(11) **EP 1 331 367 A2** 

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag: 30.07.2003 Patentblatt 2003/31 (51) Int Cl.7: F01L 1/344

(21) Anmeldenummer: 03009907.1

(22) Anmeldetag: 14.04.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten: **DE ES FR GB IT SE** 

(30) Priorität: 27.05.1998 DE 19823619

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ: 99917979.9 / 1 025 343

(71) Anmelder:

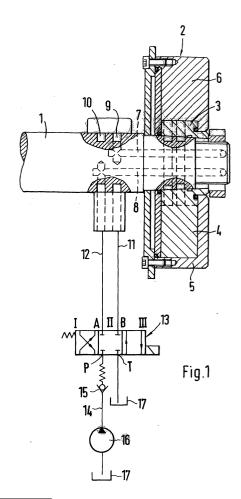
- Dr.Ing. h.c.F. Porsche Aktiengesellschaft 70435 Stuttgart (DE)
- HYDRAULIK-RING GMBH 72622 Nürtingen (DE)

- (72) Erfinder:
  - Niethammer, Bernd Blythewood, SC 29016 (US)
  - Knecht, Andreas
    72127 Kusteringen (DE)
  - Trzmiel, Alfred 72661 Grafenberg (DE)

## Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 30 - 04 - 2003 als Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

- (54) Verstelleinrichtung für eine Einrichtung zur relativen Drehlagenveränderung einer Welle zu einem Antriebsrad, insbesondere einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine
- (57) Die erfindungsgemäße Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung einer Welle zum Antriebsrad hat eine Verstellvorrichtung mit zwei gegeneinander wirkenden Druckräumen, die über eine Druckmittelpumpe beaufschlagbar sind. Um einen gleichmäßigen, geregelten Verstellvorgang und eine sichere Lagefixierung zu erreichen, wird der mit der Druckmittelpumpe verbundene Druckraum zu Beginn der Verstellbewegung mit Druck beaufschlagt bevor der gegenüberliegende mit dem Druckmitteltank verbundene Druckraum entlastet wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Verstelleinrichtung für eine Einrichtung zur relativen Drehlagenveränderung einer Welle zu einem Antriebsrad, insbesondere einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine, nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

[0002] Es ist eine Verstelleinrichtung bekannt (WO 95/31633), mit der die Drehlage der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine geändert werden kann. Die Nokkenwelle trägt drehfest ein Innenrad, das radiale Stege aufweist, die zugeordnete Zellen eines Zellenrades in jeweils zwei gegeneinander wirkende Druckräume unterteilt. Dieses Zellenrad wird über einen Ketten- bzw. Riementrieb von der Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine angetrieben. Die Druckbeaufschlagung der jeweiligen Druckräume erfolgt dabei über ein als 4/3-Wegeventil ausgebildetes Steuerventil, über das die Druckräume in Abhängigkeit von der erwünschten Drehlagenänderung mit einer Druckmittelpumpe bzw. einem Druckmitteltank verbunden sind. Dazu führt von diesem Steuerventil jeweils eine Druckleitung zu allen gleichsinnig wirkenden Druckräumen. In diesen Druckleitungen ist darüber hinaus jeweils ein hydraulisch entsperrbares Rückschlagventil angeordnet, dessen Sperrwirkung jeweils vom Druck in der anderen Druckleitung aufhebbar ist. Über diese Rückschlagventile kann in der Neutralstellung des Steuerventils bei Vernachlässigung der Leckage-Verluste eine hydraulische Klemmung der beiden relativ zueinander verdrehbaren Bauteile erzielt werden. Eine derartige Einrichtung ist jedoch relativ aufwendig. Darüber hinaus kann es während des Verstellvorganges aufgrund der nahezu ungedrosselten Verbindung der einen Druckraumgruppe zum Druckmitteltank zu ungewollten Lageabweichungen und ungenauen bzw. schwankenden Verstellvorgängen kommen.

