

# Motor69

## „Rundlaufkolbenmotor“

**Dieser Motor besteht aus nur 19 beweglichen Teilen,  
entspricht aber einem 18 Zylinder-Viertakt-Otto-Motor.**



*Kleinmodell Motor69*

Nach einer Idee von  
Hans Ulrich Stalder.

## **Einführung**

Die vorliegende Abhandlung skizziert einen neuartigen Verbrennungsmotor. Das wesentliche Merkmal ist seine direkte Kraftübertragung. Zudem führen die antriebsaktiven Teile nur kreisförmige Bewegungen aus. Dadurch ist ein hoher Wirkungsgrad sowie eine grosse Laufruhe zu erwarten. Unterstützt wird diese Annahme dadurch, dass im vorliegenden Modell neun Verbrennungstakte pro Umdrehung vorliegen (alle 120 Grad drei Takte) und somit ein hohes Drehmoment bei tiefer Umdrehungszahl erreicht wird.

Das Funktionsprinzip beruht auf "Kolben", die sich rechtwinklig kreuzen. Damit können vier Arbeitstakte, wie bei herkömmlichen Motoren, erreicht werden. Die vier Arbeitstakte werden ab Seite 8 beschrieben. Die Möglichkeit, eine sehr hohe Verdichtung im Luftkomprimierungstakt zu erlangen, erlaubt auf zusätzliche Kompressoren zu verzichten. Kombiniert mit einer Einspritzung, ist der Treibstoffverbrauch im Bereich eines Kompressor-Diesel-Motors zu erwarten.

Die Arbeitsweise dieses Motors unterscheidet sich grundlegend von herkömmlichen Motoren. Der wesentliche Unterschied liegt bei dem Zusammenspiel der "Kolben", die zusätzlich eine "Ventilfunktion" ausüben. Zudem gleiten die "Kolben" in kreisförmigen Rundrohren. Da die "Kolben" seitlich an einem Führungsring befestigt sind, werden sie nachfolgend als Nocken bezeichnet.

## **Der Motor 69 im Ueberblick**

Das augenfälligste an diesem Motor ist ein zu einem Ring geformtes Rohrstück, ein Rohrring. Darin gleiten von aussen geführt, in regelmässigem Abstand, drei Nocken. Der Rohrring ist auf seiner Aussenseite aufgeschlitzt, um die Nockenhalterung nach aussen durchzuführen. An der Stelle wo sich kein Nocken befindet, wird der Rohrschlitz durch eine angedeutete Nockenhalterung abgedichtet. Die Nocken selbst sind an einem Metallring aufgehängt, der den äusseren Rohrring auf der Aussenseite umschliesst.

Der Rohrring wird in regelmässigem Abstand an drei Stellen durch kleinere Rohrringe rechtwinklig gekreuzt. Diese Rohrringe liegen innerhalb des grösseren Rohrrings. Der Umfang eines kleinen Rohrrings ist nur ein Drittel des äusseren Rohrrings. Dafür beinhalten die kleineren Rohrringe auch nur einen Nocken. Im Gegensatz zum äusseren Rohrring, sind die drei kleinen Rohrringe auf ihrer Innenseite aufgeschlitzt (um die Nockenhalterung durchzuführen). Bei den kleinen Rohrringen ist jeder Nocken auf einer Art Radfelge befestigt. Jedes Rad hat in seinem Zentrum eine Radnabe, und zur Hälfte um die Radnabe herum, ist auf der gegenüberliegenden Seite des Nockens, ein Gegengewicht angebracht (um die Gewichtssymmetrie herzustellen).

Damit die Umdrehung der inneren Räder mit dem äusseren Metallring synchronisiert werden können, sind die Radfelgen sowie der äussere Rohrring mit einer seitlichen Zahnung versehen. Die Synchronisation selbst geschieht über jeweils zwei Zahnräder, die mit einer Achse verbunden sind. Das heisst, wenn der grosse Führungsring mit seinen drei Nocken gedreht wird, bewegen sich die Nocken synchron innerhalb der drei kleinen Rohrringe.

