

Richard Wytulany  
Schilfweg 29  
30952 Ronnenberg

Datum:  
28.04.2009

### **Arbeitskraftmaschine**

5 Die Erfindung betrifft eine Arbeitskraftmaschine mit einem Gehäuse mit einem  
Innenraum, in dem ein um eine Achse drehbar gelagerter Zylinderblock mit  
Zylinderlaufbuchsen angeordnet ist, in denen Kolben angeordnet sind, die eine hin- und  
hergehenden Bewegung ausführen und Brennräume mit sich während der Drehung um  
die Achse verändernden Brennraumvolumina begrenzen, wobei die Kolben mit einem  
10 Steuergetriebe gekoppelt sind, das das Verhältnis der Winkelgeschwindigkeit des  
Zylinderblockes zu der Winkelgeschwindigkeit der Kolben steuert.

Es gibt unterschiedliche Konstruktions- und Arbeitsprinzipien für Arbeits-  
kraftmaschinen, die üblicherweise auch Verbrennungsmotoren genannt werden. Neben  
15 den Hubkolbenmotoren, in denen eine reziproke Linearbewegung über einen  
Kurbeltrieb in eine Drehbewegung umgewandelt wird, existieren Schwenk-  
kolbenmotoren sowie Drehkolbenmotoren, deren bekannteste Vertreter der so genannte  
Wankelmotor ist. Der Wankelmotor sieht eine komplexe Drehbewegung des Kolbens in  
einem speziell ausgeformten Gehäuse vor. Federgelagerte Dichtleisten dichten den  
20 Brennraum gegenüber den anderen Kammern ab.

Die DE-PS-271552 beschreibt eine Viertakt-Explosionskraftmaschine mit einem  
ringförmigen Zylinder und mit vier schwingenden und umlaufenden Kolben. Die  
Kolben sind über Pleuelstangen mit Kurbelwellen von Planetenrädern verbunden, wobei  
25 die Pleuelstangen gemeinsam mit den Kurbelwellen in ein Gehäuse eingeschlossen sind,

in dem die beweglichen Teile so symmetrisch verteilt sind, dass das ganze Gehäuse als Schwungrad dienen kann. Dabei sind nur zwei Planetenräder zur Steuerung der Kolben vorhanden, wobei jedes der Planetenräder mittels einer doppelt gekröpften Kurbel auf die Arme der beiden Kolbenscheiben einwirkt.

5

Eine ähnliche Drehkolbenbrennkraftmaschine ist in der DE-PS-632391 beschrieben, bei der aufgrund wechselnder Geschwindigkeiten der Kolbensitze eine Relativbewegung der Kolben zueinander auftritt. Dies bedeutet, dass die als Kolben dienenden Scheiben sowohl in dem Gehäuse als auch ineinander drehbar gelagert sind.

10

Die DE-OS-1927208 beschreibt eine Drehkolbenmaschine mit zumindest zwei Doppelflügelkolben, die um eine gemeinsame Achse in einem kreisförmigen Zylinder drehbar angeordnet sind, wobei zwischen den Kolben und den Wänden des Zylinders im Volumen veränderliche Kammern gebildet werden. Die Kolben sind miteinander durch einen Steuer-Gelenkmechanismus verbunden, der bewirkt, dass während des Betriebes die Relativbewegung zwischen den Kolben periodisch beschleunigt und verzögert werden, um das Volumen der Kammern zu verändern. Insgesamt ist die Steuerung dieser Drehflügelmotoren sehr aufwendig.

15

20

Die DE-PS-124003 beschreibt eine Explosionskraftmaschine mit kreisendem Zylinder, in dem sich während der Drehung zwei gebogene Kolben bewegen. Der Zylinder ist durch Scheidewände diametral geteilt. Die Scheidewände bilden zwei Kammern, in denen je ein Kolben eine reziproke, kreissegmentförmige Bewegung in Bezug auf den Zylinder ausführt. Innerhalb der beiden Zylinder werden insgesamt vier veränderliche Kammern gebildet, in denen die Arbeitstakte des Motors stattfinden. Die beiden Kolben sind durch einen außerhalb des Zylinders angeordneten Balancier gekoppelt, der diametral zum Zylinder angeordnet ist und lose auf der Maschinenwelle sitzt, die die Achse des sich drehenden Zylinders bildet. Einer der Kolben ist zudem mit dem Zylinder selbst durch einen zweiten, außerhalb angeordneten Balancier verbunden, der exzentrisch zur Zylinderachse angeordnet ist. In Folge der exzentrischen Befestigung bewegen sich die Kolben und der Zylinder zwar in der gleichen

