

...EINE DURCHFLUSSMESSUNG MIT LEISTUNGSBESTIMMUNG?

Viele Wege führen nach Rom



Bild: Afriso

Warum lässt man wohl Trinkwasser durch eine blaue Röhre strömen?

Sag mir, wie viele Liter Wasser in einer Minute fließen und auf welche Temperatur du dieses Wasser erwärmt hast, und ich sage dir die Leistung der Trinkwassererwärmung. Aber wie soll diese Messung bitteschön an einer Küchenspüle funktionieren?

Sicherlich gibt es eine Fülle von Hilfsmitteln, mit denen man Erkenntnisse hierüber bekommen kann. Wir stellen einige in diesem Bericht vor. Denn der Weg zur Erkenntnis ist nicht auf eine einzige Methode beschränkt. Viele Wege führen nach Rom. Dabei beziehen wir uns erstmal ausschließlich auf einen elektrischen Durchlauferhitzer zur Erwärmung.

KUHPUNKTISTGLEICH PUNKT MAL CEMAL-DELTA THETA

Der Grundgedanke ist einfach. Er fußt auf der ewigen Wahrheit, nämlich dass die Leistung sich aus folgender Beziehung ergibt:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

Dabei ist

\dot{Q} = Erwärmerleistung in Watt

\dot{m} = der Massenstrom des Wassers in kg pro Stunde

c = die spez. Wärmekapazität für Wasser mit 1,163 Wh/(kgK))

$\Delta\vartheta$ = Temperaturdifferenz in Kelvin

Da steht in Hochdeutsch und bezogen auf die ursprüngliche Frage:

Die Erwärmerleistung eines elektrischen Durchlauferhitzers ergibt sich aus dem Massenstrom des Wassers multipliziert mit der spezifischen Wärmekapazität von Wasser und nochmals multipliziert mit der Temperaturdifferenz zwischen kaltem und erwärmtem Wasser.

DIE TEMPERATUREN FESTLEGEN

Für die nachfolgenden drei Methoden muss jeweils die Start- und Endtemperatur festgehalten werden. Denn zur Ermittlung der Leistung ist ja das $\Delta\vartheta$ interessant.

Ich habe daher den Kaltwasserstrahl über den Fühler eines Thermometers laufen lassen. Dann habe ich einen Beharrungszustand abgewartet. Ich will ja nicht die Temperatur des Wassers ermitteln, wie es als erster Schluck Wasser direkt aus der Armatur kam. Ich will auch nicht wissen, wie weit sich das Wasser in der Steigleitung erwärmt hat. Vielmehr will ich ja die Zulauftemperatur für den anschließenden Versuchszeitraum erfassen, also beim dauerhaften Durchströmen des Durchlauferhitzers.

Beim späteren Festlegen der Heißtemperatur des Wassers erfasse ich diese ebenfalls erst nach dem Erreichen eines sogenannten Beharrungszustandes. Auch in diesem Fall will ich ja nicht eine Tempera-



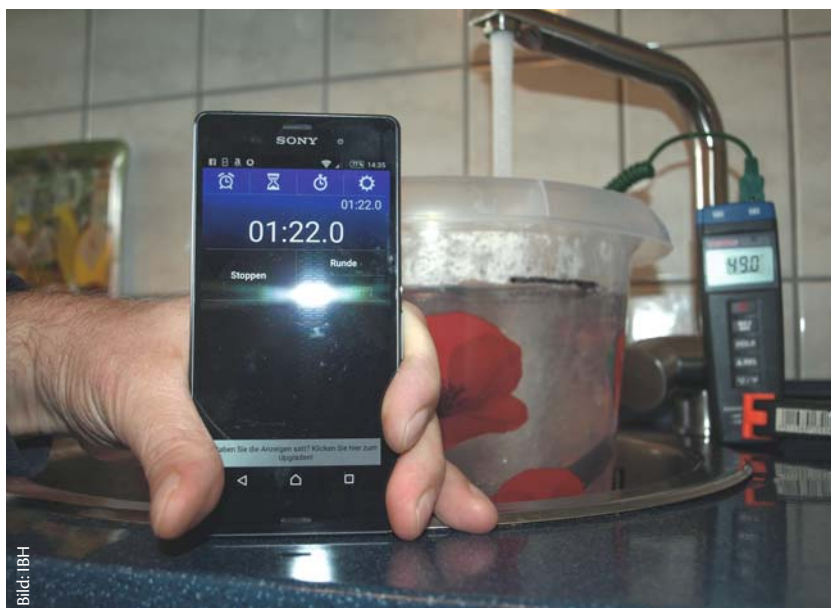
Die Startbedingung, also die Temperatur des Kaltwassers wird gecheckt

tur ermitteln, die sich während des Aufheizens der Warmwasserzuleitung einstellt. Interessant ist für die Leistungsbestimmung des Durchlauferhitzers, wie sich dieser nach dem Aufheizen des umliegenden Systems also beispielsweise der wärme gedämmten Kupferrohre zeigt.