[0003] Aus der US-A 4,858,572 ist darüber hinaus eine Einrichtung zur Drehlagenänderung bekannt, bei der ein Innenteil drehfest mit dem Ende der Nockenwelle verbunden ist und an seiner Außenseite mehrere über den Umfang verteilte radiale Schlitze aufweist, in denen Flügelelemente radial verschieblich geführt sind. Dieses Innenteil wird von einem Zellenrad umgeben, das mehrere hydraulisch beaufschlagbare Zellen aufweist, die durch die Flügel in zwei gegeneinander auf diese einwirkende Druckräume unterteilt werden. Durch Druckbeaufschlagung dieser Druckräume kann in Abhängigkeit von der Druckdifferenz das Zellenrad relativ zum Innenteil und damit zur Nockenwelle verdreht werden. Darüber hinaus ist im Zellenrad in zwei radialen Bohrungen in definierten Winkellagen jeweils ein hydraulisch beaufschlagbarer Kolben geführt, der in der zugeordneten Endlage der Vorrichtung in eine radiale Vertiefung des Innenteils eingeschoben werden kann. Diese Kolben werden durch Druckfederelemente in Richtung Innenteil beaufschlagt und sind in Gegenrichtung durch hydraulische Beaufschlagung der Bohrungen im Innenring verschiebbar. Durch diese federbeaufschlagten Kolben soll die Vorrichtung in einer ihrer beiden Endlagen verriegelt werden, so lange der Druck zur Beaufschlagung der Druckräume ein definiertes Niveau nicht erreicht. Erst bei Erreichen eines bestimmten Druckniveaus werden die Kolben gegen die Wirkung der Druckfedern zurückgeschoben und ermöglichen ein Verdrehen des Innenteils relativ zum Zellenrad. Mit einer derartigen Vorrichtung sollen unter anderem Klappergeräusche beim Anlauf der Brennkraftmaschine vermieden werden, die durch wechselnde Momentenbelastungen beim Anlauf und Betrieb der Brennkraftmaschine auftreten können.

[0004] Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung einer Welle zum Antriebsrad dahingehend zu verbessern, daß diese einfacher und kostengünstiger aufgebaut ist und eine schwankungsfreie Drehlagenänderung ermöglicht. Dabei soll vor allem auf die Verwendung mehrerer aufwendiger und teurer Steuerventile verzichtet werden.

[0005] Darüber hinaus soll bei Stillstand der Brennkraftmaschine und im stationären Betrieb der Einrichtung eine einfach wirkende hydraulische Verriegelung ermöglicht werden.

**[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Hauptanspruches gelöst.

[0007] Dadurch, daß bei der Einleitung des Verstellvorganges der eine Druckraum mit der Druckmittelpumpe verbunden wird bevor der andere, entgegengerichtet wirksame mit dem Tankanschluß verbunden wird, wird verhindert, daß der Druckabfall auf der zu entlastenden Seite schneller erfolgt als der Druckanstieg auf der gegenüberliegenden Seite. Dadurch ergibt sich eine Dämpfung bzw. Drosselung auf der Ablaufseite, durch die eine gegenüber dem Druckanstieg vorauseilende Verstellung verhindert wird. Der Verstellvorgang wird damit gedämpft bzw. genauer. Eine derartige Steuerung der Druckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung ermöglicht den Verzicht auf aufwendige Dämpfungsmittel und ermöglicht auf einfache Weise ein kontrollierte Ansteuerung bzw. kontrollierte Umsetzung der Verstellbewegung als Folge der Druckansteuerung.

[0008] Eine über den gesamten Verstellvorgang wirkende Dämpfung bzw. Drosselung auf der Ablaufseite wird erreicht, wenn der Steuerquerschnitt über den Tankanschluß zu einem Druckmitteltank während des Verstellvorganges stets kleiner ist als der Öffnungsquerschnitt der Verbindung des Druckanschlusses zur Druckmittelpumpe. Dadurch wird über den gesamten Verstellvorgang ein Vorauseilen gegenüber dem Druckanstieg verhindert, so daß über den gesamten Verstellvorgang eine sehr genaue Lagezuordnung und eine weitgehend schwankungsfreie Verstellung möglich ist. [0009] Eine besonders vorteilhafte und kostengünstige Ausbildung der Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung ergibt sich, wenn sowohl die Zulaufsteuerung als auch die Ablaufsteuerung für die zugeordnete Drehrichtung über ein gemeinsames Ventilglied des Steuerventils gesteuert wird.