25

30

Drehrichtung, aber mit verschiedenen Geschwindigkeiten. Die Hebelsteuerung über die Balancier und die doppelt wirkenden Kolben sind sehr aufwendig, zudem bleiben nur kurze Gaswechselzeiten aufgrund der doppelt wirkenden Anordnung der Kolben. Die Kolben laufen auf einer gekrümmten Bahn, so dass die Fertigung und Anpassung der Kolben an die Zylinder schwierig ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Arbeitskraftmaschine bereit zu stellen, die einfach aufgebaut und bei der eine robuste und zuverlässige Steuerung möglich ist. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Arbeitskraftmaschine mit den Merkmalen des Hauptanspruches gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

Die erfindungsgemäße Arbeitskraftmaschine mit einem Gehäuse mit einem Innenraum, in dem ein um eine Achse drehbar gelagerter Zylinderblock mit Zylinderlaufbuchsen angeordnet ist, in denen Kolben angeordnet sind, die hin- und hergehende Bewegung ausführen und Brennräume mit sich während der Drehung um die Achse verändernden Brennraumvolumina begrenzen, wobei die Kolben einem Steuergetriebe gekoppelt sind, das das Verhältnis der Winkelgeschwindigkeit des Zylinderblockes zu der Winkelgeschwindigkeit der Kolben steuert, sieht vor, dass die Kolben über eine Schwinge miteinander verbunden sind und dass das Steuergetriebe zwei elliptisch ausgebildete Zahnräder und zwei zylindrische Zahnräder aufweist, wobei ein erstes elliptisches Zahnrad drehfest mit einer ersten Steuerwelle gekoppelt ist, an der die Schwinge drehfest gelagert ist, dass das zweite elliptischen Zahnrad mit dem ersten elliptischen Zahnrad kämmt und mit einem ersten zylindrischen Zahnrad gekoppelt ist, das wiederum mit dem zweiten zylindrischen Zahnrad kämmt, das an einer zweiten Steuerwelle drehfest gelagert ist, an der der Zylinderblock wiederum drehfest angeordnet ist. Auf diese Art und Weise ist durch eine Zwangskoppelung über Zahnräder, nämlich die beiden zylindrischen Zahnräder und die elliptischen Zahnräder, sowie über die Schwinge eine kompakte, zuverlässige und auf rotatorische Bewegungen ausgelegte Steuerung möglich. Ebenfalls ist es möglich, dass die Kolben eine rein geradlinige Bewegung ausführen, was die Fertigung der Kolben und Zylinder bzw.

Zylinderlaufbuchsen vereinfacht und eine höhere Fertigungspräzision ermöglicht.

Der Zylinderblock ist bevorzugt drehfest mit einer Abtriebswelle gekoppelt, um so die durch die Verbrennung des Luft-Treibstoff-Gemisches erzeugte Kraft aus der Maschine herausführen zu können.

