

SEVA ENERGIE AG

# Elektrischer Wirkungsgrad

Pflanzenöl-Blockheizkraftwerk SEV-MT 540 P

## DLG-Prüfbericht 5664F



### Hersteller/Anmelder

SEVA ENERGIE AG  
Europa-Allee 14  
D-49685 Emstek  
Telefon: 04473 9281-0  
Telefax: 04473 9281-10  
E-Mail: info@seva.de  
Internet: www.seva.de



DLG e.V.  
Testzentrum  
Technik & Betriebsmittel

## Beschreibung

- Blockheizkraftwerk (BHKW) zur energetischen Umwandlung von Pflanzenöl (Palmöl) in thermische und elektrische Energie;
- mit Diesel-Verbrennungsmotor und gekoppelten Synchrongenerator im Netzparallelbetrieb;
- zum Anfahren und Abstellen wird Spülkraftstoff (Biodiesel o. Heizöl) eingesetzt;
- kompakte Einheit bestehend aus den Hauptbestandteilen
  - Dieselmotor,
  - Synchrongenerator,
  - Kraftstofffördersystem,
  - Kühlwassersystem,
  - Abgaswärmetauschersystem,
  - Abgassystem,
  - computerbasierte MSR-Einheit.

## Technische Hauptdaten (Herstellerangaben)

Länge	ca. 4200 mm
Breite	ca. 1700 mm
Höhe <sup>1)</sup>	ca. 2200 mm
Gewicht <sup>1)</sup>	2200 kg
<b>Motor</b>	
Fabrikat/Typ	MTU 18V 2000 G 63
Drehzahl	1.500 min <sup>-1</sup>
Hubraum	35,82 l
Zylinderzahl und Anordnung	18 V
Einspritzsystem	Pumpe-Düse-System
Bauart	Raumaufstellung/Container (Größe 30 ft)
<b>Generator</b>	
Fabrikat	Stamford
Typ	HCI 634 G2
<b>BHKW-Leistungsdaten</b>	
Feuerungswärmeleistung <sup>2)</sup>	1264 kW
Thermische Leistung <sup>2)</sup>	510 kW
Elektrische Leistung <sup>2)</sup>	540 kW
Pflanzenölverbrauch <sup>2,3)</sup>	123 kg/Bh
spez. Kraftstoffverbrauch <sup>2)</sup>	228 g/kW <sub>el</sub>
Stromkennzahl P <sub>el</sub> /Q <sub>Nutz</sub>	1,06
cos φ	1,0
<b>Zubehör (nicht geprüft)</b>	
	beheizter Lagertank für Pflanzenöl mit Zuführleitung, Lagertank für Spülkraftstoff

<sup>1)</sup> ohne Anbauten, wie Abgasschalldämpfer und Wärmetauscher

<sup>2)</sup> Leistungsdaten gemäß DIN ISO 3046, Toleranz von ± 5 %

<sup>3)</sup> Daten Pflanzenöl: Heizwert 36 MJ/kg, Dichte 0,93 kg/dm<sup>3</sup>

## Beurteilung – kurzgefasst

Testkriterium	Testergebnis	Bewertung
<b>Elektrischer Wirkungsgrad bei Nennleistung</b>		
– nach DLG-Messung	40,8 ± 0,2 %	+
– Angabe nach DIN 3046 <sup>*)</sup>	43,0 ± 0,2 %	keine

Bewertungsbereich: ++ / + / ○ / - / -- (○ = Standard)

DLG-Bewertungsmaßstab für den elektrischen Wirkungsgrad von Diesel-, Gas-Diesel- oder Gas-Otto-Verbrennungsmotoren im Leistungsbereich von 250 bis 1000 kW-Nennleistung:

> 41 % = (++), > 38 % = (+), 35 bis 38 % = (○), < 35 % = (-), < 32 % = (--)

<sup>\*)</sup> Umrechnung der DLG-Messwerte unter Berücksichtigung der Festlegung in der DIN-EN 3046-1 (Januar 1998)

„Hubkolben-Verbrennungsmotoren-Anforderungen“:

„Die obere Grenzabweichung für den spezifischen Kraftstoffverbrauch beträgt + 5 % bei Nennleistung, wenn nicht anders angegeben.“

# Prüfbedingungen und -durchführung

Die Messungen zur Ermittlung des elektrischen Wirkungsgrades fanden im Januar 2007 an einer auf dem Firmengelände der SEVA ENERGIE AG im Freien errichteten Pflanzenöl-BHKW-Einheit mit entsprechenden Tanklagern und einer Netzanbindung zur Einspeisung ins örtliche EVU-Netz statt.

Es wurde folgendes Versuchsregime gefahren

- Nennleistung: 540 kW, 3 Messperioden,
- Teillastbereich: 520, 500, 480, 460, 440, 420 und 380 kW, je 1 Messperiode.

