit um ihre Achsen gedreht werden, bis ihre Flügel **23** an den Flügeln **20** des Stators **13** zur Anlage kommen. Wie **Fig. 2** beispielhaft zeigt, beträgt der maximale Verstellwinkel **30** der Rotoren **16, 17**  $90^\circ$ .

**[0036]** Da die beiden Rotoren **16, 17** im Ausführungsbeispiel jeweils um  $90^\circ$  drehbar und miteinander gekoppelt sind, kann die Verstellwelle **1** maximal um  $180^\circ$  gedreht

werden. Die Druckräume **24** für die beiden Rotoren **16, 17** werden jeweils mit Hydraulikmedium beaufschlagt. Der wellenseitige Rotor **16** liegt in der Ausgangsstellung mit seinen Flügeln **23** an den Flügeln **20** des Stators **13** an. Die Flügel **23** des anderen Rotors **17** liegen ebenfalls an den Statorflügeln **20** an. Beide Rotoren **16, 17** sind jedoch so gegeneinander verdreht, daß ihre Flügel an unterschiedlichen Statorflügeln **20** anliegen, in Achsrichtung des Drehantriebes **12** gesehen. Die Druckräume **24** für den Stator **16** werden zunächst mit dem Hydraulikmedium unter Druck gehalten, so daß die Rotorflügel **23** an den Statorflügeln **20** unter dem Druck des Hydraulikmediums anliegen. In die Druckräume **24** für den anderen Rotor **17** wird das Hydraulikmedium unter Druck so eingeführt, daß der Stator **12** relativ zum Rotor **17** gedreht wird. Der andere Rotor **16** liegt so mit seinen Flügeln **23** an den Statorflügeln **20** an, daß der Stator **12** diesen Rotor **16** bei der Relativdrehung mitnimmt. Dadurch wird die Verstellwelle **1** um ihre Achse gedreht. Damit die Relativdrehung zwischen dem Stator **5** und dem Rotor **17** stattfinden kann, werden die Flügel **23** des Rotors **17** auf der einen Seite mit dem Hydraulikmediumsdruck beaufschlagt, während der von der anderen Seite der Rotorflügel **23** begrenzte Teil des jeweiligen Druckraumes **24** druckentlastet ist. Sobald die Flügel **23** des Rotors **17** an den Statorflügeln **20** anliegen, wird das Hydraulikmedium so unter Druck gehalten, daß diese Anschlagstellung aufrechterhalten wird. Gleichzeitig wird die Hydrauliksteuerung für den Rotor **16** so umgeschaltet, daß nunmehr der Rotor **16** gegenüber dem Stator **12** drehen kann. Hierzu werden die Rotorflügel **23** auf der einen Seite mit dem unter Druck stehenden Hydraulikmedium belastet, während der von der anderen Seite der Rotorflügel **23** begrenzte Teil der Druckräume **24** druckentlastet wird. Somit wird die Verstellwelle **1** zweimal um  $90^\circ$ , also insgesamt um  $180^\circ$  maximal um ihre Achse gedreht.

**[0037]** Wenn die Verstellwelle **1** so gedreht ist, daß der Arm **5** des Zwischenhebels **3** im Bereich neben den Nocken **2** an der Mantelfläche der Verstellwelle **1** anliegt, dann ist der Rollenhebel **7** so weit zurückgeschwenkt, daß der Ventilschaft **10** nicht betätigt wird. Sobald die Verstellwelle **1** gedreht wird und die Rolle **4** des Armes **5** des Zwischenhebels **3** auf die Außenfläche des zugehörigen Nockens **2** gelangt, wird der Zwischenhebel **3** entgegen dem Uhrzeigersinn in **Fig. 3** geschwenkt. Über den Arm **6** wird der Rollenhebel **7** ebenfalls entgegen dem Uhrzeigersinn geschwenkt. Da der Arm **9** des Rollenhebels **7** auf den Ventilschaft **10** einwirkt, wird je nach Drehwinkel der Verstellwelle **1** der Ventilschaft **10** mehr oder weniger weit nach unten verschoben und damit der Hub des Ventils entsprechend dem Leistungsbedarf eingestellt.

**[0038]** Da der Drehantrieb **12** hydraulisch betätigt wird, können die Einlaßventile, wenn der Kraftfahrzeugmotor abgeschaltet wird, in ihrer Ausgangsstellung zurückgeführt werden. Die Einlaßventile gehen hierbei in eine Position zurück, in der sie die kleinste Einlaßöffnung freigeben. Die beschriebene voll variable Ventilsteuerung ist kostengünstig und darüber hinaus einfach im Aufbau.

**[0039]** **Fig. 4** zeigt, daß mit der Verstellwelle **1** und dem Drehantrieb **12** mehrere Einlaßventile gleichzeitig betätigt werden können. Auf der Verstellwelle **1** sitzen jeweils mit Abstand mehrere Nocken **2**, die jeweils über den Zwischenantrieb gemäß **Fig. 3** auf die entsprechende Ventilschäfte wirken. Mit dem einzigen Drehantrieb **12** können beim Ausführungsbeispiel acht Nocken **2** betätigt werden, die auf entsprechende Ventilschäfte einwirken und je nach Drehlage der Verstellwelle **1** den Hub des Ventiles steuern.

**[0040]** Bei der Ausführungsform gemäß den **Fig. 5** und **6** wird die Verstellwelle **1**, auf der entsprechend der vorherigen Ausführungsform acht Nocken **2** sitzen, nicht mehr von

einem Ende aus, sondern in halber Länge drehbar angetrieben. Die Verstellwelle **1** hat beim Ausführungsbeispiel in halber Länge eine umlaufende Außenverzahnung **31**, in die eine Zahnstange **32** des Drehantriebes **12a** eingreift. Die Zahnstange **32** sitzt auf einer Kolbenstange **33**, die aus einem Zylinder **34** ragt. Die Kolbenstange **33** trägt innerhalb des Zylinders **34** einen Kolben **35**, der abgedichtet im Zylinder **34** mittels Hydraulikmedium verschiebbar ist. Durch Ein- und Ausfahren der Kolbenstange **33** wird die Verstellwelle **1** über die Zahnstange **32** in entsprechender Richtung gedreht. Über den jeweiligen Nocken **2** und die zugehörige Übertragungskette gemäß **Fig. 3** wird der entsprechende Ventilschaft verstellt und damit der Hub des Einlaßventiles eingestellt.