**[0010]** Eine derartige Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung wird noch einmal vereinfacht bzw. kostengünstiger, wenn für beide Richtungen der Drehlagenänderung das gemeinsame Steuerventil bzw. das gemeinsame Ventilglied genutzt werden.

[0011] Das Steuerventil kann dabei auf besonders vorteilhafte Weise als 4/3-Wegeventil ausgebildet sein, wobei das für die Zulauf- und Ablaufsteuerung für beide Drehrichtungen wirkende Ventilglied als Ventilschieber ausgebildet ist.

**[0012]** Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

**[0013]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der nachfolgenden Beschreibung und Zeichnung näher erläutert. Letztere zeigt in

- Fig. 1 eine schematische Darstellung der Druckmittelversorgung für einen phasenveränderbaren Nockenwellenantrieb und in
- Fig. 2 eine schematische Darstellung des Steuerventils.

[0014] In der Zeichnung ist mit 1 die Nockenwelle einer Brennkraftmaschine bezeichnet, an der endseitig eine beispielsweise aus der DE 39 37 644 A1 bekannte Vorrichtung zur hydraulischen Drehwinkelverstellung der Nockenwelle relativ zu ihrem Antriebsrad bzw. zur Kurbelwelle angeordnet ist. Diese Verstellvorrichtung 2 hat ein drehfest mit der Nockenwelle verbundenes Innenteil 3, das mit radialen Stegen 4 versehen ist. Diese unterteilen die durch radiale Stege 6 begrenzten Zellen eines Zellenrades 5 in jeweils zwei gegensinnig wirkende Druckräume. Das Zellenrad 5 ist gleichzeitig Antriebsrad und beispielsweise mit einem Kettentrieb oder Riementrieb mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbunden. Durch entsprechende Druckbeaufschlagung der Druckräume kann das mit der Nockenwelle 1 verbundene Innenteil 3 relativ zum Zellenrad 5 verdreht werden, so daß sich die Phasenlage der die Gaswechselventile betätigenden Nocken ändern.

[0015] Die hydraulische Ansteuerung der Druckräume erfolgt über zwei in der Nockenwelle getrennt voneinander ausgebildeten Druckkanäle 7 und 8, die über zwei in einem Nockenwellenlager 9 ausgebildete Ringnuten 9 und 10 jeweils mit einer Steuerleitung 11 bzw. 12 verbunden sind. Die beiden Steuerleitungen 11 und 12 sind mit einem Steuerventil 13 verbunden, das in diesem Ausführungsbeispiel als 4/3-Wegeventil ausgebildet ist. Der Anschluß des Steuerventils 13 an die Steuerleitung 11 ist mit A bezeichnet, der Anschluß an die Steuerleitung 12 mit B. Das Steuerventil 13 weist einen Druckanschluß P und einen Rücklaufanschluß T auf. Der Druckanschluß P ist über eine Druckleitung 14 und ein Rückschlagventil 15 mit der als Druckmittelquelle dienenden Schmiermittelpumpe 16 der Brennkraftmaschine verbunden. Diese wiederum ist über eine Saugleitung mit dem Ölvorratstank 17 bzw. der Ölwanne der Brennkraftmaschine verbunden. Der Rücklaufanschluß T des Steuerventils 13 ist ebenfalls mit diesem Ölvorratstank 17 verbunden.