Bevorzugt sind die zweite Steuerwelle und die Abtriebswelle als Halbwellen ausgebildet, die miteinander verbunden sind, beispielsweise indem die beiden Halbwellen miteinander verschraubt sind. Zusammen mit der Verschraubung der Halbwellen kann der Zylinderblock mit den Zylindern bzw. den darin angeordneten Zylinderlaufbuchsen an den Halbwellen gekoppelt werden.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass die zylindrischen Zahnräder und die elliptischen Zahnräder jeweils ein 1:1-Übersetzungsverhältnis aufweisen. Durch die elliptische Ausbildung der Zahnräder wird gewährleistet, dass die Winkelgeschwindigkeit der Kolben relativ zu der Winkelgeschwindigkeit des Zylinderblockes variiert wird, ohne dass die grundsätzliche geometrische Zuordnung von Kolben und Zylinder während der Drehung des Zylinderblockes gemeinsam mit den Kolben um die Drehachse aufgehoben wird.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Gehäuse Stirnflächen aufweist, an denen die Zylinder entlang gleiten, wobei zumindest in einer der Stirnflächen Ein- und Auslasskanäle ausgebildet sind, die korrespondierend zu Einlass- und Auslassöffnungen der Zylinder angeordnet sind. Dadurch ist es möglich, über einen relativ langen Weg sehr präzise Steuerzeiten für den Gaswechsel bereitzustellen. Die Einlass- und Auslasskanäle können entweder auf der selben Stirnfläche oder aufeinander gegenüber liegenden Stirnflächen ausgebildet sein, so dass von der einen Seite das relativ kühle, zündfähige Gemisch zugeführt und auf der anderen Seite das heiße Verbrennungsgas abgeführt wird.

Um ein möglichst reibungslosen Gasaustausch bereitzustellen, ist erfindungsgemäß

vorgesehen, dass die Einlass- und Auslasskanäle in einem Ausgleichsring ausgebildet sind, der zwischen einer Stirnfläche des Gehäuses und dem Zylinder angeordnet ist. Im Bereich der Einlass- und Auslasskanäle streift dann der Zylinder mit den korrespondierenden Einlass- und Auslassöffnungen an dem Ausgleichsring entlang, und überbrückt den ggf. vorhandenen Zwischenraum zwischen den übrigen Stirnflächen und den Zylinderwänden. Auf diese Weise wird nur im Bereich der Einlass- und Auslasskanäle bzw. Einlass- und Auslassöffnungen ein schleifender Kontakt zwischen dem rotierenden Zylinderblock und dem statischen Gehäuse ausgebildet.

- 5
- 10 Den Brennräumen sind Zündkerzen zugeordnet, die an dem Zylinderblock und an den Zylindern angeordnet sind und sich mit dem Zylinderblock und den Zylindern um die Drehachsen drehen. An dem Gehäuse ist in dem Innenraum eine Kontakteinrichtung zur Übertragung einer Zündspannung angeordnet, die mit den Zündkerzen in Kontakt tritt, wenn eine bestimmte Winkelstellung des Zylinderblockes erreicht ist. Durch eine
- 15 Variation der Kontakteinrichtung kann der Zündzeitpunkt verändert werden.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beigefügten Figuren näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Bauelemente. Es zeigen:

20

Figur 1 eine schematische Schnittansicht senkrecht zur Drehachse;

Figur 2 eine Schnittansicht gemäß Linie A-A aus Figur 1;

25 Figur 3 eine Schnittansicht gemäß Linie C-C in Figur 1;

Figur 4 eine Schnittansicht gemäß Linie D-D in Figur 1 in vergrößerter Darstellung;

30 Figur 5 eine vergrößerte Schnittansicht gemäß Linie E-E in Figur 1; sowie

Figur 6 eine Prinzipdarstellung der Arbeitsweise der Arbeitskraftmaschine.

In der Figur 1 ist ein feststehendes, innen kreisförmiges Gehäuse 1 dargestellt, mit einem zentral darin gelagerten Zylinderblock 2, der um eine Drehachse gelagert ist. Um dieselbe Drehachse ist ein Kolbenblock 3 gelagert, der zwei Kolben 16 aufweist, die innerhalb von Zylinderlaufbuchsen 15 eine gradlinige, hin- und hergehende Bewegung ausführen. Die Kolben 16 können als kreisförmige oder ovale Kolben ausgebildet sein und weisen Kolbenringe sowie einen Kolbenbolzen auf. Die Kolben 16 sind über so genannte Gabeln 19 schwenkbar an der S-förmig ausgebildeten Schwinge 20 gelagert. In der dargestellten Stellung befinden sich die Kolben 16 im oberen Totpunkt, so dass der Brennraum zwischen dem Kolbenboden und dem an dem Zylinderblock 2 durch Schrauben befestigten Zylinderkopf 21 minimal ist. In dem Zylinderkopf 21 ist eine Zündkerze 27 eingeschraubt, die gemeinsam mit dem Zylinderblock 2 um die Drehachse umläuft.