[0041] Diese Ausführungsform zeichnet sich durch ihre konstruktive Einfachheit aus. Der Zahnstangentrieb gewährleistet eine exakte stufenlose Drehung der Verstellwelle **1**, so daß der Hub der Einlaßventile entsprechend stufenlos eingestellt werden kann.

[0042] Bei der Ausführungsform nach **Fig. 7** ist für jeden Motorzylinder **Z** ein gesonderter Drehantrieb **12a** vorgesehen, der entsprechend der Ausführungsform nach den **Fig. 5** und **6** ausgebildet ist. Dementsprechend hat diese voll variable Ventilsteuerung vier Verstellwellen **1** mit jeweils zwei Nocken **2**. Damit können die Einlaßventile unabhängig voneinander variabel eingestellt werden, indem die jeweilige Verstellwelle **1** mit dem Drehantrieb **12a** in gewünschtem Maße um ihre Achse gedreht wird. Die Drehantriebe **12a** werden unabhängig voneinander mit Hydraulikmedium versorgt, so daß eine problemlose und zuverlässige Einstellung der jeweiligen Einlaßventile gewährleistet ist.

[0043] Bei der Ausführungsform nach den **Fig. 8** bis **10** hat der Antrieb **12b** eine Grobeinstelleinrichtung **36** sowie Feineinstelleinrichtungen **37**. Mit der Grobeinstelleinrichtung **36** werden die Feineinstelleinrichtungen **37**, die für jedes Einlaßventil entsprechend der Ausführungsform gemäß **Fig. 7** einzeln vorgesehen sind, gemeinsam betätigt. Mit den Feineinstelleinrichtungen **37** können dann die einzelnen Verstellwellen **1** in erforderlichem Maße fein eingestellt werden, um individuell den Hub der Einlaßventile einzustellen.

[0044] Die Grobeinstelleinrichtung **36** hat einen Antrieb **38**, mit dem eine Zwischenwelle **39** drehbar angetrieben werden kann. Sie liegt parallel zu den fluchtend zueinander liegenden Verstellwellen **1** und weist im Bereich einer Zahnstange **40** eine Außenverzahnung **41** auf, in welche die Zahnstange **40** eingreift. Sie sitzt auf dem aus einem Zylinder **42** ragenden Ende einer Kolbenstange **43**, die am anderen Ende einen Kolben **44** trägt, der abgedichtet im Zylinder **42** geführt ist. Durch Beaufschlagung des Kolbens **44** mit einem Hydraulikmedium kann die Kolbenstange **43** ein- und ausgefahren werden, so daß die Zwischenwelle **39** über die Zahnstange **40** in der gewünschten Richtung gedreht werden kann.

[0045] Mit der Zwischenwelle **39** können Träger **45** verschoben werden, die in Form einer Zahnstange ausgebildet sind und mit einer entsprechenden Außenverzahnung **46** der Zwischenwelle **39** in Eingriff sind.

[0046] Wenn die Zwischenwelle **39** durch die Zahnstange **40** um ihre Achse gedreht wird, werden die Träger **45** entsprechend verschoben.

[0047] Die Träger **45**, die den Einlaßventilen zugeordnet sind, sind gleich ausgebildet und weisen einen Druckraum **47** auf, in dem ein Kolben **48** verschiebbar ist. Er sitzt auf dem freien Ende einer Kolbenstange **49**, die aus dem Träger **45** ragt und eine Zahnstange **50** trägt. Sie ist mit der Außenverzahnung **31** der zugehörigen Verstellwelle **1** in Eingriff.

[0048] Durch Betätigen des Antriebes **38** bis **44** (**Fig. 10**)

wird zunächst die Zwischenwelle **39** um ihre Achse gedreht, wodurch die mit ihr in Eingriff befindlichen Träger **45** je nach Drehrichtung in Richtung auf die Verstellwellen **1** oder von ihnen weg bewegt werden. Auf diese Weise erfolgt eine Grobeinstellung des Hubes der Einlaßventile des Motorzylinders **Z**. Anschließend können mit den Feineinstelleinrichtungen **37** die Ventilschäfte **10** der Einlaßventile unabhängig voneinander in ihre exakte Lage verstellt werden, so daß die verschiedenen Einlaßventile ihren eigenen optimalen Hub ausführen. Hierzu werden die Kolbenstangen **49** der Träger **45** ein- und ausgefahren, wodurch über die Zahnstangen **50** die Verstellwellen **1** in der beschriebenen Weise um ihre Achsen gedreht werden. Über die Nocken **2** auf den Verstellwellen **1** werden die Zwischenhebel **3** (**Fig. 3**) in der beschriebenen Weis geschwenkt, wodurch die Rollenhebel **7** entsprechend geschwenkt werden. Auf diese Weise werden die Ventilschäfte **10** der Einlaßventile in ihre erforderliche Lage verschoben. Mit den Feineinstelleinrichtungen **37** können die Einlaßventile so eingestellt werden, daß ein Klopfen des Motors nicht auftritt.

