

# ST - Stirling-Motor

## Praktikum Wintersemester 2005/06

Alexander Rembold, Johannes Märkle, Philipp Buchegger, Jörg Bayer, Christopher Reinhard, Mario Schröck  
Assistent Klemens Rottler

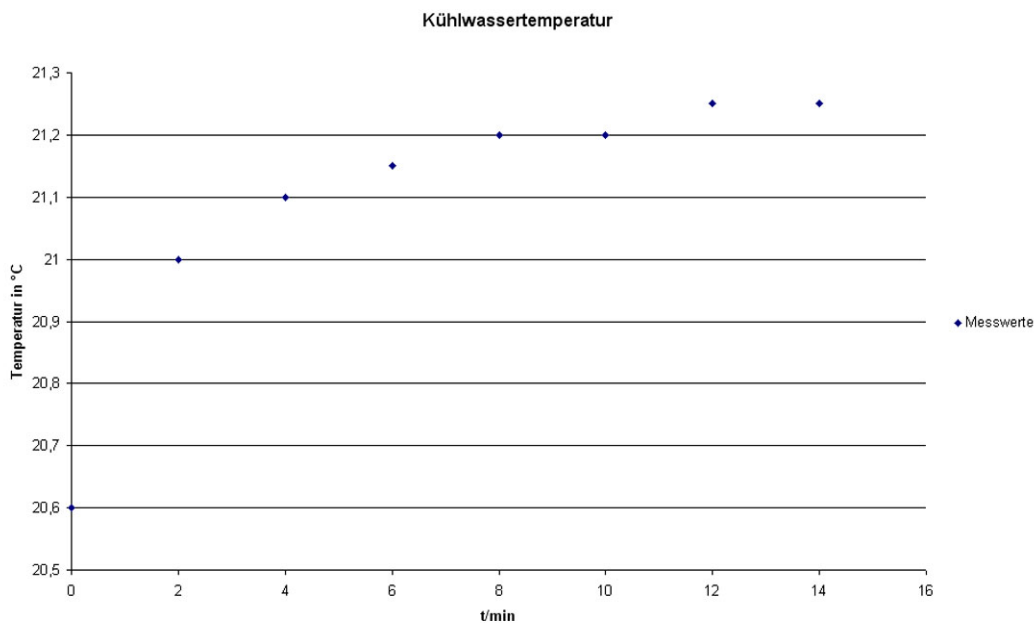
Tübingen, den 7. Januar 2006

### Auswertung

#### Reibungsverluste des Motors

Zuerst wurden die Reibungsverluste des Zylinderkolbens bestimmt. Hierzu wurde er von einem externen Motor mit einer Frequenz von  $f = 5,2\text{Hz}$  angetrieben, wobei die Erwärmung des Kühlwassers gemessen wurde. Aus den Messwerten ergibt sich eine Temperaturänderung von  $\Delta T = 0,65\text{K}$ . Somit erhält man:

$$Q_{H_2O}^{V1} = \frac{c_{H_2O} \Delta T}{f} \frac{dm}{dt} \approx 1,65\text{J} \quad (1)$$



#### Real zugeführte Energie

Eine Methode um die real zugeführte Energie  $Q_r$  zu berechnen, besteht darin die elektrische Energie zu betrachten:

$$Q_r^{el} = \frac{U \cdot I}{f} \quad (2)$$

In diesem Fall ergibt sich

$$Q_r^{el} = \frac{13,66V \cdot 13,50A}{4,6Hz} \approx 40,1J \quad (3)$$

Eine zweite Methode ist die verrichtete Arbeit und die Reibungswärme zu betrachten. Es gilt der Zusammenhang:

$$Q_r^{th} = W_r + Q' + Q_R \quad (4)$$

Wobei  $Q'$  für die an das Kältereservoir abgegebene Wärme und  $Q_R$  wie schon im ersten Versuch für die Reibungswärme steht. Die vom Motor verrichtete Arbeit  $W_r$  wurde anhand eines Pronyschen Zaums bestimmt. Für die verrichtete Arbeit pro Zyklus  $W_r^D$  gilt:

$$W_r^D = 2\pi r(mg + F_F) = 2\pi \cdot 0,25m(0,49N + 0,50N) \approx 1,56J \quad (5)$$

Aus der Kühlwassertemperatur wird analog zu Versuch 1  $Q_{H_2O}^{V2}$  bestimmt:

$$Q_{H_2O}^{V2} = \frac{c_{H_2O} \Delta T}{f} \frac{dm}{dt} \approx \frac{4,81 \cdot 3,1}{3,2} \cdot 3,17J \approx 12,82J \quad (6)$$

Somit ergibt sich für die real zugeführte Energie

$$Q_r^{th} = Q_{H_2O}^{V2} + W_r^D \approx 14,38J \quad (7)$$

Man erhält also eine Differenz von  $25,71J$  wenn man beide Methoden vergleicht. Dies liegt wohl hauptsächlich daran, dass das Kühlwasser Energie an die umgebende Luft abgibt, die dadurch nicht in der Messung erfasst werden kann.

## Wirkungsgrade

Der reale Wirkungsgrad ist definiert als das Verhältnis aus geleisteter Arbeit  $W_r$  und zugeführter Energie  $Q_r$

$$\eta_r = \frac{W_r}{Q_r} \quad (8)$$

Beim idealen Wirkungsgrad wird zusätzlich davon ausgegangen, dass die bei der auftretende Reibung entstehende Wärme ebenfalls genutzt werden kann

$$\eta_i = \frac{W_i}{Q_r} = \frac{W_r + Q_R}{Q_r} \quad (9)$$

Für den idealen Wirkungsgrad der beiden unterschiedliche bestimmten real zugeführten Energien erhält man

$$\eta_i^{el} = \frac{W_r + Q_R}{Q_r^{el}} \approx 0,080 \quad (10)$$

$$\eta_i^{th} = \frac{W_r + Q_R}{Q_r^{th}} \approx 0,220 \quad (11)$$

analog ergibt sich für die realen Wirkungsgrade

$$\eta_r^{el} = \frac{W_r}{Q_r^{el}} \approx 0,039 \quad (12)$$

$$\eta_r^{th} = \frac{W_r}{Q_r^{th}} \approx 0,110 \quad (13)$$

Dass die Wirkungsgrade bei der thermisch ermittelten real zugeführten Energie höher sind, liegt lediglich daran, dass aus den oben genannten Gründen nicht die gesamte zugeführte Energie berücksichtigt wurde.