

## **Vorwort**

Das vorliegende Buch gibt in knapper Form einen Einblick und untermauert mit praktischen Versuchsreihen, wie eine Gleichraumverbrennung im Verbrennungsmotor realisiert werden kann. Mein großes Vorbild dieser fast zehnjährigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am Verbrennungsmotor war Rudolf Diesel. Auch wir hatten nahezu die gleichen Probleme und Rückschläge wie seinerzeit Rudolf Diesel. "Wir" sind meine langjährigen Begleiter und Unterstützer bei diesem anspruchsvollen Projekt, eine Gleichraumverbrennung im Motor zu realisieren. Ohne die Begeisterung und Unterstützung von Jürgen Gildehaus, Volker Bei der Kellen und Michael Koch wäre dieses erfolgreiche Projekt nicht zustande gekommen.

Dieses Buch wendet sich an Praktiker, Politiker, BHKW-Hersteller, BHKW-Betreiber, Studenten der Ingenieurwissenschaften und alle, die sich für den Verbrennungsmotor nach wie vor interessieren. Das Buch gibt Aufschluss, wie der erfolgreiche Verbrennungsmotor im 21. Jahrhundert eine neue Blütezeit erlebt.

Bad Iburg 2020

Franz-Josef Hinken  
(Dipl.- Ing. FH)

## 1.0 Einleitung

Vor tausenden Jahren war der Mensch als Jäger und Sammler nur auf seine Muskelkraft angewiesen. Später beim Sesshaftwerden entdeckte der Mensch die Nutzung der Wasserkraft und Windkraft in Form von Wind- und Wassermühlen. Wind- und Wassermühlen erzeugten das Vielfache an mechanischer Arbeit als durch tierische und menschliche Muskelkraft.

Erst die Erfindung der Dampfmaschine brachte die industrielle Revolution, aber das ist nur die halbe Wahrheit. Die andere Hälfte der Wahrheit ist die Nutzung der Steinkohle. Ohne Steinkohle wäre die rasante Ausbreitung der Dampfmaschine in Industrie und Eisenbahn nicht möglich. Hätten unsere Vorfahren die Dampfmaschine ausschließlich mit Holz beheizt, wären unsere Wälder wohl nicht mehr da.

Der Heizwert von trockenem Holz beträgt 16 MJ/kg, Steinkohle dagegen bis zu 32 MJ/kg, also doppelt so viel. Nach der Dampfmaschine kam der Verbrennungsmotor, dessen Ausbreitung noch mal um das Vielfache der Dampfmaschine übertroffen wurde. Auch der Verbrennungsmotor hat zwei Wahrheiten, die erste Hälfte der Wahrheit ist die noch kompaktere Bauweise des Verbrennungsmotors und die Energiedichte, die zweite Hälfte ist die Entdeckung des Erdöls. Der Heizwert von Erdöl und Dieselmotorkraftstoff sind ca. 41 bis 43 MJ/kg, dazu kommt noch im Vergleich zu Holz und Steinkohle, dass Erdöl flüssig ist und damit sehr leicht zu transportieren und zu lagern.

Mit der Entdeckung des elektrischen Stroms ist die bis heute wohl letzte Stufe der Energieumwandlung erreicht. Mit Ausnahme der Photovoltaik kann nur mechanische Energie elektrische Energie erzeugen, indem mechanisch ein Generator angetrieben wird. Mechanische Energie wird mit Ausnahme von Wind- und Wasserkraft ausschließlich aus thermischer Energie erzeugt, also aus Holz, Kohle, Erdöl und Gas. Dieses Buch beschreibt auch die effektive Nutzung von Wasserstoff im Verbrennungsmotor, weil der Heizwert von Wasserstoff 120 MJ/kg beträgt, also das Dreifache von Erdöl und Dieselmotorkraftstoff. Im weiteren Vergleich der Energiedichte zwischen Batterie und fossilen Energieträgern kommt man bei Batterien nur auf eine

Energiedichte von 0,5 bis 0,7 MJ/kg.

