

Daten der wichtigsten Heißgas-Maschinen

Das Kapitel 9.4 „Daten der wichtigsten Heißgas-Maschinen“ war bis zur 11. Auflage 2007 Bestandteil des Buches „Stirling-Maschinen“.

Wiedergabe mit freundlicher Genehmigung des ökobuch Verlages.

Bezeichnung	1-75	300W FPSG
Drehzahl, Aufladung	ca. 3150 U/min, Helium 40 bar	60 Hz, Helium 17 bar
Leistungsdaten	P = 2,7 kW; G = 100 kg	P = 300 W; G = 15 kg
Wärmequ., Antrieb	Erdgas	Propan
Bauform	Doppel-Kurbelwelle, gegenläufig	β-Freikolben Stirling m. Lineargenerator
Besonderheiten	voll auswuchtbar	voll auswuchtbar
Ausführungsstand	verschied. Nullserienmaschinen getestet	verschiedene Testmaschinen im Einsatz
Ausführungszeit	1990-1993	1992-1994
Konstrukteur / Hersteller	Prof. Carlqvist u.a. (Schweden), Schäfer, Lohrmann (BRD), Ecker-Maschinenbau	W. Beale Sunpower, Ohio, USA

Bezeichnung	9 kW Stirling Engine	BHKW 1-1135
Drehzahl, Aufladung	1020 U/min, Helium, 80 bar	1500 U/min, Helium 16,5 bar
Leistungsdaten	9,5 kW _{el} bei 700°C / 45°C, η = 28%	0,75-8 kW _{el} , 2,5-21 kW _{therm} η bis 40%
Wärmequ., Antrieb	Erdgas, Biogas	
Bauform	β-Maschine, 1-Zylinder-Triebwerk, hermetisch gekapselt	1-Zylinder-Beta
Ausführungsstand		Prototyp
Konstrukteur / Hersteller	Prof. H. Carlsen, TU of Denmark + Industriepartner	Stirling Engineering

Bezeichnung	Biomasse Stirlingmotor	BM 1000
Drehzahl, Aufladung	633 U/min, Helium bei 28 bar	680 U/min, Trockene Luft mit 6,5 bar
Leistungsdaten	30 kW _{mech} b. 1000°C / ~35°C, η = 27%	1,0 kW bei 1000°C/50°C, G = 38 kg
Wärmequ., Antrieb	Rauchgas aus Biomasse-Heizkessel	Betrieb mit Biomasse, min. 19 kW Heizl.
Bauform	α-Maschine	γ-Maschine
Ausführungsstand	Testbetrieb (2002)	
Konstrukteur / Hersteller	Joanneum Research Institut für Energieforschung + Partner	EPAS Stirling Power Systems (existiert nicht mehr)

Bezeichnung	CHP-Unit	DMC3
Drehzahl, Aufladung		1500 U/min, Helium bei 10 bar
Leistungsdaten	3 kW _{el} , 15 kW _{therm} η = 23-25%	P = ca. 150 W _{el}
Wärmequ., Antrieb	Erdgas	Benzin, Diesel
Bauform	Beta	1-Zyl., Typ 2 einfach-wirk., Taumelscheib.
Besonderheiten	Prototyp	Abtrieb über Autolichtmaschine
Ausführungsstand	5 Ex. im Feldtest, + 5 bis Ende 2008	Tests wurden durchgeführt
Konstruk./ Hersteller	Disenco	Clucas, Raine

Bezeichnung	EG 1000	Enatec
Drehzahl, Aufladung	Helium, 30 bar	Helium, 35 bar
Leistungsdaten	1,1 kW _{el} bei 240 V AC, $\eta_{el} = 16,5\%$ 15/24/36 kW _{th} (je nach Ausführung)	1 kW _{el} , 7 - 9 kW _{therm} , $\eta_{el} = 14\%$
Wärmequ., Antrieb	Erdgas, Flüssiggas, Heizöl (geplant)	
Bauform	Freikolben β -Maschine	Freikolbenstirling von Infinia
Besonderheiten	G=35 kg (Motor) 50 kg (m. Absorber)	
Ausführungsstand	Feldtest (gestoppt März 2007)	Feldtest
Konstruk./ Hersteller	Sunpower / MicroGen	Enatec