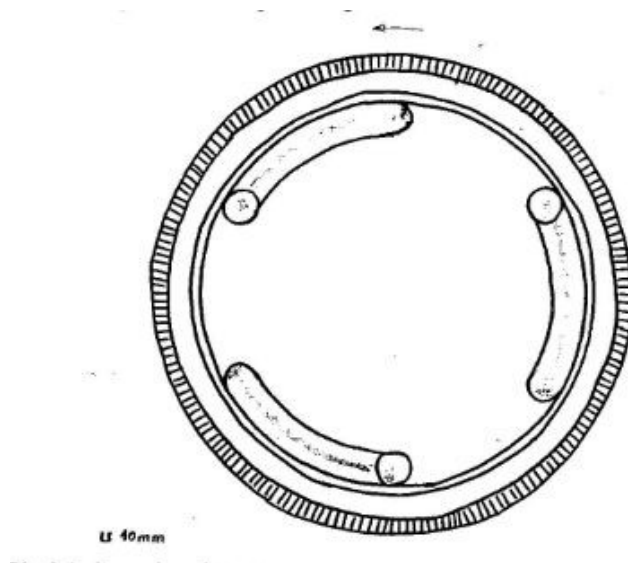
Jede Rohrkreuzung ist zu jeder Zeit durch einen Nocken verschlossen; einmal durch einen Nocken, der sich innerhalb des grossen Rohrrings befindet und dann wieder durch einen Nocken, der innerhalb des kleinen Rohrrings liegt.

Wie aus dem Zusammenspiel dieser Nocken ein funktionierender Motor wird, zeigt die vorliegende Dokumentation. Diese ist wie folgt gegliedert:

1. Beschreibung der Nocken des grossen Rohrrings
2. Beschreibung der Nocken der drei kleinen Rohrringe
3. Synchronisation der Nocken der kleinen Rohrringe
4. Funktionsweise des Motors bei Betrachtung der Nockenstellungen

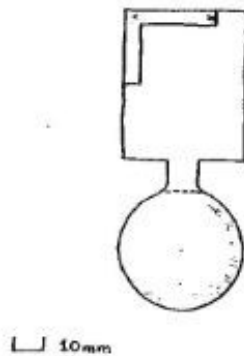
## Der Zentralzahnring (Masterrim)

Die Kraftabnahme wird vom äusseren Metallring, dem Zentralzahnring abgenommen (dieser Zahnring ist ein Zahnrad ohne Speichen und Nabe). Im vorliegenden Beispiel ist der Aussendurchmesser dieses Zahnringes 58 cm. Die Zahnung befindet sich einerseits auf der Aussenseite für die Kraftabnahme, andererseits auch seitlich, um die drei Innenräder synchronisieren zu können, wie wir später noch sehen werden. Auf der Innenseite des Zentralrings angehängt, befinden sich drei Nocken (Arbeitsnocken) gleicher Länge, mit ebenso gleich langen Zwischenräumen.



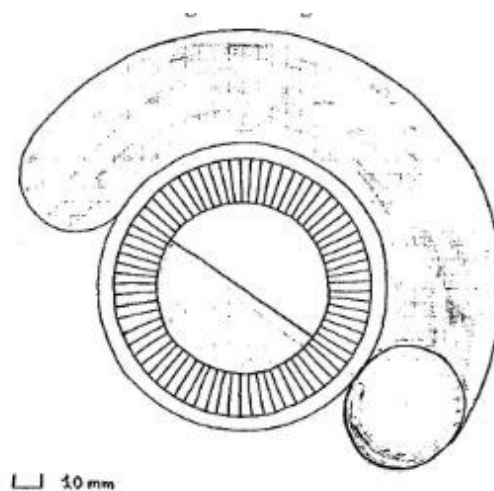
## Die Arbeitsnocken (Workingpistons) des Zentralzahnring

Die Arbeitsnocken sind Rundkolben mit abgeschrägtem Anfang und Ende. Dadurch, dass sie nur über eine schmale Längsverbindung mit dem Zentralring verbunden sind, können diese in einem nach aussen aufgeschlitzten Rohr gleiten, dem Nockengehäuse.



