

ATARAXIA – EIN HOCHEFFIZIENTER HUBKOLBENMOTOR FÜR SYNTHETISCHE KRAFTSTOFFE

Herbert FUNKE¹, Karl-H. FUNKE², Max SCHAULE³

Inhalt

Verbrennungskraftmaschinen bewegen die Welt seit über 200 Jahren und waren in diesem Zeitraum ein wesentlicher Antrieb des Industrialisierungsprozesses wie auch unseres damit verbundenen Wohlstandes. Die zwingend erforderliche Klimaneutralität bedeutet nun das Ende der Verbrennung fossiler Kraftstoffe.

Prinzipiell könnten Verbrennungsmotoren mit synthetischen Kraftstoffen aus regenerativen Energien klimaneutral betrieben werden, jedoch ist für viele Anwendungen eine Umstellung auf elektrische Antriebssysteme effizienter und wirtschaftlicher. Es werden jedoch Nischen verbleiben, in denen auf die hohe Energiedichte flüssiger Kraftstoffe in Kombination mit leistungsstarken Energiewandlern nicht verzichtet werden kann. Hier kommt dann der Gesamteffizienz bei der Verwendung synthetischer Kraftstoffe besondere Bedeutung zu. Entscheidend ist, dass das Gesamtsystem einen akzeptablen Kettenwirkungsgrad erreichen kann. Das vorliegende Paper zeigt einen neuartigen Hubkolbenmotor, der das Potenzial hat, über 65% der eingesetzten Kraftstoffenergie in mechanische Arbeit umzusetzen.

Methodik

Die geringe Effizienz bei der Umsetzung der Kraftstoffenergie in mechanische Arbeit ist ein wesentlicher Nachteil bisheriger Hubkolbenmotoren. Auch wenn Hubkolbenmotoren im Pkw-Bereich nominell Spitzenwirkungsgrade von bis zu 42% erreichen, so liegt die Effizienz im Mischbetrieb i.d.R. bei deutlich unter 30%. Auch große Schiffs- oder Industriemotoren erreichen maximal Wirkungsgrade bis zu 50% und verschwenden dabei mindestens die Hälfte der im Kraftstoff gebundenen Energie.

Ziel der Entwicklung des ATARaXiA-Motors ist eine signifikante Steigerung des energetischen Wirkungsgrades. Dieses wird im Wesentlichen durch eine veränderte Kurbeltriebkonfiguration erreicht, die eine Entspannung der Arbeitsgase bis zu einem Faktor 5 ermöglicht.

Das thermodynamische Konzept des ATARaXiA-Motors

Um einen höheren Wirkungsgrad des Motors erreichen zu können, ist eine signifikante Veränderung des thermodynamischen Kreisprozesses notwendig. Für hohe Kreisprozesswirkungsgrade sind hohe Spitzendrücke und Spitzentemperaturen erforderlich. Gleichzeitig müssen die Abgastemperaturen und auch der Abgasenddruck deutlich reduziert werden. Eine Aufheizung des Brennraums muss auf Durchschnittstemperaturen begrenzt werden, die eine aktive Brennraumkühlung verzichtbar machen. Der Gesamtprozess unter Einbeziehung einer externen Vorverdichterstufe wird dabei an den Verlauf des idealen Carnot'schen-Kreisprozesses angenähert. Der so dargestellte Kreisprozess erreicht Wirkungsgrade bis zu 78%. Für einen realen Motor sollten dabei Wirkungsgrade von über 65% möglich sein.

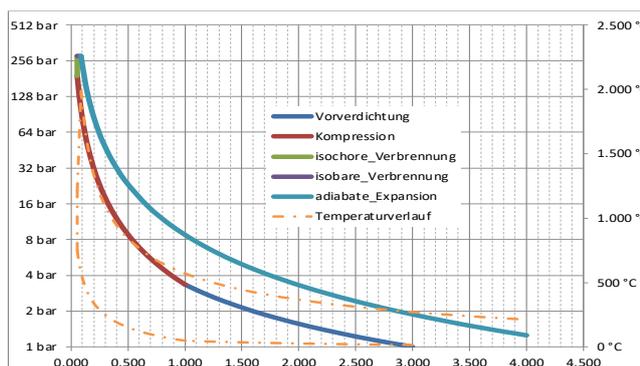


Abbildung 1: Kreisprozess des ATARaXiA-Motors mit einer um den Faktor 4 verlängerten Expansion. Wärmeabfuhr erfolgt bei der Vorverdichtung im Ladeluftkühler.