Bezeichnung	Enerlyt 2-Zyklus-Heißgasmotor	Gasbrennwerttherme mit Stirling
Drehzahl, Aufladung	450 U/min, Stickstoff, 25 bar	
Leistungsdaten	800 W _{el} , 3 kW _{therm} , $\eta_{el} = 20\%$	200 - 450 W _{el} , 1,5 - 3 kW _{therm} , $\eta_{el} = 15\%$
Wärmequ., Antrieb	Rapsöl-Brenner	Gas-Brennwerttherme 4 – 42 kW
Bauform	2-Zylinder (mod. Franchot)	Freikolbenstirling von Infinia
Besonderheiten	G=35 kg (Motor) 50 kg (m. Absorber)	
Ausführungsstand	Prototyp, Feldtest	Prototyp, Serie in 2009/2010
Konstruk./ Hersteller	Enerlyt	BBT, Bosch Buderus Thermotechnik

Bezeichnung	Harwell TMG (thermo-mechan. gener.)	Kammerich
Drehzahl, Aufladung	konstant, $f = 110$ Hz; Helium	760 U/min, Stickstoff, 12 bar
Leistungsdaten	$P = \text{ca. } 25$ W _{el} ; $G = 0,8$ kg	1 kW _{el}
Wärmequ., Antrieb	Radioisotope, elektrisch, Propan	add-on-Lösung für Stückholzkessel
Bauform	Freikolbenverdränger, Membran mit Lineargenerator	Beta
Besonderheiten	hohe Lebensdauer (bis 72 000 h)	
Ausführungsstand	Tests wurden über 10 Jahre durchgeführt	Pilotanlagen, Kleinserie in Vorbereitung
Konstrukteur/ Herst.	Cooke-Yarborough	Kammerich / Hoval

Bezeichnung	KF1-350	KF 2-100
Drehzahl, Aufladung	50 – 300 U/min.	300 U/min, Luft, keine Aufladung
Leistungsdaten	50 W _{el}	$P = 50$ W
Wärmequ., Antrieb		Propan o. Biogas, aber auch andere
Bauform	Beta-Maschine, Nano-BHKW	2-Verdränger u. ein senkr. Arbeitskolben
Besonderheiten	Wassergekühlt, Abwärmenutzung	rustikale Bauweise
Ausführungsstand	leistungsfähiges Modell	Anfertigung eingestellt
Konstrukteur/ Herst.	W. Kufner	W. Kufner

Bezeichnung	Kolin-Flachplattenmotor	Kramer
Drehzahl, Aufladung	konstant, Luft bei Umgebungsdruck	800 U/min, Helium o. Stickstoff, 15 bar
Leistungsdaten	P = ca. 1 W; n ca. 100 U/min	500 - 1000 W _{mech}
Wärmequ., Antrieb	beliebig, meist Sonne und Abwärme	
Bauform	Arbeitskolben als Membran ausgeführt	
Besonderheiten	diskontinuierliche Verdrängersteuerung	
Ausführungsstand	Bauanleitung beim AK Stirlingmotor in München erhältlich	Prototyp
Konstrukteur	Prof. Ivo Kolin von der Uni Zagreb	Kramer / Moch

Bezeichnung	LG 1-100	Mod II
Drehzahl, Aufladung	konstant, 1520 U/min, 65 bar	variabel, n = 4000 U/min;
Leistungsdaten	2,5 kW bei 650°C / 45°C	P = 62 kW; G/P = 3,3 kg/kW; $\eta = 42\%$
Wärmequ., Antrieb	Erdgas	alle Treibstoffe, je nach Brenneraufsatz
Bauform	β -Maschine	V-Anordnung
Besonderheiten	Querkraft-Entlastung durch Anlenkhebel	kontinuierliche Verdrängersteuerung
Ausführungsstand	auf 5 Prototypen > 25.000 Std. Testlauf	verschied. Prototypen erfolgreich getestet
Konstrukteur	Tim Lohrmann	Mechanical Technology Inc., USA