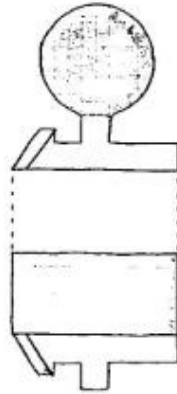
## Die Hilfszahnringe (Slaverims)

Jeder der drei Hilfszahnringe (Innenräder) besitzt einen Nocken, der auf der Aussenseite der Felge befestigt ist, den Hilfsnocken. Er hat die gleiche Länge wie der beim Zentralring. Gleichermassen verhält es sich mit dem Zwischenraum. Die Zahnung eines jeden Hilfszahnring ist auch hier seitlich angebracht, um diese mit dem Zentralzahnring synchronisieren zu können. Da jeder Hilfszahnring nur einen einzelnen Nocken besitzt, ist zum Gewichtsausgleich auf der Gegenseite des Nockens und der Innenseite des Hilfsrings, ein Gegengewicht angebracht. Die drei Hilfszahnringe befinden sich auf der Innenseite des Zentralzahnring, und zwar rechtwinklig zu diesem und mit gleichmässigen Abständen zueinander.



## Der Hilfsnocken (Auxiliary piston) eines Hilfszahnringes

Jeder der drei Hilfsnocken hat die genau gleiche Beschaffenheit wie ein Arbeitsnocken. Der Unterschied liegt darin, dass er ausserhalb des Zahnringes angebracht ist. Aber auch hier wird er in einem Rohr geführt, welches hingegen auf der Innenseite aufgeschlitzt ist, um die Nockenhalterung durchzuführen.



└ 10mm

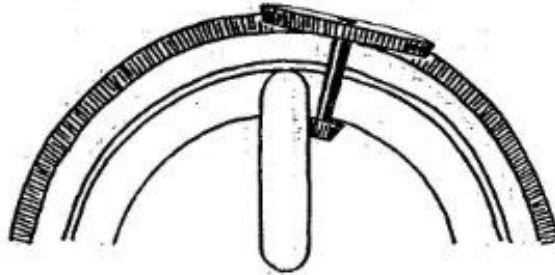
## Das Nockengehäuse (Casing)

Wie wir gesehen haben, gleiten alle Nocken in aufgeschlitzten Rundrohren. Das grössere Rundrohr wird an drei Stellen von den drei kleineren Rundrohren gekreuzt. Zusammen bilden diese das Nockengehäuse.



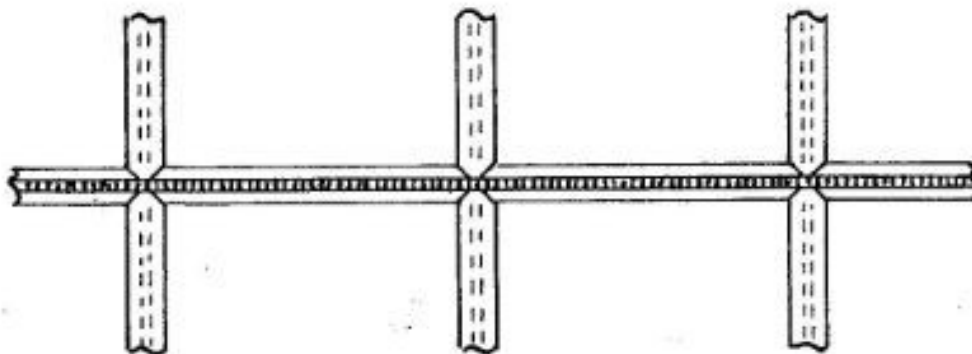
## Die Synchronisierung der Hilfsnocken (Synchronization)

Die Synchronisierung der Hilfsnocken erfolgt über zwei mit einer Achse verbundenen Zahnräder. Diese greifen in die seitliche Zahnung der Zahnringe ein. Das Übersetzungsverhältnis ist so ausgelegt, dass pro Umdrehung des Zentralzahnringes drei Umdrehungen der Hilfszahnringe erfolgen.