[0049] Die Ausführungsform gemäß den **Fig. 11** und **12** ist im wesentlichen gleich ausgebildet wie das Ausführungsbeispiel nach den **Fig. 8** bis **10**. Lediglich der Antrieb **12c** hat eine andere Ausbildung als bei der vorigen Ausführungsform. Dieser Antrieb **12c** hat die gleiche Ausbildung wie der Antrieb **12** gemäß den **Fig. 1** bis **3**. Der Rotor **16** ist an einem Ende der Zwischenwelle **39** vorgesehen, vorteilhaft einstückig mit ihr ausgebildet. Der Antrieb **12c** ist im übrigen gleich ausgebildet wie der Drehantrieb **12** gemäß den **Fig. 1** bis **3**. Mit den beiden Rotoren **16**, **17** im Stator **13** kann die Zwischenwelle **39** maximal um  $180^\circ$  um ihre Achse gedreht werden. Diese Drehbewegung der Zwischenwelle **39** wird auf die Träger **45** übertragen, die entsprechend der vorigen Ausführungsform senkrecht zur Achse der Verstellwellen **1** verschoben werden. Über die Zahnstangen **50** werden die Verstellwellen **1** in entsprechendem Maße um ihre Achsen gedreht. Zusätzlich ist mit den Feineinstelleinrichtungen **37** eine Feineinstellung des Hubes jedes Einlaßventiles der Motorzylinder **Z** möglich. Wie beim vorigen Ausführungsbeispiel bleiben bei der Grobverstellung mittels des Stators **13** und der beiden Rotoren **16**, **17** die Kolben **48** der Feineinstelleinrichtungen **37** durch entsprechende Druckbeaufschlagung in ihrer jeweils eingestellten Lage. Erst wenn die Grobeinstellung beendet ist, werden die Feineinstelleinrichtungen, sofern erforderlich, betätigt, indem die Kolben **48** so mit Hydraulikmedium beaufschlagt werden, daß er in der gewünschten Richtung verschoben wird.

[0050] Bei der Ausführungsform nach den **Fig. 13** und **14** ist für die Einlaßventile der Motorzylinder **Z** die gemeinsame Verstellwelle **1** vorgesehen. Darum können die Ventilschäfte **10** (**Fig. 3**) der Einlaßventile nur gemeinsam verschoben werden. Zum Antrieb der Verstellwelle **1** ist der Antrieb **12d** vorgesehen. Er hat den zylindrischen Stator **13**, in dem ein Rotor **17** drehbar gelagert ist. Er sitzt auf der Achse **18**, die im Zylinderkopf **19** gelagert ist (**Fig. 13**). In die Druckräume **24** des Stators **13** wird das Hydraulikmedium eingebracht. Dadurch wird der Stator **13** gegenüber dem Rotor **17** in der beschriebenen Weise gedreht. Der Stator **13** trägt an seinem Außenmantel eine Verzahnung **51**, die in Eingriff mit einer Außenverzahnung **52** der Verstellwelle **1** ist. Dadurch wird die Verstellwelle **1** im erforderlichen Maße gedreht. Im Unterschied zur Ausführungsform nach den **Fig. 1** bis **3** beträgt der Drehwinkel des Stators **13** lediglich  $90^\circ$ . Aus diesem Grunde ist das Übersetzungsverhältnis zwischen der Verzahnung **51** des Stators **13** und der Außenverzahnung **52** der Verstellwelle **1** so gewählt, daß die Verstellwelle bei einem Drehwinkel von  $90^\circ$  des Stators **13** um

180° dreht. Die Übertragung der Drehung der Verstellwelle **1** auf die Ventilschäfte **10** erfolgt über den Zwischentrieb, wie er anhand von **Fig. 3** beschrieben worden ist.

[0051] Im Unterschied zur vorigen Ausführungsform ist beim Ausführungsbeispiel nach den **Fig. 15** und **16** für jedes Einlaßventil der Motorzylinder **Z** eine Verstellwelle **1** vorgesehen. Dadurch ist jeder Verstellwelle **1** ein Drehantrieb **12e** zugeordnet. Er ist gleich ausgebildet wie der Drehantrieb **12d** gemäß den **Fig. 13** und **14**. Mittels der Drehantriebe **12e** können die Verstellwellen **1** unabhängig voneinander im erforderlichen Maße drehbar angetrieben werden. Die Ventilschäfte der Einlaßventile der Motorzylinder **Z** können darum unabhängig voneinander optimal verschoben werden.

[0052] Die **Fig. 17** bis **19** zeigt einen Drehantrieb **12f**, der ähnlich wie die Ausführungsform nach den **Fig. 8** bis **10** eine Grobeinstelleinrichtung **36f** und Feineinstelleinrichtungen **37f** für die einzelnen Verstellwellen **1** aufweist. Die Grobeinstelleinrichtung **36f** hat den Stator **13**, in dem der Rotor **17** untergebracht ist, der auf der Achse **18** sitzt. Sie ist im Zylinderkopf **19** gelagert. Wie bei den Ausführungsformen nach den **Fig. 13** bis **16** ist der Stator **13** stirnseitig durch die Deckscheiben **14, 15** geschlossen. Der Stator **13** hat die Außenverzahnung **51**. In die Druckräume **24** des Stators **13** wird das Hydraulikmedium so eingebracht, daß wird der Stator **13** gegenüber dem Rotor **17** gedreht wird. Der maximale Drehwinkel des Stators **13** beträgt im Ausführungsbeispiel 90°.

[0053] In die Außenverzahnung **51** des Stators **13** greift die Außenverzahnung **52** der Zwischenwelle **39** ein. Mit der Außenverzahnung **52** der Zwischenwelle **39** kämmen vier Schwenkmotoren **53**, die jeweils auf einer Verstellwelle **1** sitzen und Teil der Feineinstelleinrichtungen **37f** sind. Jeder Schwenkmotor **53** hat einen Außenring **54** (**Fig. 19**), der mit einer Außenverzahnung **55** versehen ist, mit welcher der Außenring **54** in die Außenverzahnung **52** der Zwischenwelle **39** eingreift. Von der Innenwand des Außenringes **54** stehen radial nach innen Flügel **56** ab, die mit ihren Stirnseiten an einem zylindrischen Grundkörper **57** eines Rotors **58** anliegen. Er hat radial nach außen gerichtete Flügel **59**, die mit ihren Stirnseiten an der Innenwand des Außenringes **54** anliegen. Der Rotor **58** kann um einen geringen Verdrehwinkel innerhalb des Außenringes **54** gedreht werden, bis seine Flügel **59** an den Seitenflächen eines der benachbarten Flügel **56** des Außenringes **54** zur Anlage kommen. Der Rotor **58** ist drehfest mit der jeweiligen Verstellwelle **1** verbunden. Zwischen die Flügel **56, 59** des Außenringes **54** und des Rotors **58** wird Hydraulikmedium unter Druck eingebracht, so daß die Relativedrehung des Rotors **58** gegenüber dem Außenring **54** durchgeführt werden kann.