¹ Herbert Funke Hochschule Bielefeld, Interaktion 1, D-33619 Bielefeld, 0049 521 106 7694, herbert.funke@hsbi.de, www.hsbi.de

² Karl-H. Funke, ATARaXiA GmbH, Lucile-Grahn-Straße 43, D-80538 München, karlhfunke@mac.com,

³ Max Schaule, ATARaXiA GmbH, Lucile-Grahn-Straße 43, D-80538 München, m.schaule@gmx.de,

Aufbau des ATARaXiA-Motors

Der Grundaufbau des Motors ähnelt einem konventionellen mechanisch aufgeladenen 4-Takt Hubkolbenmotor. Allerdings ist der Motor extrem langhubig ausgelegt. Typischerweise verfügt ein solch langhubiger Motor über ein zusätzliches Kreuzkopfgelenk. Im Ansaug- und Verdichtungstakt nutzt der Kolben nur einen kleinen Teil des maximalen Zylinderhubes. Der Arbeitstakt hingegen ist um das 3-5-fache gegenüber dem Verdichtungstakt verlängert. Die Arbeitsgase kühlen dabei auf relativ niedrige Temperaturen um 200°C ab. Es kann bis zum Umgebungsdruck entspannt werden. Der Brennraum des Motors erwärmt sich dabei insgesamt auf moderate Temperaturen, die keine aktive Brennraumkühlung mehr erfordern.

Das Kernstück des Motors ist der Kurbeltrieb mit einer Doppelkurbelwelle, bei der auf dem Kurbelzapfen der zentral angeordneten Hauptkurbel eine zweite Kurbel angeordnet ist, deren Kurbelzapfen mit dem unteren Pleuellager verbunden ist. Die Sekundärkurbel ist drehfest mit einem Zahnrad verbunden, das auf einem zentral angeordneten feststehenden Zahnrad abwälzt. Beide Zahnräder haben die gleiche Zähnezahl. Die Ausführung als unrunde Zahnräder reduziert dabei die Lastspitzen in der Verzahnung.

Diese Konfiguration führt dazu, dass der Kolben über eine Umdrehung der Hauptkurbelwelle zwei unterschiedlich lange Hubbewegungen ausführt. Die kurze Hubbewegung wird dabei dem Ansaug- und Verdichtungstakt zugeordnet. Die lange Hubbewegung beschreibt den Arbeits- und den Ausschietakt. Die Überexpansion, die das Hubverhältnis zwischen Arbeits- und Verdichtungstakt beschreibt wird vorwiegend über das Verhältnis der Kurbellängen festgelegt und liegt hier in einem Bereich zwischen 3 und 5.

Eine besondere Möglichkeit ergibt sich, wenn das vermeintlich feststehende zentrale Zahnrad schwenkbar gelagert wird: Mit einer Schwenkbewegung um wenige Winkelgrade lässt sich die Kolbenhubkurve im laufenden Betrieb so verstellen, dass die oberen Totlagen des Kolbens variabel sind. Auf diese Weise ist eine Verstellung der Verdichtung des Motors im laufenden Betrieb möglich.

Ergebnisse

Der ATARaXiA-Motor ist für zukünftige Anwendungen gedacht, bei denen eine vollständige Elektrifizierung nicht möglich ist. Folgende Einsatzmöglichkeiten seien hier genannt:

- Schiffsmotoren
- Stationärer Kraftwerkseinsatz (z.B. für Regelenergie)
- Range-Extender für elektrischen Schwerlastverkehr

Besondere Eigenschaften des Motors sind eine deutliche Effizienzsteigerung gegenüber bisherigen Verbrennungsmotoren und die damit verbundene geringe Wärmeentwicklung. Bei entsprechender Auslegung auf Expansion der Abgase nahe des Umgebungsdruckes ist auch die Geräuscentwicklung sehr gering, da der bei üblichen Hubkolbenmotoren auftretende Überschallknall beim Öffnen des Auslasses entfällt. Nachteilig kann die sehr lange Bauform sein.

Ziel der Entwicklung ist es, für zukünftige Motoranwendungen, die nicht umhinkommen, synthetische Brennstoffe einsetzen zu müssen eine so hohe Energieeffizienz zu erreichen, dass mindestens 2/3 der eingesetzten Kraftstoffenergie in Antriebsenergie umgesetzt werden.

Referenzen

- [1] Patentschrift DE 10 2018 118 322: Kurbeltrieb für eine Viertakt-Hubkolben-Brennkraftmaschine; ATARaXiA GmbH, Lucile-Grahn-Straße 43, D-80538 München



Abbildung 2: Aufbau des ATARaXiA-Motors