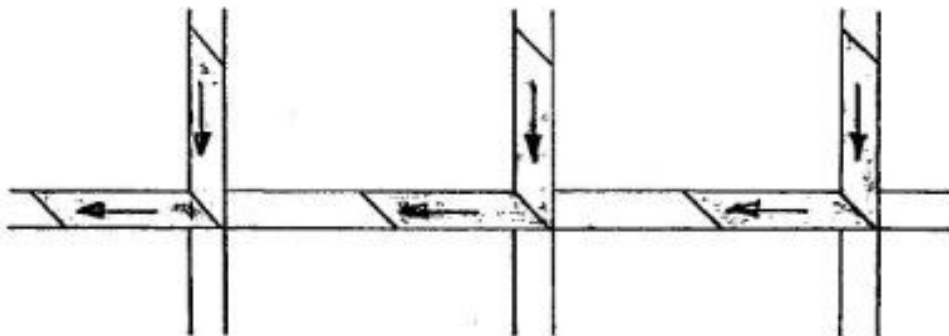
## Die Abwicklung der Rundrohre (Unwinding the casing)

Die Abwicklung der Rundrohre legt die drei Rohrkreuzungen dar. Von oben betrachtet, sieht man in der Mitte des Zentralrings den Schlitz für die Durchführung der Nockenhalterung. Dort wo sich kein Nocken befindet, wird der Schlitz durch eine supponierte Nockenhalterung geschlossen. Gestrichelt ist der Schlitz für die Hilfsnockenaufhängung eingezeichnet, welche sich auf der Innenseite der Rundrohre befinden. Auch hier wird an der Stelle wo sich kein Nocken befindet, der Schlitz durch eine supponierte Nockenhalterung verschlossen.



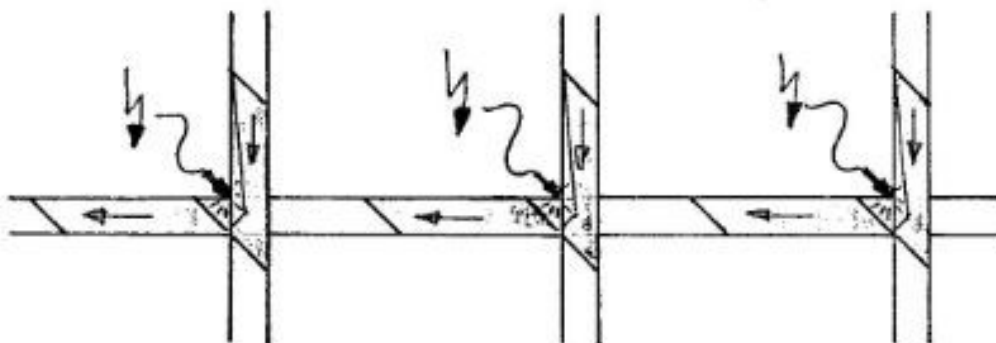
## Die Arbeitsweise der Nocken (Mode of operation)

Betrachten wir nun die Abwicklung der Nocken, sehen wir zu einem bestimmten Zeitpunkt folgendes Bild: drei Arbeitsnocken (des Zentralzahnring) und die drei Hilfsnocken (der drei Hilfszahnringe), die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt an jeder Rohrkreuzung berühren. Werden die Nocken in der angezeigten Drehrichtung bewegt, werden die Rohrkreuzungen abwechslungsweise durch diese Verschluss. Dadurch entstehen an jeder Nockenkreuzung die vier Arbeitstakte, wie nachfolgend illustriert wird.



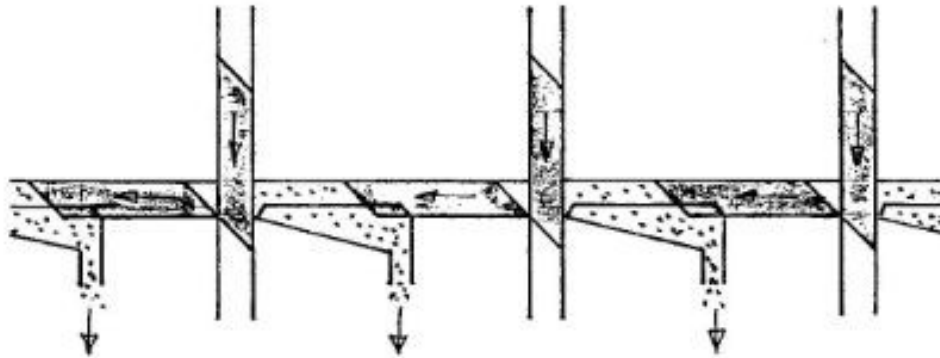
## Die Zündung (Ignitionstroke)

Die Zündung erfolgt gleichzeitig bei allen drei Arbeitsnocken. Das komprimierte Gasgemisch befindet sich zum Zeitpunkt der Zündung in jedem Hilfsnocken. Die Ausdehnung der heissen Gase bewirkt den Vorschub der Arbeitsnocken. Der Rückstoss wird durch die Hilfsnocken aufgefangen.