VOLUMENSTROM ERUIEREN

Ohne viel Technik findet man den Volumenstrom mittels Eimer und einer Stoppuhr, die als App auf jedem Smartphone zu finden ist.

Für meinen Versuch habe ich mir zum Ziel gesetzt, 10l aufzu-



Der 10-Liter-Eimer war nach 1:22 gefüllt. Macht, bitteschön, rund 21 kW

füllen und dabei die Zeit für die Vollfüllung bis zur Markierung festzuhalten. Danach rechne ich hoch oder runter, mit welchem Volumenstrom ich es tatsächlich zu tun habe.

Es empfiehlt sich tatsächlich mindestens das Volumen eines Eimers zur Messung heranzuziehen. Ein Halbliterkrug wäre zwar auch mit einem Eichstrich versehen, aber die Messung wäre deutlich ungenauer. Denn bei einem kleinen Volumen würde die Füllung deutlich kürzer dauern und damit wäre jede meiner Fehlbewegungen an der Stoppuhr mit größerer Auswirkung auf das Gesamtergebnis zu sehen.

Beispiel für diese Abweichung:

Um eine Sekunde zu spät gedrückt bei einer Füllzeit von insgesamt 60 Sekunden (Beispiel Eimer) macht einen Fehler von $1/60$, also 0,016 und damit unter 2 % aus.

Um eine Sekunde zu spät gedrückt bei einer Füllzeit von insgesamt 4 Sekunden (Beispiel Krug) macht einen Fehler von $1/4$, also 0,25 und damit bei 25 % aus.

ZUSAMMENFÜHREN DES ERGEBNISSES

Die erste Methode habe ich gestartet mit einer Starttemperatur von 6,6 °C. Die Heißwassertemperatur stagnierte bei 49 °C. Damit hat sich das $\Delta\vartheta$ mit 42,4 K ergeben, denn:

$$49\text{ °C} - 6,6\text{ °C} = 42,4\text{ K}$$

Den Eimer konnte ich innerhalb von 82 Sekunden mit genau 10 l Heißwasser auffüllen:

$$10\text{ l} / 82\text{ s} = 0,122\text{ l/s}$$

$$3600\text{ s/h} \times 0,122\text{ l/s} = 439,2\text{ l/h}$$

$$439,2\text{ l/h} \text{ entspricht ungefähr } 439\text{ kg/h}$$

Die Ausgangslage ergibt also:

$$\dot{m} = 439\text{ kg/h}$$

$$c = 1,163\text{ Wh/(kgK)}$$

$$\Delta\vartheta = 42,4\text{ K}$$

$$\dot{Q} = 439\text{ kg/h} \cdot 1,163\text{ Wh/(kgK)} \cdot 42,4\text{ K}$$

$$\dot{Q} = 21.648\text{ W} = 21,6\text{ kW}$$

Angegeben ist die Leistung des angeschlossenen Durchlaufer-

hitzers mit 21 kW. Damit konnte seine Leistung mehr als nur bestätigt werden.

KLEINER HILFSBECHER

Ein sogenannter Durchfluss-Messbecher ermöglicht mir eine Kontrolle des ersten Wertes.

Der Becher hat eine Skalierung, auf der ein Volumenstrom abgelesen werden kann. Lässt man nun Wasser in den undichten Becher einfließen, so läuft dieses wieder ab, logisch. Aber der Clou ist, dass es sich je nach Zulaufmenge aufstaut und an der Skalierung anzeigt, welcher Volumenstrom sich wohl gerade in diesen Becher ergießt.

Während ich also das heiße Wasser in den Becher einströmen lasse, halte ich gleichzeitig den Temperaturfühler ins strömende Nass und kriege zeitgleich zwei Ergebnisse.

Die Skalierung zeigt mir 7 l pro Minute und das Messgerät erkennt einen annähernden Beharrungszustand der Temperatur bei 50,8 °C.

