

MC-Hx 003

Rechnerische Auswertung mit Formeln II

MB DataTec GmbH

Stand: 11.2011

Kontakt: MB DataTec GmbH
Friedrich Ebert Str. 217a
58666 Kierspe
Tel.: 02359 2973-22, Fax -23
Web : www.mb-datatec.de
e-mail: info@mb-datatec.de

Wärmemengenzähler mit virtuellen Kanälen und Formeln mit dem MC-Hx Modul

Das MC-Hx Modul verfügt über 16 virtuelle Kanäle, die aus den Messwerten anderer Kanäle die zeitliche Ableitung, das Integral über die Zeit oder frei definierbare Berechnungen durchführen können.

Im folgenden Beispiel soll in einer Wärmepumpenanlage mit 2 Temperatursensoren und einem digitalen Durchflussmengenzähler die Wärmeleistung und Wärmemenge berechnet werden. Zusätzlich werden die Betriebsstunden der Wärmepumpe erfasst.

Kanal-Definitionen gemäß MC-Hx 001:

Meß-Kanäle:

Kanal 04:	WP Vorl.	=	momentane Temperatur des Heizvorlauf der Wärmepumpe
Kanal 05:	WP Rueckl.	=	momentane Temperatur des Heizrücklauf der Wärmepumpe
Kanal 17:	Heiz Vol.	=	Durchflußmenge in Liter im Heizvorlauf
Kanal 22:	Betr.Std.WP	=	Betriebsstundenzähler der Wärmepumpe

Daraus berechnete Kanäle:

Kanal 25:	Flow Heiz.	=	Durchflußgeschwindigkeit in Liter/Min. im Heizvorlauf
Kanal 33:	P Heiz.	=	momentane Heiz-Leistung des Heiz-Vor-/Rücklaufs in kW
Kanal 37:	kWh Heiz.	=	gelieferte Wärmemenge des Heiz-Vor-/Rücklaufs in kWh

Naturkonstante:

Spezifische Wärmekapazität von Wasser $c = 4,187 \text{ kJ} / (\text{kg} * \text{K})$

Kanal 04: WP Vorl.

In diesem Kanal wird die Temperatur des Heizungsvorlaufs gemessen.

- Einheit: °C – diese Einheit wird im HxGraph in der Graphen-Legende angezeigt
- LCD Seite: 01 – dieser Kanal wird auf der 1. LCD-Seite angezeigt
- LCD Zeile: 03 – dieser Kanal wird in der dritten LCD-Zeile angezeigt
- Y-Achse: Links – die Bezugs-Y-Achse in HxGraph ist die linke Achse im Diagramm
- Gruppe: 02 – dieser Kanal wird in der 2. Graphik von HxGraph (1. Blatt, oben rechts) angezeigt
- Nr. in Gruppe: 01 – dieser Kanal ist in der Graphen-Legende der erste angezeigte
- Farbe: Rot – dieser Kanal wird in der Graphik Rot dargestellt
- Minimum: 20 – skaliere die Y-Achse von 20 °C bis ...
- Maximum: 60 – skaliere die Y-Achse bis 60 °C
- Komma Stellen: 02 – dieser Kanal wird auf dem LCD mit 2 Nachkommastellen angezeigt
- Speicher-Intervall: 300 – dieser Kanal wird alle 300 Sekunden gespeichert
- Faktor: 1 – die Werte werden nicht über einen Faktor skaliert
- Offset: 0 – zu den Messwerten keinen konstanten Wert hinzuaddieren
- Kanal Typ: 10 Temperatur Sensor SMT-160 [°C] – Digitaler Temperatur-Sensor der Fa. Smartec®
- Mittelwert-Typ: 3 Gewichteter Mittelwert 1:3 – zur Glättung der Messwerte werden die neuen Werte nur mit 33% zum bestehenden Wert gewichtet
- Referenz-Kanal: 25 Flow (Heiz) – Bezugskanal für die Veränderung der Speicherfrequenz
- Schwelle: 0 – wird hier nicht ausgewertet
- Hysterese: 0 – wird hier nicht ausgewertet
- Referenz-Typ: 01 Speichere mit Ref.Sensor – speichere die Messwerte dieses Kanals mit der gleichen Häufigkeit wie der Referenzkanal abgespeichert wird. Bei dieser Vorgehensweise braucht man die Schwellwert-Berechnung nur bei einem Kanal vorzunehmen und bezieht alle anderen Kanäle auf diesen Referenz-Kanal.

Kanal 05: WP Rueckl.

In diesem Kanal wird die Temperatur des Heizungsrücklaufs gemessen.