Die Zeitdauer je Messperiode betrug 1 h bei stationärem Betrieb und eingefahrener Anlage.

Bei den Messungen wurde das BHKW in der Betriebsart „Heizölbetrieb“ gestartet und nach ca. 5 min in den „Pflanzenölbetrieb“ umgeschaltet. Weiterhin wurde das auf ca. 50 °C erwärmte Palmöl vom Tank in einem 150 l-Behälter zwischengespeichert und von hier dem BHKW zugeführt. Die Masse des verbrauchten Kraftstoffes wurde mittels einer Plattformwaage (Messbereich 150 kg) gemessen und vom angeschlossenen Messwerterfassungssystem mit hoher Abtastrate erfasst.

Der beim Test eingesetzte Kraftstoff stammte aus der gleichen Tankfüllung. Es wurden insgesamt 5 Kraftstoffproben in regelmäßigem Abstand gezogen.

Zur Messung der elektrischen Leistung wurde ein hochwertiges Leistungsmessgerät mit je einem Stromwandler (1000/5 A, Klasse 0,2) für jede Phase eingesetzt. Weiterhin wurden die Öl- und Ansauglufttemperatur sowie die klimatischen Umgebungsbedingungen erfasst.

Der Eigenstrombedarf für die Kraftstoff- und Heizkreisumwälzpumpe mit insgesamt 2,1 kW Leistung wurde bei der Wirkungsgradberechnung pauschal berücksichtigt.

Tabelle 1:  
Testbedingungen

Pflanzenöl-BHKW	
Typ	SEV-MT 540 P
Baujahr	2006
Inbetriebnahme	9/2006
Betriebsstunden	1832 Bh
Serien-Nr.	20063031115
Aufstellungsbedingungen BHKW	
Aufstellung	im Container, im Freien
Ansauglufttemperatur am Eintritt	9 bis 19°C
Kraftstoff	
Pflanzenölart	Palmöl, ohne Herkunftszertifikat
Heizwert (nach Untersuchung)	36.658 kJ/kg bzw. 10,183 kWh/kg
Kraftstofftemperatur	47 bis 62°C
Umgebungsbedingungen	
Lufttemperatur	-12 bis -3 °C
Luftfeuchtigkeit	60 bis 90 %
Luftdruck	1011 bis 1017 hPa

Für die Datenerfassung wurde ein PC-basiertes Messwerterfassungssystem genutzt.

Der Heizwert des verwendeten Palmöles wurde von der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe (TH) ermittelt. Aufgrund der sehr geringen Abweichung zwischen den ersten zwei untersuchten Proben wurde keine weitere Heizwertbestimmung erforderlich.

Die Testbedingungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Die Verfahren zur Leistungskorrektur nach DIN-EN 3046-1 wurden für den vorliegenden Fall entsprechend den vorhandenen Aufstellungsbedingungen berücksichtigt.

Der elektrische Wirkungsgrad [%] wird nach folgender Beziehung berechnet:

$$\eta_{el} = \frac{(P_{Generator} - P_{Eigenstrom})}{B_{Pflanzenöl} \cdot H_i, Pflanzenöl} \cdot 100$$

Abkürzungen:

$P$  = Leistung [kW]

$B$  = Kraftstoffverbrauch [kg/h]

$H_i$  = Heizwert des verwendeten Kraftstoffes [kWh/kg]

Zur Bewertung der Wirkungsgradmesswerte wurde ein DLG-Bewertungsstandard in Abhängigkeit von Motorbauart und Verbrennungsverfahren für die zutreffende Leistungsklasse entwickelt. Dieser Maßstab basiert auf Angaben der Fachliteratur, siehe Liste u.a. „BHKW-Kenndaten 2005“ von ASUE und „Handreichung – Biogasgewinnung und -nutzung,“ Ausgabe 2005 von FNR.

## Prüfergebnisse

Das Pflanzenöl-Blockheizkraftwerk SEV-MT 540 P erreicht bei Nennleistung (540 kW) einen elektrischen Wirkungsgrad von  $40,8 \pm 0,2$  %.

Bezogen auf den vorliegenden Leistungsbereich und die Motorbauart ist dieser Wert besser als der gegenwärtig definierte DLG-Standard von 35 bis 38 % – entspricht der Bewertung (o) – für Diesel-, Gas-Diesel- oder Gas-Otto-Verbrennungsmotoren im Leistungsbereich von 200 bis 1000 kW.

Die Testergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

In Bild 2 sind die Ergebnisse grafisch über dem gemessenen Leistungsbereich dargestellt.

