

## Messprotokoll von VHG-3 (vortex heat generator)

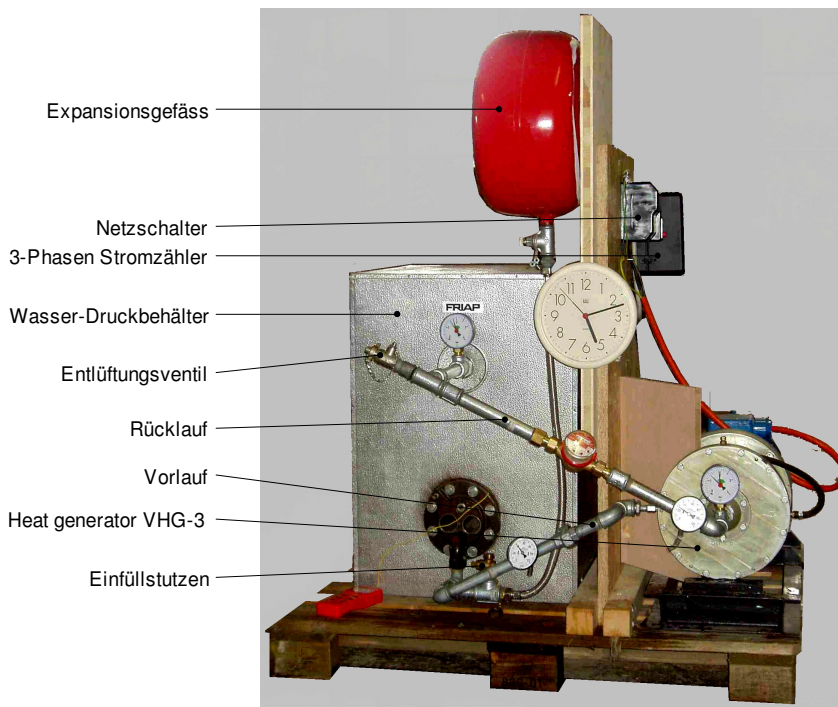
Datum: 29. June 2005  
 Ort: Steghalten, CH-3033 Amsoldingen (Schweiz)  
 Personen: Erich Liechti (Installation und Support), Christian Liechti (Messungen und Engineering)  
 Raumtemperatur: 25°C  
 Autor: Christian Liechti, Tannenmatte 8, CH-3267 Seedorf EMail: [hfro@gmx.net](mailto:hfro@gmx.net) Tel: +41 32 392 6908

Die Messungen wurden in einem geschlossenen Raum ohne Luftzirkulation durchgeführt  
 Das Wasser wurde der öffentlichen Trinkwasserversorgung entnommen  
 Elektrischer Anschluss: 3x380 VAC / 20A

### Objekt:

Der Heat Generator VHG-3, SNr: 000050, wurde im Testaufbau mit einem isolierten 120l Wasserboiler als Druckspeicher betrieben. Ein Expansionsgefäß mit einem Volumen von 25l dient der Druckregulierung bis 4 bar. Alle verwendeten Wasserrohre haben einen Durchmesser von ¾" (25mm). Der Heat Generator wird vom mitgelieferten 7.5kW-Elektromotor russischer Bauart angetrieben, mit direkter mechanischer Kopplung zum Generator.  
 Der Generator soll mit einem Wirkungsgrad von >120% arbeiten, bezogen auf die mechanische Eingangsleistung. Die Energie entsteht in Form von Wärme in Wasser.

### Messaufbau



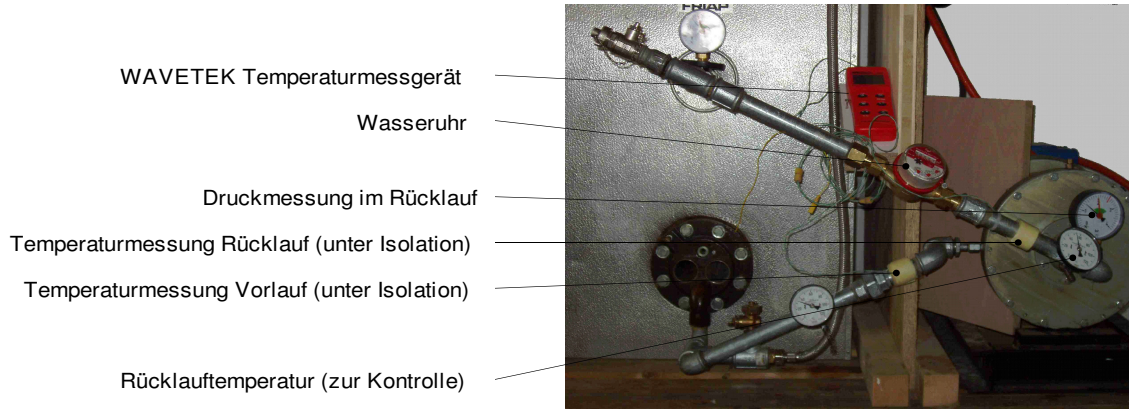
Kategorie	Messgeräte	Toleranz / Ablesbarkeit
Temperaturen	WAVETEK Meterman TMD90 mit Sensoren: 3x Typ K thermo element analoge Messuhren 0 to 120°C	0.1%, 0.7°C, ablesbar: 0.1K 1°C, ablesbar: 0.5K
Durchfluss-messung	analoge Wasseruhr	0.1 Liter/Minute
Druck	analoge Manometer 0 bis 4 Bar	0.05 Bar ablesbar
elektrische Energie	Stromzähler für 3 Phasen, 380VAC	1 Ah für 180 Umdrehungen