05	WP Rueckl.	Normaler Analog-/Digital-Eingang 5
Einheit	°C	Kommastellen 02 Speicher-Intervall [sec] 300
LCD Seite	01	Faktor 1 Offset 0
LCD Zeile	04	Kanal Typ 10 Temperatur Sensor SMT-160 [°C]
Y-Achse	Rechts	Mittelwert-Typ 3 Gewichteter Mittelwert 1:3
Gruppe	02	
Nr. in Gruppe	02	Referenz-Kanal 25 Flow (Heiz) <input type="checkbox"/> Reset
Farbe	Grün	Schwelle 0 Hysterese 0
Minimum	20	Referenz-Typ 01 Speichere mit Ref.Ser <input type="checkbox"/> Invertiert
Maximum	60	Leere Felder <input type="button" value="Schreibe Kanal"/>

Wird im Prinzip genau wie Kanal 04 konfiguriert, daher keine weiteren Erläuterungen.

Kanal 17: HeizVol.

In diesem Kanal wird digital das Volumen, welches im Vorlauf geströmt ist, gezählt.

17	HeizVol.	Schneller Digital-Eingang 1
Einheit	ltr	Kommastellen 00 Speicher-Intervall [sec] 0
LCD Seite	00	Faktor 1 Offset 0
LCD Zeile	00	Kanal Typ 102 Zähler Hi
Y-Achse	Links	
Gruppe	00	
Nr. in Gruppe	00	Referenz-Kanal 00 Kein Referenz-Sensor <input type="checkbox"/> Reset
Farbe	Schwarz	Schwelle 0 Hysterese 0
Minimum	0	Referenz-Typ 00 Schwellenwert AUS <input type="checkbox"/> Invertiert
Maximum	0	Leere Felder <input type="button" value="Schreibe Kanal"/>

Dieser Kanal ist ein Hilfskanal und wird nicht gespeichert oder graphisch dargestellt. Da der Volumenzähler im Heizungsvorlauf eine digitale SO-Schnittstelle hat, die bei jedem durchströmten Liter einen kurzen Impuls gibt, wird ein Faktor von 1 (= 1 Liter pro Impuls) und ein Kanal-Typ „102 Zähler Hi“ eingestellt.

Kanal 25: Flow Heiz.

In diesem Kanal wird aus dem gezählten Volumen aus Kanal 17 über die zeitliche Ableitung der Volumenstrom in Liter pro Minute berechnet.

The screenshot shows the configuration interface for 'Flow (Heiz)'. The title bar indicates it is 'Virtueller Kanal Nr. 1'. The settings are as follows:

- Einheit: l/min
- Kommastellen: 01
- Speicher-Intervall [sec]: 300
- LCD Seite: 04
- Faktor: 6.000
- Offset: 0
- LCD Zeile: 04
- Kanal Typ: 200 zeitl. Ableitung
- Y-Achse: Rechts
- Mittelwert-Typ: 10 Gewichteter Mittelwert 1:10
- Gruppe: 03
- Quell-Kanal: 17 HeizVol.
- Nr. in Gruppe: 03
- Referenz-Kanal: 25 Flow (Heiz)
- Reset:
- Farbe: Blau
- Schwelle: 15
- Hysterese: 0
- Minimum: 0
- Referenz-Typ: 05 x öfter (Ref. > Schwelle)
- Invertiert:
- Maximum: 70
- Buttons: 'Leere Felder' and 'Schreibe Kanal'

- Einheit: l/min – diese Einheit wird im HxGraph in der Graphen-Legende angezeigt
- LCD Seite: 04 – dieser Kanal wird auf der 4. LCD-Seite angezeigt
- LCD Zeile: 024– dieser Kanal wird in der vierten LCD-Zeile angezeigt
- Y-Achse: Rechts – die Bezugs-Y-Achse in HxGraph ist die rechte Achse im Diagramm
- Gruppe: 03 – dieser Kanal wird in der 3. Graphik von HxGraph (1. Blatt, unten links) angezeigt
- Nr. in Gruppe: 03 – dieser Kanal ist in der Graphen-Legende der dritte angezeigte
- Farbe: Blau – dieser Kanal wird in der Graphik Blau dargestellt
- Minimum: 0 – Minimalwert der rechten Y-Achse – siehe auch Maximum
- Maximum: 70 – Maximalwert der rechten Y-Achse. Hier ist die Graphik fest skaliert
- Kommastellen: 01 – dieser Kanal wird auf dem LCD mit 1 Nachkommastelle angezeigt
- Speicher-Intervall: 300 – dieser Kanal wird alle 300 Sekunden gespeichert
- Faktor: 6000 – die Werte werden mit dem Faktor 6000 skaliert – Erläuterung s. u.
- Offset: 0 – zu den Messwerten keinen konstanten Wert hinzuaddieren
- Kanal Typ: 200 zeitl. Ableitung – die Werte dieses virtuellen Kanals werden als Ableitung eines anderen Quell-Kanal berechnet
- Mittelwert-Typ: 10 gewichteter Mittelwert – jeder neue Wert wird zu 10% zu 90% des alten Wert hinzuaddiert. Dadurch rundet sich die Berechnung etwas ab.
- Quell-Kanal: 17 Heiz Vol. – die Werte dieses Kanals werden zur Berechnung der zeitlichen Ableitung (also hier ltr/min) herangezogen
- Referenz-Kanal: 25 Flow (Heiz) – überschreitet der hier angegebene Kanal den Wert „Schwelle“, so wird das Speicher-Intervall (hier 300 Sekunden) gemäß der Einstellung im Referenz-Typ verändert (hier um den Faktor 5 erhöht, d.h. die Speicherung erfolgt alle 60 Sekunden).
- Schwelle: 15 – ab dem Überschreiten von 15 ltr/min dieses Kanals werden die Werte mit verändertem Speicherintervall abgelegt.
- Hysterese: 0 – hier wird am den Schwellwert keine Hysterese eingesetzt