Bezeichnung	MT 79	NALSEM 500
Drehzahl, Aufladung	variabel; n=2500 U/min, Helium 100 bar	30 Hz, Mitteldruck 3 bar
Leistungsdaten	P = 52 kW;; G=190 kg; $\eta=31\%$ (max.)	P = 500 W; 30 Hz; $\eta = \text{ca. } 30\%$
Wärmequ., Antrieb	Kerosin	je nach Brenner alle Treibstoffe, a. solar
Bauform	parallel symmetrisch um Abtriebsachse liegend	Verdrängerantrieb: Elektromot., 90° V-Anordnung, Arbeitskolben=Linearaltern.
Besonderheiten	kontinuierliche Verdrängersteuerung	Druckwechsel über Getriebe auf Unterseite Kolben
Ausführungsstand	Prototyp bis 1982 erfolgreich getestet	Tests erfolgreich, verbesserter Motor bereits in Planung
Hersteller	Aisin Seiki Co., LTD., Japan	National Aerospace Lab, Mitsubishi, Jap.

Bezeichnung	P 40	PCP 1-130 GP
Drehzahl, Aufladung	variabel; n=4000 U/min	1600 U/min; Helium bei 80 bar
Leistungsdaten	P = 40 kW; G = 328 kg; $\eta = 32\%$	P=3 kW _{el} , 9 kW _m
Wärmequ., Antrieb	alle Treibstoffe, je nach Brenneraufsatz	gasförmige Brennstoffe
Bauform	4-Zylinder senkrecht parallel im Viereck, 2 Kurbelwellen	β -Maschine
Besonderheiten	kontinuierliche Verdrängersteuerung	Lebensdauer 50 000 h
Ausführungsstand	Tests erfolgreich abgeschlossen, bereits verbessert	serienreif
Hersteller	United Stirling Sweden (USAB bzw. USS)	Sigma, Typ SCP entwick. v. TEM, Schwed.

Bezeichnung	Phoenix	RG-1000
Drehzahl, Aufladung	60 U/min, Übersetzung auf Abtriebswelle: 3000 U/min	3000 - 3600 U/min
Leistungsdaten	$P = 5 \text{ kW}_{\text{el}}, 10 \text{ kW}_{\text{th}}$	1,0 kW / 1,2 kW b. 3000/3600 U/m; $\eta_{\text{el}} = 23\%$, $G = 59 \text{ kg}$
Wärmequ., Antrieb	Stadtgas	Bauform: β -Freikolben
Bauform	Doppeltwirkende β -Maschine, hybrid, hydraulisch ausgekoppelt	
Besonderheiten	für KWK-Anlagen	Serienfertigung
Ausführungsstand		Infinia Corp.
Hersteller	Konstrukteur: BSR-Solar Team	

Bezeichnung	S 400	SEM
Drehzahl, Aufladung	500 U/min, trockene Luft mit 6,5 bar	3000 U/min, 35 bar
Leistungsdaten	400 W _{peak} bei 700°C / 50°C, $G = 43 \text{ kg}$	1,1 kW _{el} 4-6 kW _{therm} ; $\eta_{\text{el}} = 18\%$
Wärmequelle, Antrieb	Betrieb mit konzentrierter Sonnenstrahlung, eff. Aperturfl.: 2 m ²	
Besonderheiten	automatische Sonnen-Ausrichtung	Bauform: 1-Zylinder Freikolben
Ausführungsstand		Feldtest
Hersteller	EPAS Stirling Power Systems	Stirling Systems

Bezeichnung	SM 34	SM 38	SPM
Drehzahl, Aufladung	1015 U/min, Wasserstoff/Helium 44 bar	1010 U/min, Helium	Luft, 15 bar
Leistungsdaten	35 kW _{el} , $\eta = 27\%$	75 kW _{el} ; $\eta_{\text{el}} = 27,5\%$	1 kW _{el}
Wärmequ., Antrieb	Biomasse	Biomasse	add-on für Holz-Pelletkessel
Bauform	4-Zylinder-Maschine	zwei SM 34 gekoppelt	4-Zylinder (Siemens)
Ausführungsstand	Laboranlage	Feldtest	Pilotanlagen
Hersteller	TU of Denmark + Industriepartner	Stirling Danmark	SPM / KWB