[0016] In der Neutralstellung II des Steuerventils 13 sind sowohl die Druckleitung 14 als auch der Rücklaufanschluß T und die beiden Steuerleitungen 11 und 12 ventilseitig verschlossen. In der Schaltstellung I des Steuerventils 13 ist die Druckleitung 14 mit der Steuerleitung 11 verbunden (P -> B). Die Steuerleitung 12 wiederum ist über den Rücklaufanschluß T mit dem Ölvorratstank 17 verbunden (A ->T). In der Schaltstellung III des Steuerventils 13 ist die Druckleitung 14 mit der Steuerleitung 12 verbunden (P -> A), während die Steuerleitung 11 zum Ölvorratstank 17 geöffnet ist (B -> T). In den beiden Schaltstellungen I und III des Steuerventils 13 erfolgt aufgrund der in den jeweils angeschlossenen Druckräumen vorherrschenden Druckdifferenzen eine Verdrehung des Innenteils relativ zum Zellenrad. Dabei erfolgt beispielsweise in der Schaltstellung I eine Verdrehung des Innenteils relativ zum Zellenrad im Uhrzeigersinn, während in der Schaltstellung III die relative Verdrehung entgegen dem Uhrzeigersinn erfolgt. In der Neutralstellung II wird die relative Position der beiden verdrehbaren Bauteile der Verstelleinrichtung durch die hydraulische Einspannung beibehalten bzw. festgelegt. [0017] Das als 4/3-Proportionalwegeventil ausgebildete Steuerventil 13 hat ein Ventilgehäuse 18 mit einer Ventilbohrung 19, die von fünf zueinander beabstandeten Ringnuten umgeben ist. Diese fünf Ringnuten sind in der in Fig. 2 dargestellten Anordnung von links nach rechts fortlaufend mit 20 bis 24 bezeichnet. Die Ringnuten 20 und 24 sind dabei auf an sich bekannte Weise mit dem Rücklaufanschluß T verbunden. Die Ringnut 21 ist mit dem Druckanschluß B verbunden, während die Ringnut 23 mit dem Druckanschluß A verbunden ist. Die mittlere Ringnut 22 ist mit dem Druckanschluß P verbunden. In der Ventilbohrung 19 ist dichtend und längsverschieblich ein als Steuerkolben ausgebildetes Ventilglied 25 geführt. Dieses Ventilglied 25 hat zwei beabstandete, dichtend in der Ventilbohrung 19 geführte Kolbenabschnitte 26 und 27, die über einen Kolbenabschnitt 28 geringeren Durchmessers miteinander verbunden sind. Durch die beiden Kolbenabschnitte 26 und 27 wird der zwischen dem Kolbenabschnitt 25 und der Wandung der Ventilbohrung 19 ausgebildete Ringraum 29 abgeschlossen. Die Länge des Kolbenabschnittes 25 und die Länge der Kolbenabschnitt 26 und 27 sind so auf die Breite und Abstände der Ringnuten 20 bis 24 abgestimmt, daß in der Neutralstellung II des Steuerventils 13 die Ringnuten 21 und 23 durch den Kolbenabschnitt 26 bzw. 27 dicht verschlossen sind. Der Abstand der beiden einander zugewandten Stirnseiten der Kolbenabschnitte 26 und 27 ist dabei um ein für die sichere Abdichtung erforderliches Maß kleiner als der Abstand der einander zugewandten Seiten der Ringnuten 21 und 23. Die Länge der Kolbenabschnitte 26 und 27 ist so gewählt, daß die Überdeckung der Ringnuten 21