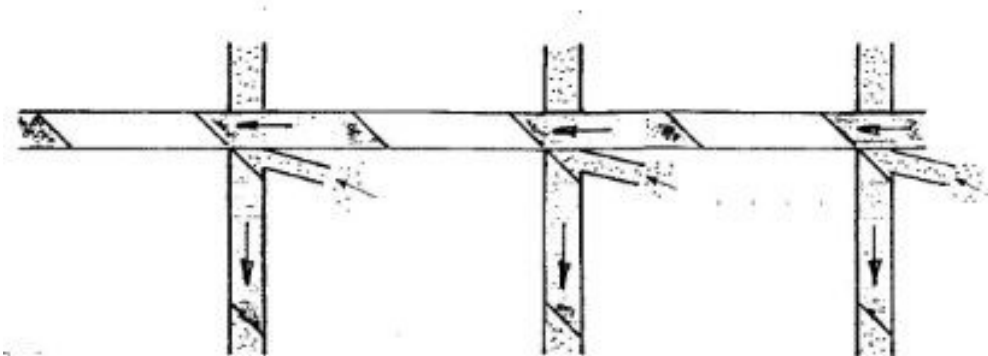
## Der Abgasausstoss (Exhauststoke)

Der Abgasausstoss einer Verbrennung wird im folgenden Arbeitsgang unter Einbezug des nächsten Hilfsnocken in Laufrichtung ausgeführt.



## Der Luftansaug (Suctionstoke)

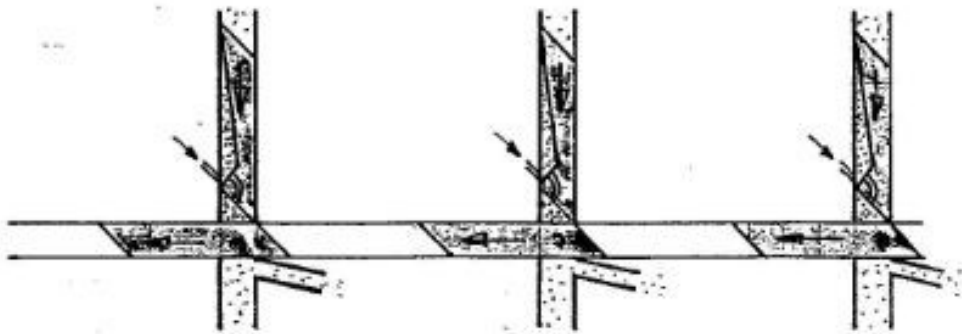
Der Arbeitsgang des Luftansauges wird durch die Hilfsnocken ausgeführt. Die Arbeitsnocken des Zentralrings unterbrechen die Rohröffnung und ermöglichen somit die Ansaugwirkung sowie eine Luftkomprimierung, wie nächster Abschnitt darlegt.





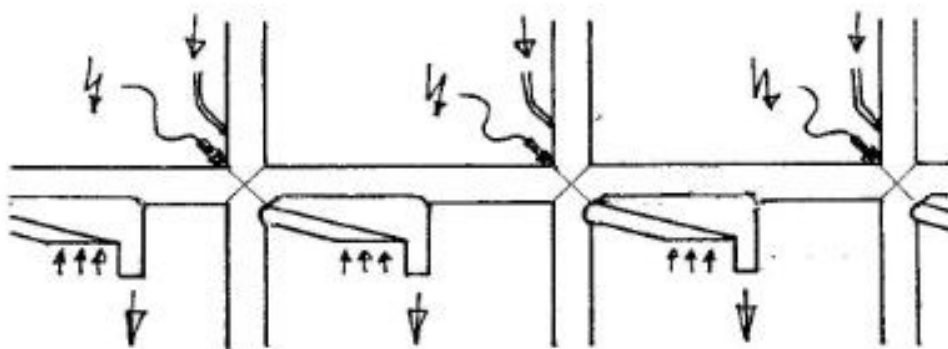
## Die Luftkomprimierung (Compressionstroke)