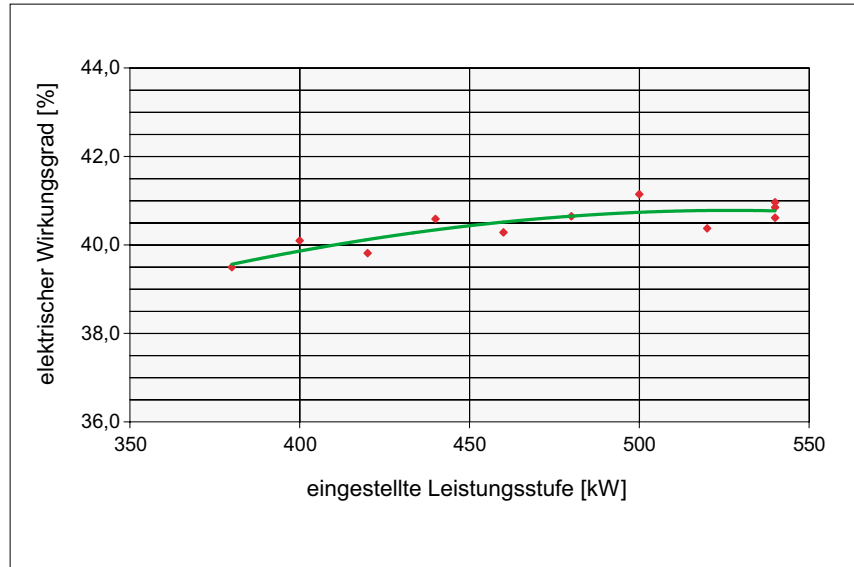


Bild 2:  
Elektrischer Wirkungsgrad

Tabelle 2:  
Ergebnisübersicht Elektrischer Wirkungsgrad

Messperiode Nr.	eingestellte Leistungsstufe	eingespeiste elektrische Leistung	Kraftstoffverbrauch	elektrischer Wirkungsgrad
1	540 kW <sup>1)</sup>	536 kW	129 kg/h	40,6 %
2	540 kW <sup>1)</sup>	536 kW	128 kg/h	40,8 %
3	540 kW <sup>1)</sup>	537 kW	128 kg/h	41,0 %
4	520 kW	511 kW	124 kg/h	40,4 %
5	500 kW	500 kW	119 kg/h	41,1 %
6	480 kW	475 kW	114 kg/h	40,6 %
7	460 kW	452 kW	110 kg/h	40,3 %
8	440 kW	439 kW	106 kg/h	40,6 %
9	420 kW	414 kW	102 kg/h	39,8 %
10	400 kW	401 kW	98 kg/h	40,1 %
11	380 kW	379 kW	94 kg/h	39,5 %

<sup>1)</sup> Nennleistung

Der FokusTest umfasste technische Messungen unter Praxisbedingungen an einem Pflanzenöl-BHKW mit Palmöl als Kraftstoff zur Ermittlung des elektrischen Wirkungsgrades.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse erfüllt das Pflanzenöl-BHKW SEV-MT 540 P bezüglich des Prüfkriteriums „Elektrischer Wirkungsgrad“ die Anforderungen (o) oder besser) für die Vergabe des Prüfzeichens DLG-FokusTest.

Andere Kriterien wurden nicht geprüft.

## Prüfungsdurchführung

DLG e.V.,  
Testzentrum  
Technik & Betriebsmittel,  
Max-Eyth-Weg 1,  
64823 Groß-Umstadt

## Projektleiter

Dipl.-Ing. W. Huschke

## Technik, Sicherheit, Qualität

Dipl.-Ing. W. Gramatte

## Literatur und Links

- [1] DIN ISO 3046-1 Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Anforderungen. Teil 1
- [2] BHKW-Kenndaten 2005. Module Anbieter Kosten. Arbeitsgemeinschaft für Sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (ASUE), <http://www.asue.de/>
- [3] „Handreichung – Biogasgewinnung und –nutzung,“ Ausgabe 2005. Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe, <http://www.fnrservice.de>
- [4] [http://www.bmu.de/pressemitteilungen/pressemitteilungen\\_ab\\_22112005/pm/38536.php](http://www.bmu.de/pressemitteilungen/pressemitteilungen_ab_22112005/pm/38536.php)



**ENTAM** – European Network for Testing of Agricultural Machines, ist der Zusammenschluss der europäischen Prüfstellen. Ziel von ENTAM ist die europaweite Verbreitung von Prüfergebnissen für Landwirte, Landtechnikhändler und Hersteller. Mehr Informationen zum Netzwerk erhalten Sie unter [www.entam.com](http://www.entam.com) oder unter der E-Mail-Adresse: [info@entam.com](mailto:info@entam.com)

3/2007

© DLG



DLG e.V. – Testzentrum Technik & Betriebsmittel

Max-Eyth-Weg 1, D-64823 Groß-Umstadt, Telefon: 069 247 88-600, Fax: 069 247 88-690  
E-Mail: [Tech@DLG.org](mailto:Tech@DLG.org), Internet: [www.dlg-test.de](http://www.dlg-test.de)

Download aller DLG-Prüfberichte unter: [www.dlg-test.de](http://www.dlg-test.de)!