15

An dem Gehäuse 1 ist an dem äußeren Umfang ein Zündbolzen 29 angeordnet, über den die Zündspannung über ein innerhalb des Innenraumes angeordnetes Zündblech 30 an die jeweils vorbeistreichende Zündkerze 27 übertragen wird. Die Zündspannung wird extern von einer Zündanlage erzeugt, wobei der Zündbolzen 29 und das Zündblech 30 als Zündsegment 28 zusammengefasst sein können, das an dem Gehäuse 1 von außen verschraubt ist. Sobald die Zündkerze 27 an dem Zündblech 30 vorbeistreicht und die gewünschte Zündposition erreicht hat, wird die Zündspannung übertragen und Zündfunke innerhalb des Brennraumes erzeugt. Die Übertragung der Zündspannung erfolgt kurz vor dem oberen Totpunkt des gerade vorbeistreichenden Kolbens 16, so dass das bis dahin verdichtete Luft-Kraftstoffgemisch durch den Zündfunken gezündet und die Verbrennung eingeleitet wird.

25

In der Figur 1 ist angedeutet zu sehen, dass ein Steuergetriebe aus mehreren Zahnrädern 22, 23, 25, 26 besteht, die paarweise miteinander kämmen. Der Aufbau und die Wirkungsweise des Steuergetriebes wird anhand der Figur 2 näher erläutert werden.

30

Die Funktionsweise der Arbeitsmaschine sieht vor, dass der Zylinderblock 2 im Wesentlichen gleichförmige Winkelgeschwindigkeit um die Drehachse innerhalb des Gehäuses 1 kreist. Der Kolbenblock 3, bestehend aus den miteinander verbundenen Kolben 16, den Kolbenbolzen 17, 18, den Gabeln 19 und der Schwinge 20, die zueinander beweglich sind, kreist in gleicher Drehrichtung, im dargestellten Ausführungsbeispiel im Uhrzeigersinn, wie der Zylinderblock 2, allerdings mit einer veränderlichen Winkelgeschwindigkeit. Während der Zylinderblock 2 zusammen mit dem Kolbenblock 3 umläuft, werden die Kolben 16 in den Zylinderbuchsen 15 hin- und herbewegt. Dabei entfernt sich der Kolben 16 aus der dargestellten oberen Totpunktposition von dem Zylinderkopf 21 bis zum unteren Totpunkt, ungefähr 90 Grad später. Die veränderliche Winkelgeschwindigkeit, der Geschwindigkeitsverlauf sowie die Taktung werden durch das Steuergetriebe vorgegeben. Bei einem Umlauf bzw. einer Umdrehung des Zylinderblockes 2 schließt der Drehkolbenverbrennungsmotor in der dargestellten Ausführungsform nach vier Takten seinen Verbrennungszyklus ab.

15

Der Verbrennungszyklus besteht hier aus Ansaugen, Verdichten, Arbeiten und Ausstoßen.

In der Figur 2 ist im Querschnitt entlang der Linie A-A der Aufbau insbesondere des Steuergetriebes gut zu erkennen. Das Gehäuse 1 bildet einen im Wesentlichen kreisförmigen Innenraum 31 aus, der stirnseitig von zwei Stirnflächen 32, 33 abgeschlossen wird. Um die zentrale Drehachse ist der Zylinderblock 2 schwenkbar gelagert, der mit einer Abtriebswelle 4 und einer Steuerwelle 5 verschraubt ist. Innerhalb der Halbwellen 4,5, die in dem Gehäuse 1 gelagert sind, ist eine weitere Steuerwelle 6 drehbar gelagert, die mit dem Kolbenblock 3 drehfest verbunden ist, beispielsweise durch eine Keilnutenverbindung. Auf der Steuerwelle 6 ist ein erstes elliptisches Zahnrad 26 drehfest angeordnet, beispielsweise über eine Keilverzahnung. Dieses erste elliptische Zahnrad 26 kämmt mit einem zweiten elliptischen Zahnrad 25, das auf eine Zwischenwelle 24 drehbar gelagert ist. Das zweite elliptischen Zahnrad 25 ist mit dem ebenfalls drehbar auf der Zwischenwelle 24 gelagerten ersten zylindrischen Zahnrad 23 gekoppelt, das wiederum mit einem zylindrischen Zahnrad 22 kämmt, das