### Testplan

- Um den Wirkungsgrad des Heat Generators zu ermitteln, wird der Durchfluss mit einer Wasseruhr und die Erwärmung des Wassers mit den Temperaturmessgeräten möglichst genau gemessen. Zwei an den Rück- und Vorlaufrohren montierte Sensoren werden dazu thermisch mit den Rohren kontaktiert, und gegenüber der Umgebungsluft thermisch isoliert.
- Um den Wasserdruck über den Messbereich vom Resultat fernzuhalten, wird der Druck mittels des Ventils am Expansionsgefäß manuell auf 2.4Bar konstant gehalten.

## Messprotokoll von VHG-3 (vortex heat generator)

- Die elektrische Leistung wird vom Stromzähler abgelesen, indem 10 Umdrehungen per Stoppuhr gemessen werden.
- Die Temperatur im Druckbehälter wird mittels eines auf eine Kupferschiene montierten Sensor gemessen. Die Schiene ist vertikal über die ganze Höhe im Druckbehälter montiert. Die Flussrichtung des Wassers ist von unten nach oben.
- Die exakte Leistung wird aufgrund der spezifischen Wärmekapazität, des Ausdehnungskoeffizienten, der Temperaturen, sowie der Leistungsaufnahme des Motors errechnet. Der Wirkungsgrad des russischen Elektromotors ist geschätzt.
- Die Messung beginnt mit frischem, kaltem Wasser bei ca. 20 °C. Der Heat Generator läuft ohne Unterbruch bis ca. 100 °C, gemessen am Vorlaufrohr, am Ausgang des Generators.
- Die Wärmeverluste der unisolierten Leitungen werden als Messfehler betrachtet und vernachlässigt



### Anschlüsse des Heat Generators

Ersetztes Ausgangsstück  
(Original brach bei  
Installation)

Alle Rohre 4/4"  
Durchmesse (25mm)



### Messergebnisse

Zeit	min.	Kessel	T Vorl[°C]	T Rückl[°C]	Wirk[%] (VHG)
18:50	0	23.4	23.7	23.5	96.88
18:55	5	24.0	43.3	26.7	102.94
19:00	10	28.5	46.6	30.6	99.54
19:05	15	33.0	50.6	34.7	99.53
19:10	20	37.5	54.8	38.6	102.12
19:15	25	42.2	58.8	42.6	101.18
19:20	30	46.7	62.9	46.8	100.80
19:25	35	49.7	66.8	50.9	100.40
19:30	40	54.2	70.8	54.7	101.18
19:35	45	58.4	74.9	58.8	100.25
19:40	50	62.3	78.7	62.8	99.13
19:45	55	66.7	82.9	66.6	101.86
19:50	60	70.5	86.7	70.4	100.51
19:55	65	74.5	90.6	74.3	99.26
20:00	70	78.1	94.4	78.2	97.82
20:05	75	83.3	97.5	81.8	95.81

#### Berechnung:

sepz. Wärmekapazität c: 4190 J/kg

Wärme-Ausdehnung  
Ausdehnung: nichtlinear  
siehe Tabellen PTP

Wirkungsgrad des  
Elektromotors (geschätzt): 0.84

$$P \text{ out VHG} = \frac{\text{Fluss} * (T \text{ Vorlauf} - T \text{ Rücklauf}) * 4190 * \text{vol\_coeff}}{60 * 1000}$$

$$\text{Eff (VHG)} = \frac{P \text{ out VHG} * \text{eff\_motor}}{P \text{ in}}$$

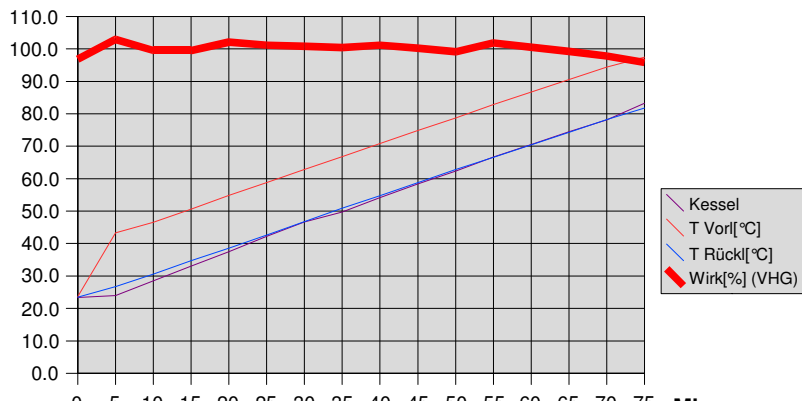
## Wirkungsgrad-Messungen

gemessene Werte:

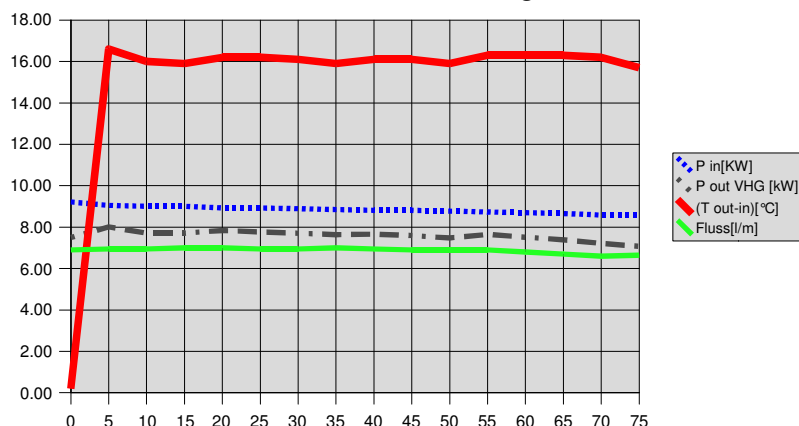
- T Kessel:* Temperatur im Wasser des isolierten Kessels(120l), Mittelwert
- T Vorl:* Temperatur am Rohr des Vorlaufs (in Generatornähe)
- T Rückl:* Temperatur am Rohr des Rücklaufs (in Generatornähe)
- Wirk:* Wirkungsgrad des Generators (ohne Elektromotor)
- P out:* gerechneter Wert aus den gemessenen Werten dT, Fluss, Pin und Korrekturfaktoren gemäss Formel

t[Min]	P in[kW]	P out VHG [kW]	(T out-in)[°C]	Fluss[l/m]
0	9.22	7.50	0.2	6.90
5	9.05	8.01	16.6	6.95
10	9.01	7.71	16.0	6.95
15	9.01	7.71	15.9	7.00
20	8.93	7.84	16.2	7.00
25	8.93	7.77	16.2	6.95
30	8.89	7.70	16.1	6.95
35	8.85	7.64	15.9	7.00
40	8.81	7.66	16.1	6.95
45	8.81	7.59	16.1	6.90
50	8.77	7.48	15.9	6.90
55	8.73	7.65	16.3	6.90
60	8.70	7.51	16.3	6.80
65	8.66	7.39	16.3	6.70
70	8.58	7.22	16.2	6.60
75	8.58	7.07	15.7	6.65

## Wirkungsgrad VHG-3



## Wärme / Leistung



### Figur "Wärme / Leistung"

Diese Figur zeigt den Verlauf der Temperaturdifferenz (Erwärmung), sowie die Leistungsproduktion über die Zeit. Die Leistungsabnahme bei höheren Temperaturen ist vor allem auf den kleineren Fluss zurückzuführen (Pumpleistung des Generators)

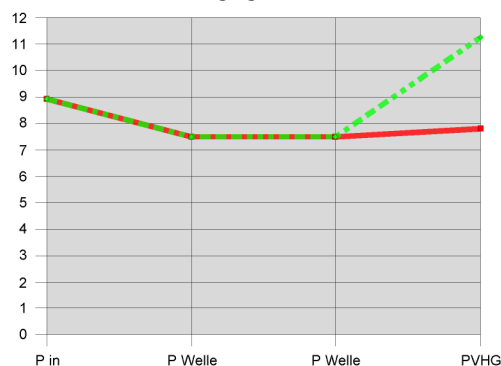
### Figur "Effizienz Real / Ziel"

Die Figur zeigt den Verlust ( $P_{in} - P_{Welle}$ ) des Elektromotors und den effektiven Gewinn des VHG. Die grüne Linie zeigt das minimale, von der Herstellerfirma versprochene Ziel und die rote Linie den erreichten Leistungsgewinn.

### Bewertung

Obwohl ein leichter Gewinn gemessen wurde, kann das Resultat nicht als wirklicher Erfolg gewertet werden, da der Gewinn im Bereich der Messungenauigkeiten liegt. Ausserdem ist für einen wirtschaftlichen Einsatz die Ziellinie als Minimum zu betrachten, da der unvermeidliche Verlust des Elektromotors noch kompensiert werden muss, um den Gesamtwirkungsgrad einer gewöhnlichen Elektroheizung zu erreichen

## Wirkungsgrad Real / Ziel



Trotzdem stellten wir in mehreren Messreihen einen minimalen, miraculösen Leistungsgewinn fest, der, sollten die Messunsicherheiten unter den eher pessimistisch gemessenen Resultaten liegen, Hoffnung aufkommen lässt, dass der Prozess funktioniert.