[0054] Im Ausführungsbeispiel sind vier fluchtend zueinander angeordnete Verstellwellen **1** vorgesehen, auf denen entsprechend den Ausführungsformen nach den **Fig. 7** und **11** bis **16** jeweils zwei mit axialem Abstand voneinander liegende Nocken vorgesehen sind. Mit ihnen werden die Schäfte **10** (**Fig. 3**) der Einlaßventile betätigt, wie anhand von **Fig. 3** im einzelnen erläutert worden ist.

[0055] Mit der Grobeinstelleinrichtung **36f** des Drehantriebes **12f** werden zunächst alle Verstellwellen **1** gleichzeitig und um den gleichen Winkel verdreht. Hierzu wird durch unter Druck stehendes Hydraulikmedium, das in die Druckräume **24** eingebracht wird, der Stator **13** gegenüber dem Rotor **17** so weit gedreht, bis die Rotorflügel **20** an den Statorflügeln **23** zur Anlage kommen. Über die Zwischenwelle **39** werden die mit ihr kämmenden Außenringe **54** der Schwellenmotoren **53** um ihre Achse gedreht. Während dieser Grobeinstellung sind die Flügel **56** des Außenringes **54** durch Druckbeaufschlagung in Anlage an den Rotorflügeln

**59** gehalten, so daß beim Drehen des Außenringes **54** auch der Rotor **58** in gleichem Drehsinn mitgenommen wird. Auf diese Weise werden sämtliche Verstellwellen **1** durch die Grobeinstelleinrichtung **36f** in gleichem Maße um ihre Achse gedreht. Anschließend können die Verstellwellen **1** unabhängig voneinander mittels der Feineinstelleinrichtungen **37f** noch um einen kleinen Winkel gedreht werden. Ausgehend von der Stellung gemäß **Fig. 19** beispielsweise wird der Druckraum zwischen den Rotorflügeln **59** und den Flügeln **56** des Außenringes **54** entlastet, während in den Bereich zwischen den aneinanderliegenden Flügeln **56, 59** das unter Druck stehende Hydraulikmedium eingebracht wird. Dadurch wird der Rotor **58** im Uhrzeigersinn geringfügig gegenüber dem Außenring **54** gedreht. Da die Rotoren **58** drehfest mit den zugehörigen Verstellwellen **1** verbunden sind, werden diese Verstellwellen noch um einen kleinen Winkel gedreht. Bei dieser Drehbewegung sind die Druckräume **24** des Stators **13** so unter Druck gesetzt, daß eine Relativedrehung zwischen dem Stator **13** und dem Rotor **17** nicht erfolgen kann.

[0056] In den dargestellten Ausführungsbeispielen sind für jeden Zylinder des Motors zwei Einlaßventile vorgesehen. Je nach Art des Motors können weitere Einlaßventile pro Zylinder vorgesehen sein. Im einfachsten Fall hat jeder Zylinder nur ein Einlaßventil.

[0057] Die Ventilsteuerungen sind anhand der Ausführungsbeispiele zur Steuerung des Hubes von Einlaßventilen beschrieben worden. Die Ventilsteuerungen können selbstverständlich auch für Auslaßventile in gleicher Weise eingesetzt werden, um deren Hub entsprechend zu verändern.

[0058] Bei den beschriebenen Ausführungsformen ist die Verstellwelle **1** jeweils mit Nocken **2** versehen. Die Verstellwelle **1** kann aber bei sämtlichen Ausführungsformen beispielsweise auch eine Exzenterwelle sein, die in diesem Falle keine Nocken trägt. Wesentlich für die Verstellwelle ist, daß bei ihrer Drehung eine Quer- bzw. Radialkomponente erzeugt wird, die dazu ausgenutzt wird, über die Übertragungskette den Ventilschaft **10** im gewünschten Maße zu verschieben. Die Übertragungskette muß nicht, wie beispielhaft in **Fig. 3** dargestellt ist, durch mechanische Bauelemente gebildet sein, sondern kann beispielsweise auch eine hydraulische Übertragungskette sein. Es muß lediglich gewährleistet sein, daß der von der Nockenwelle des Motors erzeugte normale Hub des Ventilschaftes **10** durch die Verstellwelle **1** variiert werden kann.

#### Patentansprüche

1. Ventilsteuerung zur Einstellung des Hubes von Ventilen in Kraftfahrzeugen, mit mindestens einer Verstellwelle, mit der über wenigstens eine Übertragungskette ein Ventilschaft des Ventiles verschiebbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verstellwelle (1) durch wenigstens einen Hydraulikantrieb (12, 12a bis 12f) begrenzt um ihre Achse drehbar ist.
2. Ventilsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hydraulikantrieb (12, 12c bis 12f) ein Drehantrieb ist.
3. Ventilsteuerung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Hydraulikantrieb (12, 12c bis 12f) einen Stator (13) aufweist, der relativ gegenüber wenigstens einem von ihm aufgenommenen Rotor (16, 17) drehbar ist.
4. Ventilsteuerung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (16) drehfest mit der Verstellwelle (1) verbunden ist.
5. Ventilsteuerung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (13) zylindrisch ausge-

bildet ist.

6. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß von der Innenwand des Stators (13) Flügel (20) abstehen, zwischen denen radial von einem Grundkörper (21, 22) des Rotors (16, 17) abstehende Flügel (23) liegen. 5
7. Ventilsteuerung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorflügel (23) und die Statorflügel (20) relativ zueinander begrenzt drehbar sind.
8. Ventilsteuerung, insbesondere nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Stator (13) zwei axial benachbarte Rotoren (16, 17) untergebracht sind, die voneinander getrennt sind. 10
9. Ventilsteuerung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (13) durch Druckbeaufschlagung unter Mitnahme des verstellwellenseitigen Rotors (16) gegenüber dem anderen Rotor (17) begrenzt drehbar ist. 15
10. Ventilsteuerung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der verstellwellenseitige Rotor (16) durch Druckbeaufschlagung gegenüber dem Stator (13) begrenzt drehbar ist. 20
11. Ventilsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hydraulikantrieb (12a, 12b) ein Verschiebeantrieb ist. 25
12. Ventilsteuerung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Verschiebeantrieb (12a, 12b) wenigstens eine Zahnstange (32) aufweist, die quer zur Verstellwelle (1) verschiebbar ist und in eine Außenverzahnung (31) der Verstellwelle (1) eingreift. 30
13. Ventilsteuerung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahnstange (32) auf einer Kolbenstange (33) sitzt, die einen in einem Zylinder (34) bewegbaren Kolben (35) aufweist.
14. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellwelle (1) wenigstens einen Nocken (2) aufweist. 35
15. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellwelle (1) mehrere Nocken (2) für mehrere Ventile aufweist. 40
16. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Zylinder des Kraftfahrzeuges je eine Verstellwelle (1) vorgesehen ist.
17. Ventilsteuerung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß jede Verstellwelle (1) durch einen eigenen Hydraulikantrieb (12a, 12c) begrenzt drehbar ist. 45
18. Ventilsteuerung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß jede Verstellwelle (1) zwei Nocken (2) für zwei Ventile aufweist. 50
19. Ventilsteuerung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Hydraulikantrieb (12b, 12c, 12d, 12.f) eine Grobeinstelleinrichtung (36, 36f) und wenigstens eine Feineinstelleinrichtung (37, 37f) aufweist. 55
20. Ventilsteuerung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Grobeinstelleinrichtung (36, 36f) eine Zwischenwelle (39) aufweist, über die die Verstellwelle (1) begrenzt drehbar ist. 60
21. Ventilsteuerung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Grobeinstelleinrichtung (36) einen Verschiebeantrieb (40 bis 44) aufweist.
22. Ventilsteuerung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Verschiebeantrieb (40 bis 44) eine Zahnstange (40) aufweist, die sich quer zur Zwischenwelle (39) erstreckt und in eine Verzahnung (41) der Zwischenwelle (39) eingreift. 65

23. Ventilsteuerung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahnstange (40) auf einer Kolbenstange (43) sitzt, die einen in einem Zylinder (42) verschiebbaren Kolben (44) trägt.
24. Ventilsteuerung nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß in die Verzahnung (41) der Zwischenwelle (39) wenigstens ein Träger (45) eingreift, der einen Verschiebeantrieb (45, 47 bis 50) der Feineinstelleinrichtung (37) aufweist.
25. Ventilsteuerung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Verschiebeantrieb (45, 47 bis 50) eine Zahnstange (50) aufweist, die auf einer Kolbenstange (49) sitzt, die einen in einem Druckraum (47) des Trägers (45) verschiebbaren Kolben (48) trägt.
26. Ventilsteuerung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahnstange (50) in die Außenverzahnung (31) der Verstellwelle (1) eingreift.
27. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 19 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren Verstellwellen (1) die Zwischenwelle (39) zur gemeinsamen Grobverstellung der Verstellwellen (1) vorgesehen ist.
28. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 19 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren Verstellwellen (1) jeder Verstellwelle (1) eine Feineinstelleinrichtung (37) zugeordnet ist.
29. Ventilsteuerung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Grobeinstelleinrichtung (36f) einen Drehantrieb (13, 17) aufweist.
30. Ventilsteuerung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehantrieb (13, 17) einen Stator (13) und einen Rotor (17) aufweist, die relativ zueinander drehbar sind.
31. Ventilsteuerung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (13) mit einer Außenverzahnung (51) in eine Verzahnung (52) der Zwischenwelle (39) eingreift.
32. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 29 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Außenverzahnung (50) der Zwischenwelle (39) eine Außenverzahnung (55) eines Außenringes (54) der Feineinstelleinrichtung (37f) kämmt.
33. Ventilsteuerung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß im Außenring (54) der Feineinstelleinrichtung (37f) ein Rotor (58) angeordnet ist, der drehfest mit der Verstellwelle (1) verbunden und gegenüber dem Außenring (54) begrenzt drehbar ist.
34. Ventilsteuerung nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, daß der Außenring (54) nach innen ragende Flügel (56) aufweist, zwischen denen radial nach außen gerichtete Flügel (59) des Rotors (58) liegen.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