Im selben Arbeitsgang, wie der Luftansaug stattfindet, erfolgt die Komprimierung der Luft, welche im vorangegangenen Arbeitstakt angesogen wurde. Die Luft wird mittels eines Ventilmechanismus durch den Kopfteil des Hilfsnockens in den Innenraum des Hilfsnockens geführt. Sobald der Hilfsnocken den Punkt der Einspritzvorrichtung überschreitet, wird Kraftstoff eingespritzt. Zum Zeitpunkt der höchsten Komprimierung wird das Kraftstoffgemisch gezündet.



## Motorübersicht (Overview)

Wiederum die Gehäuseabwicklung betrachtet, sehen wir die Anordnung des Luftansaug (drei kleine Pfeile), daneben der Abgasausstoss. Im Kreuzpunkt der Rohrringe ist die Zündkerze angebracht. Der Rohrkreuzung vorgelagert, ist die Einspritzdüse für den Kraftstoff ersichtlich.



## **Einige Kenndaten zu vorliegendem Entwurf**

- Anzahl Zylinder (Hilfsringe) 3
- Anzahl Zündungen pro Umdrehung 9
- Inhalt pro Zylinder 225 ccm
- Inhalt pro Aggregat 675 ccm
- Verbrauchter Inhalt pro Umdrehung 2,025 l
- Verdichtung abhängig vom Nockeninhalt
- Position Hilfsringe innenliegend

### **Abmessungen Zentralzahnring**

- Aussendurchmesser 58 cm
- Zahnringdurchmesser (ausser) 54 cm
- Rohrringdurchmesser (Mitte) 42 cm
- Nockendurchmesser 4 cm
- Nockenlänge 22 cm

### **Abmessungen Hilfszahnringe**

- Rohrringdurchmesser (Mitte) 14 cm
- Nockendurchmesser 4 cm
- Nockenlänge 22 cm
- Zahnringdurchmesser (innen) 6 cm
- Innendurchmesser (Leerraum) abhängig der Gegengewichtskonstruktion

### **Herausforderungen**

- Nockendichtungen
- Kühlungen
- Kraftübertragungen

## **Technischer Nachtrag**

### **Hilfsringe aussenliegend**

Die Hilfsringe sollen aussenliegend angebracht werden.

1. aussenliegende Hilfsringe ermöglichen eine Mittenachse/Radnabe bei allen Ringen
2. vereinfacht die Felgen- und Nockenführung
3. vereinfacht die Gesamtkonstruktion
4. machen den Motor wartungsfreundlicher
5. vereinfacht und verbessert die Kühlung des Motors

### **Kraftübertragung vom Hauptring auf die Hilfsringe mittels Zahnriemen**

Die Kraftübertragung mittels Zahnriemen, mit "Möbius-Schleife", ermöglicht die Kraftübertragung von rechtwinklig zueinander stehenden Achsen.

1. Zahnriemen mit zwingend beidseitiger Verzahnung für die "Möbius-Schleife"
2. Zahnriemen sind leicht und strapazierfähig
3. Zahnriemen ermöglichen eine Fein-Justierung der Nockenstellung zueinander (Hauptring / Hilfsring)
4. Zahnriemen ermöglichen eine geschwindigkeitsabhängige Nockenlage-Justierung

### **Dichtungen**

Alle Kolbendichtungen bestehen aus Elastomeren (als Nockendichtung kann ein Produkt der Firma Tedag in Winterthur verwendet werden, analog Dichtungsring NRA205).

1. je eine Dichtung am Anfang und Ende eines Nockens
2. je ein oberes Dichtungsband zwischen den beiden Nockendichtungen
3. je ein Dichtungsring in jeder Felgenseite
4. alle Dichtungen sind auf der einen Seite mit dem drehenden Teil verbunden; auf dem Rohrring zugewandten Teil wird ein Luftkissen aufgebaut (die Pressluftzufuhr wird durch Hohlspeichen zu den Nocken und den Rad-Felgen geführt)
5. die erwähnten Dichtungen kommen ohne Schmiermittel aus

### **Nocken sind nicht starr mit der Felge verbunden**

Die Nocken werden mit Luftkissen in der Mitte des Rohrrings geführt.