Bezeichnung	SOLO 161	STA 520-32
Drehzahl, Aufladung	1500 U/min, Helium, 70-150 bar variabel	400-1000 U/min, Stickstoff mit 32 bar
Leistungsdaten	$P = 2-9 \text{ kW}_{\text{el}}, 8-24 \text{ kW}_{\text{th}}, G = 450 \text{ kg}$ $\eta_{\text{el}} = 24\% \text{ b. } 650^\circ\text{C}/50^\circ\text{C}, \eta_{\text{th}} = 65-75\%$	$P = 0,5-3 \text{ kW}_{\text{el}}, 4-14,9 \text{ kW}_{\text{th}}, G=350 \text{ kg};$ $\eta_{\text{el}}=20-25\%, \eta_{\text{ges}} = 80-85\%$
Wärmequ., Antrieb	alle Treibstoffe je n. Brenner, Solar-Dish	Holzpellets, Solar-Dish
Bauform	α -Maschine, 90°V-Triebwerk	α -Maschine, 90°V-Triebwerk, hermetisch gekapselt
Besonderheiten	externer Regenerator	$\text{NO}_x < 10 \text{ ppm}, \text{CO} < 5 \text{ ppm}$
Ausführungsstand	Serienfertigung	Pilotanlagen
Hersteller	Stirling Systems AG, Schweiz	E. Weber/ Sunmachine GmbH

Bezeichnung	ST 5	STM 4-120
Drehzahl, Aufladung	650 U/min; Luft mit 5 bar	variabel; Helium mit 110 bar
Leistungsdaten	$P = 3,5 \text{ kW}$; $G = 330 \text{ kg}$	55 kW_{el} (auch als 25 kW_{el} -Maschine entwickelt) $G=136 \text{ kg}$ (Motor); $\eta_{el} = 30\%$, $\eta_{ges} = 80\%$
Wärmequ., Antrieb	meist Biomasse (Holz, Stroh, Gräser, ...)	alle Treibstoffe je n. Brenner, Solar-Dish
Bauform	Kurbel-Winkeltriebwerk, β -Bauform	4-Zylinder parallel symmetrisch um Abtriebsachse liegend
Besonderheiten	gebaut f. 3. Welt, einfache rob. Bauart	kontinuierliche Verdrängersteuerung
Ausführungsstand	Serie (1986-1989)	Serienreife
Konstrukt./Hersteller	Sunpower/Stirling Technology Inc., USA	Stirling Biopower Inc., USA

Bezeichnung	STM 4-260	Sunpulse E 1kW
Drehzahl, Aufladung	1500 U/min., ; Wasserstoff, 150 bar	60 U/min, atmosphärisch
Leistungsdaten	$53,3 \text{ kW}_{el}$; 83 kW_{therm} ; $\eta_{el} = 29\%$,	$P = 1 \text{ kW}_{el}$, $\eta_{el} = 12\%$
Wärmequ., Antrieb	alle Treibstoffe je n. Brenner, Solar-Dish	solar (konzentriert),
Bauform	4-Zylinder doppelt wirkend	Niedertemperatur
Ausführungsstand	Serienreife	Solar Village Tamera
Konstrukt./Hersteller	Stirling Biopower Inc., USA	BSR Solar Technologies