drehfest auf der zweiten Steuerwelle 5, die als Halbwelle ausgebildet ist und drehfest mit dem Zylinderblock 2 gekoppelt ist, verbunden ist. Die Verbindung erfolgt beispielsweise über eine Verzahnung. Durch dieses mechanische Steuergetriebe mit dem zylindrischen Zahnrädern 22, 23 und den elliptischen Zahnrädern 25, 26 wird die relative Bewegung der Kolben 16 zu den Zylinderbuchsen 15 vorgegeben. Die kontinuierliche Drehbewegung bei einer gleichmäßigen Winkelgeschwindigkeit des Zylinderblockes 2 wird in eine sich verändernde Drehgeschwindigkeit der jeweiligen Kolben 16 umgewandelt.

10 Der Gasaustausch erfolgt über einen Ausgleichsring 7, der umlaufend an der einen Stirnfläche 33 angeordnet ist. In der Figur 2 ist der Einlasskanal 34 gezeigt, durch den ein entzündbares Luft-Kraftstoffgemisch zugeführt werden kann. Weiterhin befindet sich in dem Ausgleichsring 7 ein Auslasskanal, der in dem vorgenommenen Schnitt nicht zu erkennen ist. Der Ausgleichsring 7 dient zum Ausgleich des Abstandes zwischen der Stirnfläche 33 und dem umlaufenden Zylinderblock 2 und dichtet den Spalt zwischen dem kreisenden Zylinderblock 2 und dem Gehäuse 1 ab.

In der Figur 3 ist in der Schnittdarstellung der Auslasskanal 35 gezeigt, der in dem Ausgleichsring 7 ausgebildet ist. Ebenfalls ist in der Figur 3 zu erkennen, dass der Zylinderblock 2 nur im Bereich des Ausgleichsringes 7 an der dem Gehäuse 1 schleift. Ebenfalls ist zu erkennen, dass die Halbwellen 4, 5 mit dem Zylinderblock 2 verschraubt sind, während die Kolben 16 an der Schwinge 20 zentral zwischen Halbwellen 4, 5 gelagert sind. Die Schwinge 20 ist relativ zu den Halbwellen 4, 5 und damit auch zu dem Zylinderblock 2 verschwenkbar.

25

In der Figur 4 ist einer vergrößerten Detaildarstellung gezeigt, dass zum Abdichten des Verbrennungsraumes zwischen dem Ausgleichsring 7 und dem Zylinderblock 2 ein Abdichtblech 8 angeordnet ist, das zur Abdichtung des Einlasses und des Auslasses vorgesehen ist. Das Abdichtblech 8 ist an einem Abdichtelement angeordnet, das einen Außenring 9, einen Innenring 10 und drei Dichtringe 11, 12 und 13 aufweist, die ein unbeabsichtigtes Austreten von Abgasen oder von Frischgasen verhindern. Über

30



Druckfedern 14, die vorgespannt sind, werden die Dichtringe, 11, 12, 13 in Richtung auf den Ausgleichsring 7 gedrückt. Das Abdichtblech 8 ist zum zusätzlichen Abdichten, insbesondere beim Ansaugen des Gasgemisches über dem Einlasskanal, vorgesehen, dient jedoch auch zum zusätzlichen Abdichten beim Ausstoßen der Abgase.

5

Um den Verbrennungsprozess durchzuführen, bewegt sich in der Zylinderbuchse 15 ein Kolben 16 auf und ab und wird periodisch mit zündfähigem Frischgas versorgt, das verdichtet wird, nach dem Zünden expandiert und anschließend durch den Auslasskanal ausgestoßen wird. Dieses geschieht während einer Umdrehung um die Drehachse, so dass sich während einer Umdrehung des Zylinderblockes 2 um die Drehachse der Kolben 16 zweimal im oberen Totpunkt befindet.