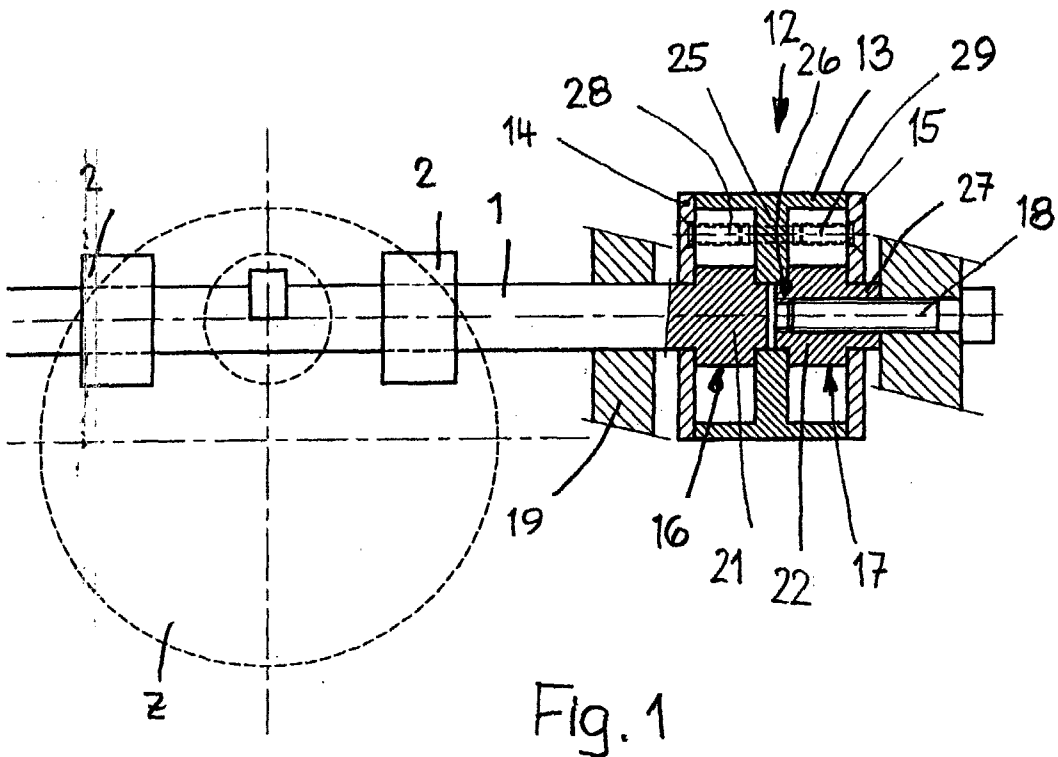


Fig. 1

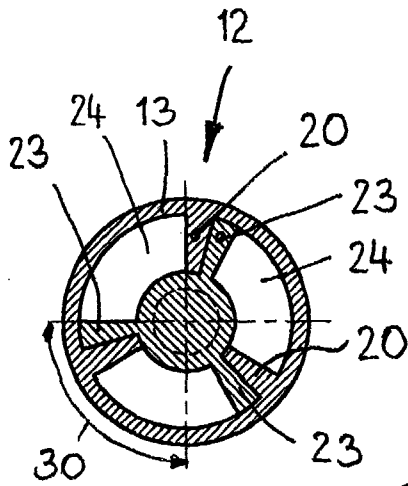


Fig. 2

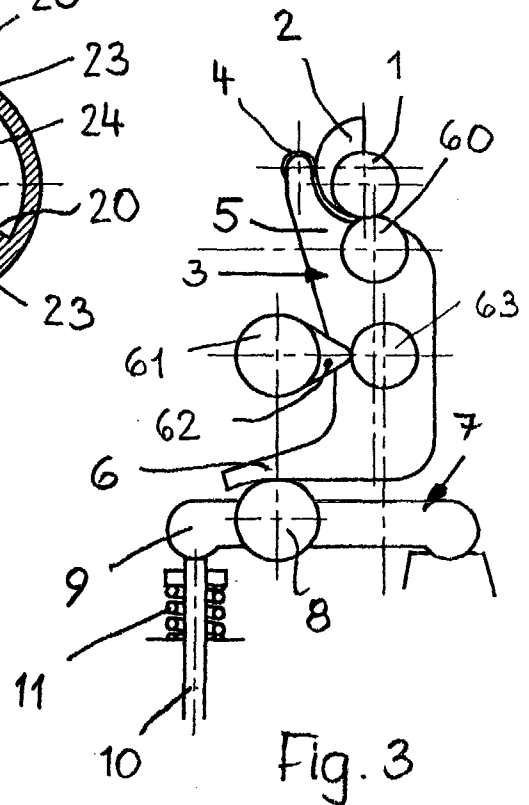


Fig. 3

Numer:   
 Int. Cl. 7:   
 Offenlegungstag:

DE 102 13 081 A1   
 F 01 L 7/12   
 2. Oktober 2003

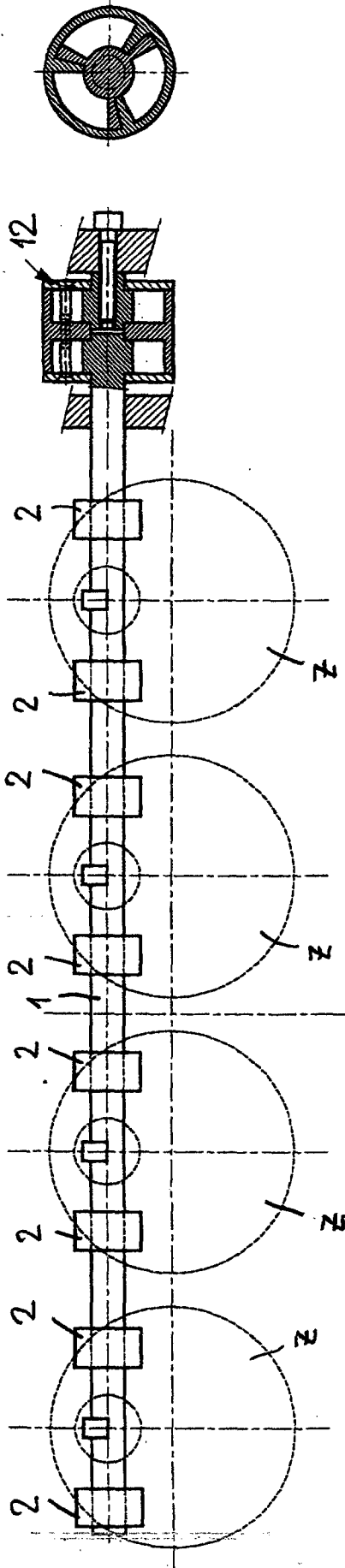


Fig. 4

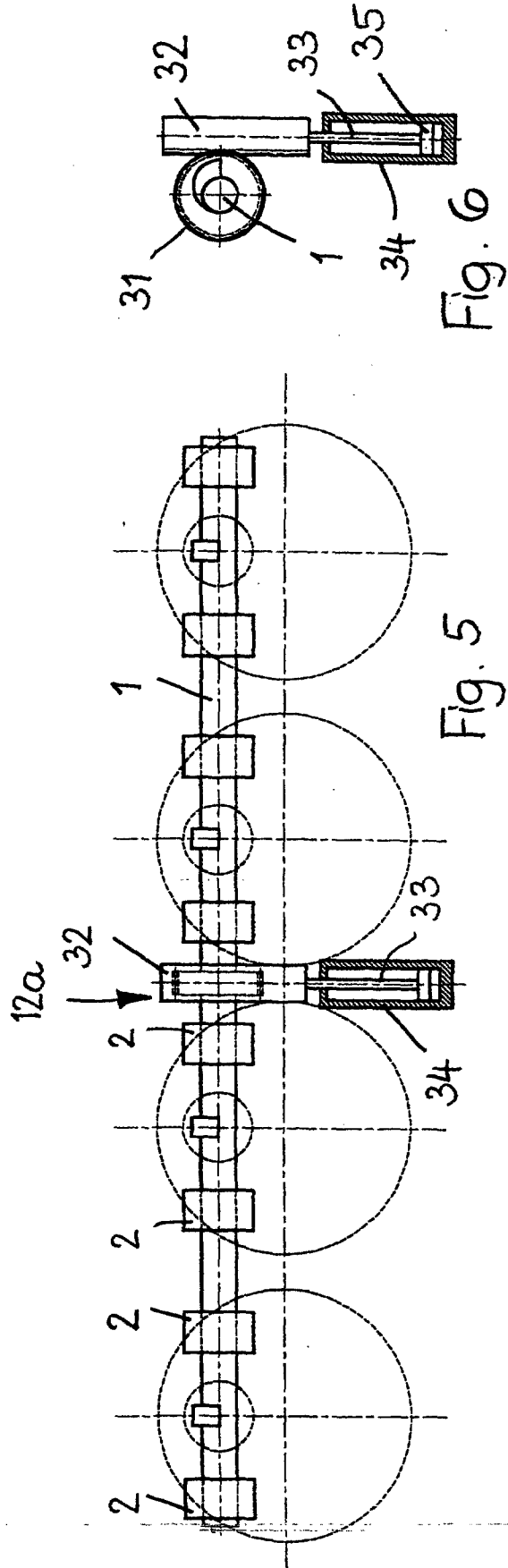


Fig. 5

Fig. 6



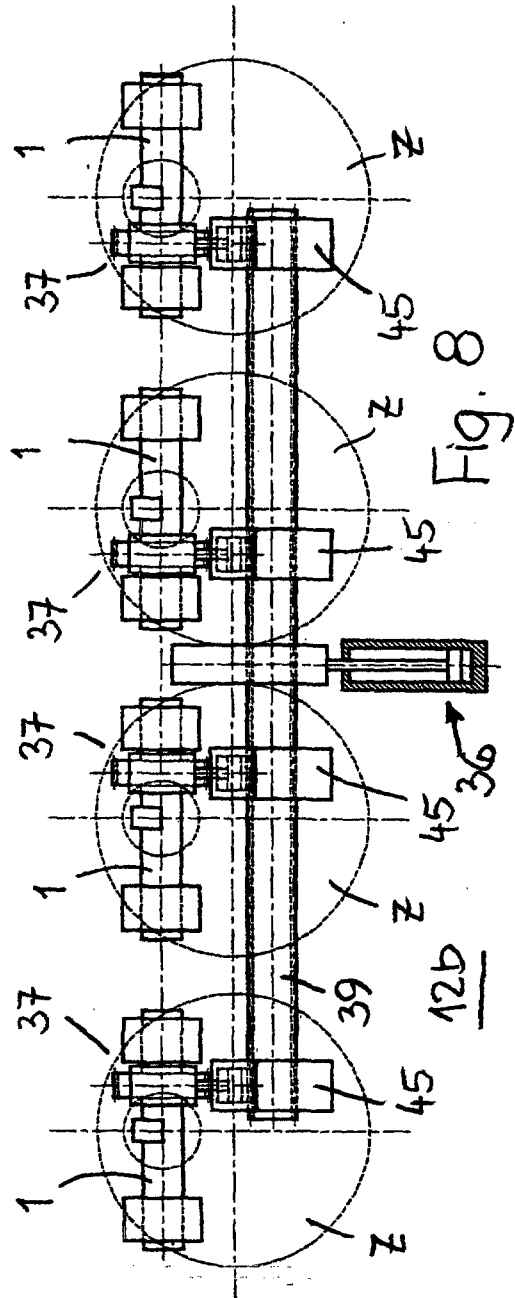
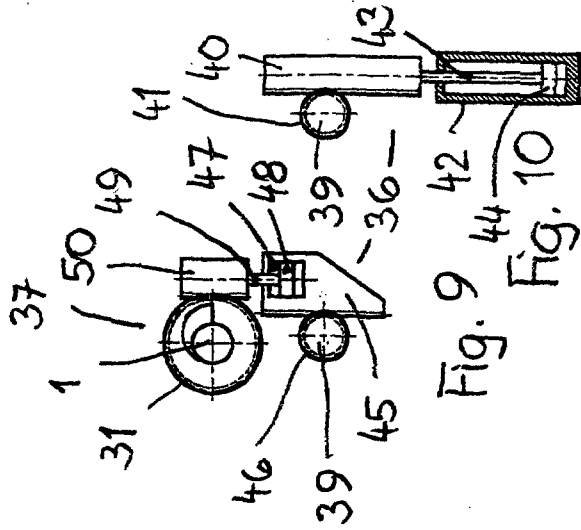
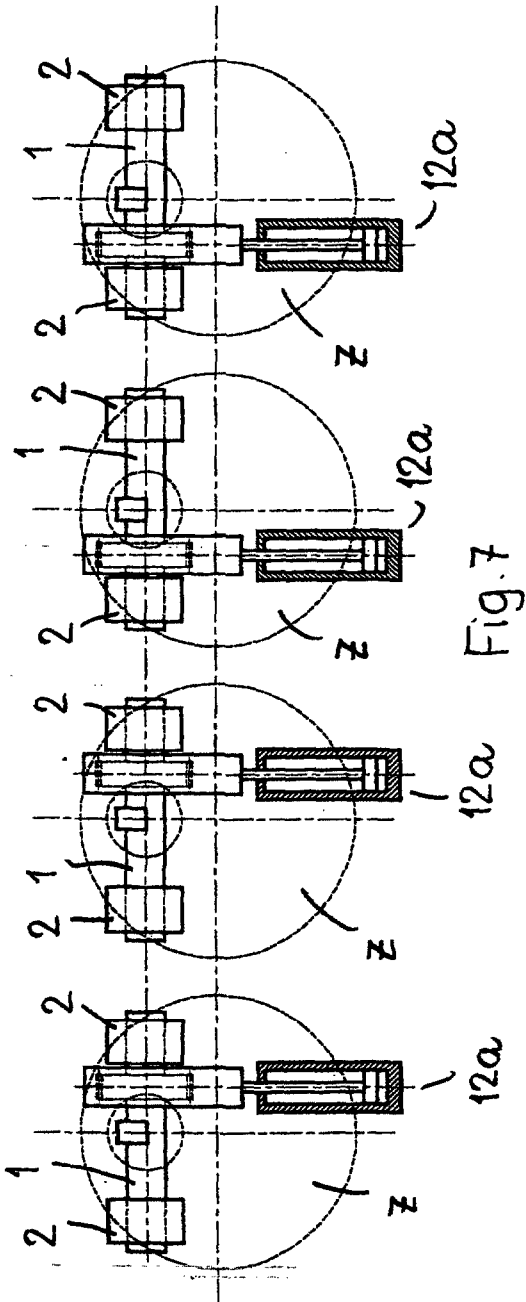