20

40

und 23 auf der dem Druckanschluß P abgewandten Stirnseite deutlich größer ist. Wird das Ventilglied 25 aus der in Fig. 2 dargestellten Neutralstellung II beispielsweise nach rechts in Schaltstellung I verschoben, wird der dem Druckanschluß P zugewandte Bereich der Ringnut 23 vom Kolbenabschnitt 27 nicht mehr überdeckt bzw. freigegeben. Auf der gegenüberliegenden Seite wird durch die größere Überdeckung die Ringnut 21 noch vollständig durch den Kolbenabschnitt 26 überdeckt. Zu Beginn des Verstellvorganges kann somit der dem Druckanschluß B zugeordnete Druckraum beaufschlagt werden, ohne daß der gegenüberliegende, dem Druckanschluß A zugeordnete Druckraum entlastet wird. Erst wenn das Ventilglied 25 weiter nach rechts verschoben wird, wird auch die Ringnut 21 auf der der Ringnut 20 zugewandten Seite nicht mehr vom Kolbenabschnitt 26 überdeckt bzw. von diesem freigegeben, so daß die Verbindung A nach T geöffnet wird. Die Abmessungen und Abstände der Ringnuten sind dabei so auf die Abmessung des Ventilgliedes abgestimmt, daß der Öffnungsquerschnitt - beim Verschieben des Ventilgliedes nach rechts - an der Ringnut 23 stets größer als an der Ringnut 21 ist (Ablaufkantensteuerung). Wird das Ventilglied 25 in analoger Weise aus der Neutralstellung II nach links in die Schaltstellung III verschoben, wird die dem Druckanschluß P zugewandte Seite der Ringnut 21 nicht mehr vom Kolbenabschnitt 26 überdeckt. Der Kolbenabschnitt 27 dichtet andererseits aufgrund der größeren Überdeckung die Ringnut 23 dabei noch vollständig ab. Erst wenn das Ventilglied 25 weiter nach links verschoben wird, wird die Ringnut 23 in analoger Weise auf der der Ringnut 24 zugewandten Seite nicht mehr überdeckt. Auch hier ist der Öffnungsquerschnitt der Ringnut 21 - bei einer Verschiebung des Ventilgliedes 25 nach links - stets größer als der an der Ringnut 23.

## Patentansprüche

- 1. Verstelleinrichtung (2) für eine Einrichtung zur relativen Drehlagenveränderung einer Welle (1) zu einem Antriebsrad (5), insbesondere einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine, mit zwei gegeneinander wirkenden Druckräumen, die über Steuerleitungen (11, 12) mit jeweils einem Anschluß (A, B) eines Steuerventils (13) verbunden sind, in dem ein Ventilglied (25) verschiebbar ist, das mimt Ventilgliedabschnitten (26, 27) versehen ist, mit denen die Anschlüsse (A, B) mit einem Druckanschluß (P) sowie einem Tankanschluß (T) verbindbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Anschluß (A, B) zu Beginn des Verstellvorganges durch Verstellen des Ventilgliedes (25) mit dem Druckanschluß (P) verbunden wird, bevor der andere Anschluß (B, A) mit dem Tankanschluß (T) verbunden wird.
- 2. Verstelleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch ge-

kennzeichnet, daß der Steuerquerschnitt einer Verbindung (23, 24; 21, 20) des einen Druckraumes zum Tankanschluß (T) während des Verstellvorganges stets kleiner ist als der Öffnungsquerschnitt der Verbindung (21, 22; 22, 23) des anderen Druckraumes zum Druckanschluß (P).

- 3. Verstelleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerquerschnitt der Verbindung (23, 24; 21, 20) des einen Druckraumes zum Tankanschluß (T) und der Steuerquerschnitt (21, 22; 22, 23) der Verbindung des anderen Druckraumes zum Druckanschluß (P) über das gemeinsame Ventilglied (25) des Steuerventils (13) gesteuert wird.
- 4. Verstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungen (20 bis 24) durch Ringnuten in einem Ventilgehäuse (18) gebildet sind.
- Verstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied (25) für beide Richtungen der Drehlagenänderung genutzt wird.
- Verstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis
  , dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventil
  (13) ein 4/3-Proportionalwegeventil ist.
- 7. Verstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der einander zugewandten Stirnseiten der Ventilgliedabschnitte (26, 27) kleiner ist als der Abstand der einander zugewandten Seiten der mit den Anschlüssen (A, B) verbundenen Ringnuten (21, 23) des Steuerventil (13).
- 8. Verstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilgliedabschnitte (26, 27) eine solche Länge haben, daß die Überdeckung der mit den Anschlüssen (A, B) verbundenen Ringnuten (21, 23) auf der dem Druckanschluß (P) zugewandten Seite größer ist als auf der anderen Seite.