Flugs gerechnet ergibt sich:

$$50,8\text{ °C} - 6,6\text{ °C} = 44,2\text{ K}$$

Und zum Massenstrom

$$7\text{ l/min} / 60\text{ min/h} = 420\text{ l/h}$$

$$420\text{ l/h} \text{ entspricht ungefähr } 420\text{ kg/h}$$

Die Ausgangslage ergibt also:

$$\dot{m} = 420\text{ kg/h}$$

$$c = 1,163\text{ Wh/(kgK)}$$


$$\Delta\vartheta = 44,2\text{ K}$$

$$\dot{Q} = 420\text{ kg/h} \cdot 1,163\text{ Wh/(kgK)} \cdot 44,2\text{ K}$$

$$\dot{Q} = 21.590\text{ W} = 21,6\text{ kW}$$

Auch nach dieser Methode ergibt sich die Leistung des Durchlauferhitzers mit 21,6 kW.

HIGHTECH IM FINALE

Beim letzten Versuch wird der FlowTemp ST von  Afriso eingesetzt. Das Gerät wird eingeschaltet und verbunden mit dem Eurolyzer ST oder einem anderen Bluetooth-fähigen Gerät. Dieses verbundene Gerät steuert per App den Messvorgang und fungiert gewissermaßen als Anzeigegerät.

Die Messung beginnt mit dem Zufluss von ausschließlich kaltem Wasser. Klar, auch diese Messeinrichtung braucht die Starttemperatur des Mediums.

Diese Temperatur wird per Knopfdruck gewissermaßen registriert. Dann wird umgeschaltet auf den Auslauf von ausschließlich heißem Wasser. Nach kurzer Zeit stellt sich eine



DICTIONARY

Hilfsmittel	=	utilities
Beharrungszustand	=	stationary state
elektrische Leistung	=	wattage, electrical power
Messbecher	=	measuring jug



Bild: IBH

Der Durchfluss-Messbecher zeigt rund 7 l/min an. Die Temperatur liegt bei 50,8 °C

annähernd konstante Temperatur und Durchflussmenge ein und damit wird eine konstante Leistung des Durchlauferhitzers angezeigt. Dieses Messgerät-Ensemble zeigte im Versuchsaufbau ebenfalls eine Leistung von knapp über 21 kW an. Die Dokumentation hierzu lässt sich im Anschluss dann noch an die heimische EDV übergeben und dort archivieren. Übrigens wird der Füllstand des Afriso-Bechers mittels einer ➔ *kapazitiven Messung* kontrolliert und die Temperatur mittels einer ➔ *elektrischen Widerstandsmessung an einem PT 1000*.

FAZIT

Solche einfachen Beziehungen lassen sich messtechnisch recht gut und mit ausreichender Genauigkeit erfassen. Es ist natürlich immer noch nicht Pflicht, beispielsweise die Leistung eines Durchlauferhitzers nachzuweisen. Sollten aber Probleme in einer Installation bestehen, so kann man nach einem Ausschlussverfahren gut vorgehen. Beispielsweise könnte ja die Wassermenge beim Duschen bemängelt werden. Systembedingt kann man dann einfache Messungen vornehmen, die den Zusammenhang herstellen von versprochener zu tatsächlich gelieferter Leistung. Die zurzeit häufig verbauten Wohnungswasserstationen lassen sich mittels einfachster Hilfsmittel genauso checken wie der im Versuchsaufbau verwendete Durchlauferhitzer oder andere Systeme. Stellt sich noch die Frage: Braucht man immer die Profi-Lösung von Afriso?



Bild: IBH

Der Durchfluss-Messbecher ist gewissermaßen definiert undicht

Für zwei Messungen im Jahr reicht einem Handwerksbetrieb ganz sicher die zuerst genannte Eimer-Lösung.

Wer jährlich mehrere Trinkwasserinstallationen in Betrieb nimmt, der ist mit der Kombination von Durchfluss-Messbecher und Temperaturmessgerät gut ausgerüstet.

Ständige Inbetriebnahmen von Trinkwasserinstallationen setzen zügiges Arbeiten und eine abschließende Dokumentation voraus. Da hilft die elektronische Variante von Afriso. Mit der lassen sich die Messdaten abschließend direkt in die EDV einpflegen. Sachverständige werden sich ebenfalls gerne auf die eindrucksvolle Afriso-Lösung stürzen und stützen. Die macht nun mal einen schlanken Fuß beim Ortstermin, wenn alle gucken.

Was bleibt, ist die Tatsache, dass die ewige Wahrheit, nämlich Kuhpunktistgleichempunktmalcmaldeltatheta ausreicht, um mit wenigen Hilfsmitteln eine komplexe technische Größe, nämlich die Leistung bei der Erwärmung von Trinkwasser zu beziffern. ■



FILM ZUM THEMA

Ein kurzer
➔ **Werbefilm zeigt die Handhabung des FlowTemp ST von Afriso.**



➔ www.sbz-monteur.de ➔ Das Heft ➔ Filme zum Heft