Fig. 11

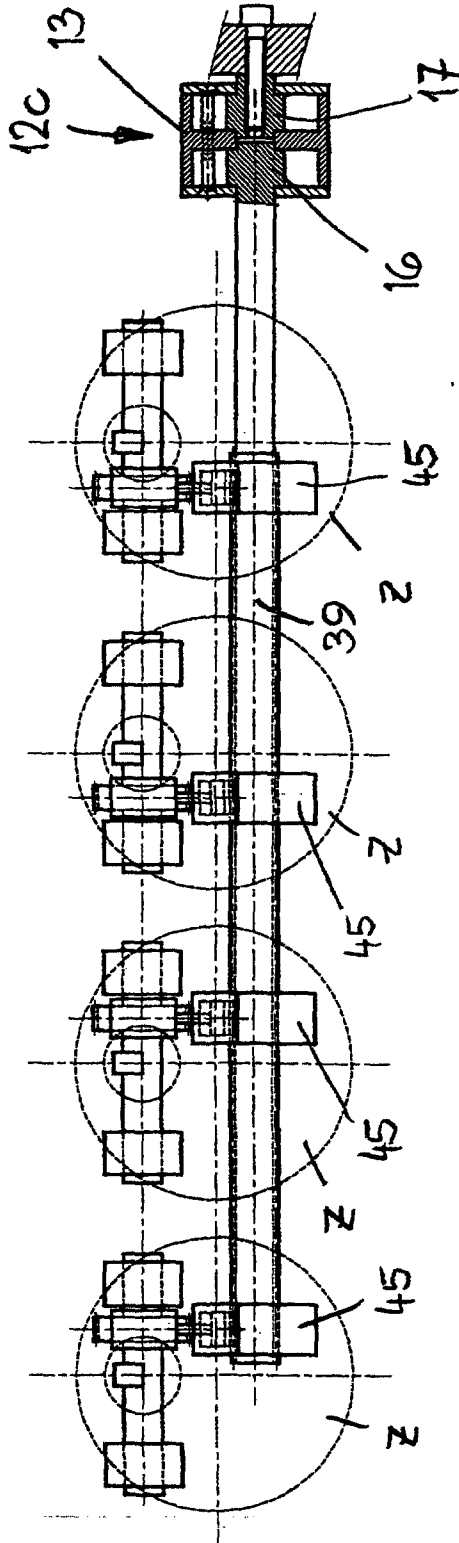


Fig. 12

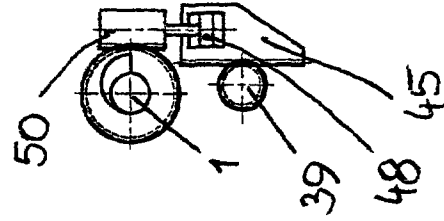


Fig. 13

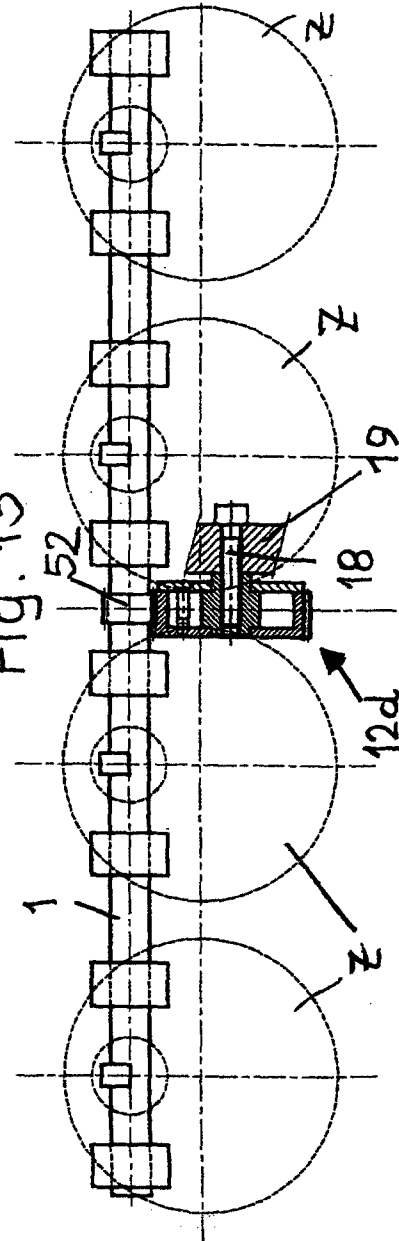


Fig. 14