In der Figur 5 ist in einer Detaildarstellung der Kolben 16 mit dem Kolbenbolzen 17, der Gabel 19 und dem Gabelbolzen 18 dargestellt, über den der Kolben 16 doppelt gelenkig an der Schwinge 20 gelagert ist. Der Kolben 16 kann entweder einen kreisförmigen oder ovalen Querschnitt aufweisen, da diese Querschnittsformen sich als besonders günstig hinsichtlich der Abdichtungsproblematik erwiesen haben.

In der Figur 6 ist schematisch der Ablauf des Arbeitsprozesses gezeigt, im ersten Takt wird das Luft-Kraftstoffgemisch angesaugt. Der Kolben 16 bewegt sich vom oberen Totpunkt, also in maximaler Annäherung zu dem Zylinderkopf 21, in Richtung zum unteren Totpunkt und erzeugt dadurch einen Unterdruck im Raum zwischen dem Zylinderkopf 21 und dem Kolbenboden. Durch den Einlasskanal 34 strömt das Luft-Kraftstoff-Gemisch in den Brennraum. Bei maximaler Entfernung des Kolbenbodens zu dem Zylinderkopf 21, also bei einem maximalen Brennraumvolumen, wird im unteren Totpunkt die Zuführung des Luft-Kraftstoff-Gemisches beendet. Die Einlassöffnung in dem Zylinderkopf 21 befindet sich nun nicht mehr in Überdeckung mit dem Einlasskanal 34, so dass der Brennraum geschlossen ist.

Nach dem Abschluss des Ansaugvorganges bewegt sich der Kolben 16 vom unteren Totpunkt zum oberen Totpunkt, das angesaugte Luft-Kraftstoff-Gemisch wird verdichtet

und zündfähig gemacht. Kurz vor Erreichen des oberen Totpunktes wird die Zündkerze 27 in Kontakt mit dem Zündleitblech 30 gebracht. Damit wird der dritte Takt des Arbeitsprozesses, der Arbeitstakt eingeleitet. Durch die Zündung des Luft-Kraftstoff-Gemisches wird die Verbrennung eingeleitet, die wiederum die Erhöhung des Gasdruckes innerhalb des Brennraumes bewirkt. Dadurch wird der Kolben 16 vom oberen Totpunkt zum unteren Totpunkt bewegt. Die Wärmeenergie wird in kinetische Energie umgesetzt und an die Abtriebswelle 4 abgegeben. Kurz vor dem Erreichen des unteren Totpunktes passiert die Auslassbohrung innerhalb des Zylinderkopfes 21 den Auslasskanal 35 und die verbrannten Abgase werden ausgestoßen. Nach dem Durchgang durch den unteren Totpunkt nähert sich der Kolbenboden dem Zylinderkopf 21 wieder an. Die Auslassbohrung im Zylinderkopf 21 streicht an dem Auslasskanal 35 vorbei und wird geschlossen. Der Verbrennungszyklus ist nach dem Erreichen des oberen Totpunktes nach dem Ausstoßen des Abgases abgeschlossen.

Wie der Figur 6 zu entnehmen ist, sind die Winkel für das Ansaugen und für das Arbeiten größer als für Verdichten und das Ausstoßen. Die Länge der Zeiträume wird durch die Anordnung der Einlass- und Auslasskanäle 34, 35 sowie durch die Ausgestaltung der elliptischen Zahnräder 25, 26 festgelegt, die die veränderliche Drehgeschwindigkeit der Kolben um die Drehachse festlegen.

20

Neben der dargestellten Ausführungsform mit zwei zylindrischen Zahnrädern, zwei ellipsenförmigen und einer Zwischenwelle können auch drei zylindrische Zahnräder, drei elliptische Zahnräder und zwei Zwischenwellen angeordnet sein. Neben der dargestellten, einseitigen Ausgestaltung des Gaswechsels, vorliegend auf der Stirnfläche 33, kann der Gaswechsel auch auf einander gegenüberliegenden Stirnflächen 33, 32 durchgeführt werden.

25