Bezeichnung	Sunpulse Water	Sunpulse Mitteltemp.-Stirlingmot. (24-Stundenkraftwerk m. MgH_2 -Speicher)
Drehzahl, Aufladung	30 U/min, atmosphärisch	12 – 30 U/min, (Langsamläufer), 20 bar
Leistungsdaten	120 W, hydraulisch nutzbar	$P = 1 \text{ kW}_{el}$
Wärmequ., Antrieb	solar 3m^2 , nicht konzentriert	solar (konzentriert), bzw. thermochemischer Speicher
Bauform	β -Maschine, einfach, konzentrisch angeord. Wärmetauscher; fremderregt oder Kurbelwelle diskontinuierlich	β -Maschine, einfach, hydraulische Leistungsauskopplung, m. Hydraulikmotor auf 1500 U/min (Wellendrehzahl)
Besonderheiten	in Entwicklungsländern herstellbar	
Ausführungsstand	20 Prototypen (1995 – 2003)	Prototyp, getestet (1994-2003)
Konstrukt./Hersteller	BSR Solar Technologies	BSR Solar Technologies

Bezeichnung	Sunwash	Sunwell 100
Drehzahl, Aufladung	0,4 Hz, Luft und 820 l Silikonöl	ca. 60 U/min, Luft, keine Aufladung
Leistungsdaten		80 W_{mech} , 40 W Pumpleistung (Wasser)
Wärmequ., Antrieb	Wärme a. Vakuumröhren-Solarkollektor	Solarstrahlung ungebündelt
Bauform	Flüssigkolbenstirling	Verdränger beinhaltet alle Wärmetausch.
Besonderheiten		Temperatur am Erhitzer unter 100°C
Ausführungsstand	Kunstobjekt in Burghausen seit 2004	Tests mit Prototypen und Nullserienmaschinen (1991 - 1994)
Konstrukt./Hersteller	O. Hein, Solarskulptur Sunwash	Weber, Sodeik, Rampp

Bezeichnung	Tedom	TEK 40
Drehzahl, Aufladung	1500 U/min, Helium, 112 bar	1000 U/min, 100 bar
Leistungsdaten	7,9 kW _{el} , $\eta_{el} = 24\%$	40 kW _{el} , 88 kW _{th}
Wärmequ., Antrieb		Erdgas, Holz, Biogas (landwirtschaftl.)
Bauform		β -Maschine
Ausführungsstand	Prototyp	5 Pilotanlagen (2000)
Konstruk./Hersteller	Tedom	Magnet Motor / Heidelberg Motor GmbH

Bezeichnung	V160	V4-275R Mk III Engine
Drehzahl, Aufladung	variabel	2000 U/min, Stickstoff
Leistungsdaten	P=15 kW, n=3600 U/min, G/P=6.7kg/kW	30 - 70 kW _{el} bei 310 – 400 V DC
Wärmequ., Antrieb	alle Treibstoffe, je nach Brenneraufsatz	Diesel-Spezialbrenner für Untersee-Anwendung mit reinem Sauerstoff unter 20 bar Druck; auch als Solar-Dish
Bauform	90°-V-Zylinder	V-Motor mit zwei Ausgleichswellen
Besonderheiten	ext. Regenerator, kont.Verdrängersteuer.	
Ausführungsstand	Vorserie (1989)	Serienfertigung
Konstruk./Hersteller	Stirling Power Systems Corporation, USA	Kockums, Schweden

Bezeichnung	WhisperGen AC	WhisperGen DC
Drehzahl, Aufladung	2000 U/min; Stickstoff mit 20 bar	2000 U/min; Stickstoff mit 20 bar
Leistungsdaten	850 –1200 W _{el} , b. 230 V AC, 6 - 8,5 kW _{th}	750 W _{el} , 24 V DC (12 V DC opt.), 6 kW _{th}
Wärmequ., Antrieb	Erdgas, Flüssiggas (später Heizöl, Diesel)	Heizöl, Diesel (später Erd-, Flüssiggas)
Bauform	kleiner, kompakter, doppelwirkender 4-Zylinder Stirlingmotor	kleiner, kompakter, doppelwirkender 4-Zylinder Stirlingmotor, G = 90 kg
Besonderheiten	Gewicht: 150 kg (mit Gasbrenner)	Bootsversion mit Salzwasser-wärmetauscher zur Kühlung
Ausführungsstand	Serienfertigung, CE-Zeichen	Serienfertigung, CE-Zeichen
Konstruk./Hersteller	WhisperGen Ltd., New Zealand	WhisperGen Ltd., New Zealand