Im Volksmund sagt man, dass jeder Topf seinen Deckel findet. Nimmt man für den Deckel die Dampfmaschine oder den Verbrennungsmotor und für den Topf die Energie-träger wie Holz, Öl, Gas und Wasserstoff, so haben die Dampfmaschine und der Verbrennungsmotor ihren passenden Deckel gefunden, im Gegensatz zum Elektroantrieb und Wasserstoffantrieb der Gegenwart. Die Suche nach dem passenden, optimalen Topf für den E-Antrieb und Wasserstoffantrieb ist nach wie vor schwierig, weil Strom nun mal in der Regel nicht speicherfähig ist, zumindest im Netz, und die Wasserstoffherstellung und -lagerung für den Massenmarkt noch nicht ausgereift ist.

Macht man sich bewusst, dass nicht nur allein Dampfmaschine und Verbrennungsmotor, sondern auch deren Energielieferanten wie Steinkohle und Erdöl mit ihren Vorteilen wie Energiedichte, Speicher- und Transportfähigkeit eine effektive Nutzung der beiden Wärmekraftmaschinen erst möglich machten, erkennt man das Dilemma der batteriebetriebenen und wasserstoffbetriebenen E-Antriebe.

Dieses Buch konzentriert sich auf den Deckel, hier: Verbrennungsmotor, weil der Deckel perfekt auf mehrere Töpfe passt (Diesel, Benzin, Gas und Wasserstoff). Die Optimierung des Deckels Verbrennungsmotor ist der rote Faden in diesem Buch.

Der Verbrennungsmotor ist überspitzt formuliert, der „Warp-Antrieb“ der Menschheit, es gibt zur Zeit noch nichts Besseres.

Lfd.-Nr.	$\lambda$	Last	Drehzahl	Prozess	$\eta$
1	2,80	10,5 kp	1700 U/min	Seiligerprozess	37%
2	2,56	12,7 kp	1700 U/min	Gleichraumprozess	41%
3	2,43	14,0 kp	1700 U/min	Gleichraumprozess	43%
4	2,10	16,1 kp	1600 U/min	Gleichraumprozess	42%

4-Zyl.    2,0 L     $\varepsilon = 15,7 : 1$

Tabelle 2: Saugmotor OM615, Propangas+Diesel-Piloteinspritzung (ohne AGR)

Tabelle 2 zeigt eine Versuchsreihe mit Lambda-Werten von 2,8 bis 2,1, wobei hier die Versuchsreihe Nr. 4 das max. Drehmoment im Originalzustand des Mercedes-Dieselmotors OM 615/D20 widerspiegelt. Der OM 615/D20 erreicht im Originalzustand seinen max. Drehmoment von 113 Nm bei 2400 U/min. Die 16,1 kp entsprechen einem Drehmoment von 113 Nm mit einem effektiven Wirkungsgrad von 42 %. Damit ist das Entwicklungsziel erreicht, den Mercedes-Saugmotor OM 615/D20 im Gleichraumprozess (ohne AGR) mit 113 Nm und mehr als 40 % effektivem Wirkungsgrad zu betreiben.

Im Vergleich zu einem MAN-Gasmotor (Saugmotor) Typ: E 0834 E 312 mit Zündkerze wird laut Datenblatt ein effektiver Mitteldruck von 6,46 bar mit einem Lambda-Wert von 1,5 angegeben. Der modifizierte Mercedes-Saugmotor OM615 erreicht einen effektiven Mitteldruck von 7,10 bar mit  $\lambda = 2,1$ . Dieser Vergleich zeigt ganz deutlich, welches Potenzial freigelegt werden kann bei Saugmotoren im Magerbetrieb. Das gilt natürlich auch für aufgeladene Verbrennungsmotoren im mageren Gleichraumprozess. Berechnungen zeigen, dass bei aufgeladenen Motoren effektive Wirkungsgrade von mehr als 51 % realisiert werden könne