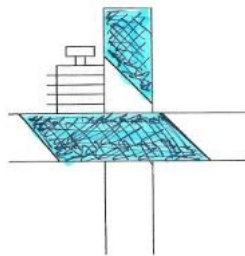
1. keine Schmiermittel notwendig
2. kleinerer Verschleiss
3. weniger anfällig auf Temperaturschwankungen
4. die Druckluftzufuhr ist ebenfalls durch die "Hohlspeichen" möglich

## Hilfs-Brennkammer ausserhalb des Hilfsnocken

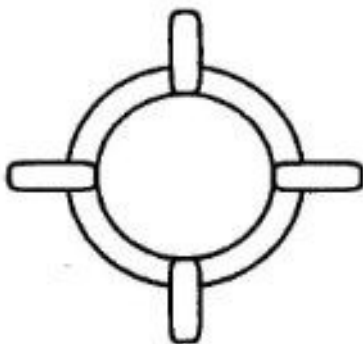
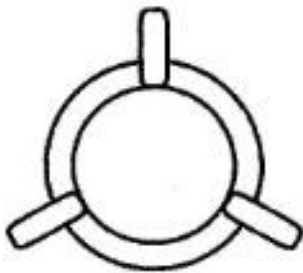
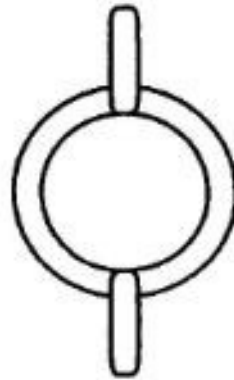
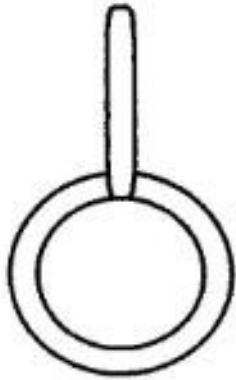
Die im vorliegenden Entwurf geschilderte Kammer für die Aufnahme der Kompressionsluft, innerhalb des Hilfsnockens, ist nicht notwendig. Die Hilfs-Brennkammern werden ausserhalb der Rohrringe platziert.

Im Kreuzungsbereich der Rohrringe, anstelle der Zündkerze, wird ein Zylinder auf den grossen Rohrring aufgesetzt. Dieser hat in den kleinen Rohrring eine durchgehende Öffnung. Damit zu keiner Zeit Luft, resp. Gas-Gemisch, vom einen Rohrring zum anderen Rohrring strömt, ist innerhalb des Zylinders eine sich drehende, einseitig aufgeschlitzte Büchse eingeführt. Die Büchse dreht sich synchron mit dem Hilfsring. Einmal ist die Öffnung dem Hilfsring zugewandt (zur Luftaufnahme). Zeitgleich wird der Kraftstoff eingespritzt. Danach wird das Gas-Gemisch gezündet. Da die Büchse keinen Boden hat, kann das Verbrennungsgas in den Hauptrohring strömen sobald der Nocken im grossen Rohrring dies ermöglicht (dies ist der Arbeitstakt).

1. die Ventilfunktion wird in einer kontinuierlichen Drehung wahrgenommen
2. vereinfacht das Abdichten
3. einfache Steuerung/Synchronisierung mittels Zahnriemen mit "Möbius-Schleife" ab der Mittenachse der Hilfsringe
4. die Zündkerze führt seitlich in die Hilfs-Brennkammer; dies vereinfacht die Konstruktion und später die Wartung
5. die Einspritzung des Kraftstoffs erfolgt ebenfalls seitlich durch die Zylinderwand (zu einem Zeitpunkt, wo die Stellung der Büchse ein Einspritzen ermöglicht)
6. eine separate Hilfs-Brennkammer ermöglicht zudem eine unproblematische, vorgezogene Zündung des Gas-Gemischs



## Motorkonfigurationen



\* \* \* \* \*