Referenz-Typ: 5 x öfter (Ref. > Schwelle) – speichere die Messwerte dieses Kanals 5 x häufiger, wenn der Messwert die Schwelle überschreitet.

Die Grundformel zur Berechnung des Faktors ist:

$$\text{Faktor} = (\text{Mengeinheit je Impuls}) / (0,01 \text{ Sec.})$$

Die Mengeinheit je Impuls ist hier 1 ltr, die Zieleinheit ist Liter / Minute. Dann erfolgt die Umrechnung mit: 1 Sekunde = 1/60 Minute

$$\text{Faktor} = 1 \text{ Ltr} / 0,01 \text{ sec} = 1 \text{ Ltr} / (0,01 / 60) \text{ Min.} = 6000 \text{ Ltr} / \text{Min.}$$

Kanal 33: P Heiz.

In diesem Kanal wird die momentane Wärme-Leistung mit einer Formel berechnet.

- Einheit: kW – diese Einheit wird im HxGraph in der Graphen-Legende angezeigt
- LCD Seite: 04 – dieser Kanal wird auf der 4. LCD-Seite angezeigt
- LCD Zeile: 02 – dieser Kanal wird in der 2. LCD-Zeile angezeigt
- Y-Achse: Links – die Bezugs-Y-Achse in HxGraph ist die linke Achse im Diagramm
- Gruppe: 05 – dieser Kanal wird in der 05. Graphik von HxGraph (2. Blatt, oben links) angezeigt
- Nr. in Gruppe: 01 – dieser Kanal ist in der Graphen-Legende der erste angezeigte
- Farbe: Gelb – dieser Kanal wird in der Graphik Gelb dargestellt
- Minimum: 0 – siehe Maximum
- Maximum: 25 – Maximalwert der linken Y-Achse. Hier ist die Graphik fest skaliert
- Kommastellen: 02 – dieser Kanal wird auf dem LCD mit 2 Nachkommastellen angezeigt
- Speicher-Intervall: 300 – dieser Kanal wird alle 300 Sekunden gespeichert
- Faktor: 1 – die Werte werden nicht über einen Faktor skaliert
- Offset: 0 – zu den Messwerten keinen konstanten Wert hinzuaddieren
- Kanal Typ: 250 Berechnung aus Formel – die Werte dieses virtuellen Kanals werden über eine Formel berechnet
- Formel: 01 – zur Berechnung der Werte wird die Formel 01 aufgerufen. (Formel s. u.)
- Referenz-Kanal: 25 Flow (Heiz) – Bezugskanal für die Veränderung der Speicherfrequenz
- Schwelle: 0 – wird hier nicht ausgewertet
- Hysterese: 0 – wird hier nicht ausgewertet
- Referenz-Typ: 01 Speichere mit Ref.Sensor – speichere die Messwerte dieses Kanals mit der gleichen Häufigkeit wie der Referenzkanal abgespeichert wird. Bei dieser Vorgehensweise braucht man die Schwellwert-Berechnung nur bei einem Kanal vorzunehmen und bezieht alle anderen Kanäle auf diesen Referenz-Kanal.

Die Berechnung der Wärmeleistung erfolgt über die spezifische Wärmekapazität c von Wasser, den Volumenstrom und die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf. Die Naturkonstante c gibt an, wie viel Energie man benötigt, um 1 kg Wasser um 1 °K zu erwärmen. Wir setzen hier 1 kg Wasser = 1 ltr. Wasser. Dann berechnet sich die Wärmeleistung P in kW wie folgt:

$$c = 4,1871 \text{ kJ} / (\text{kg} * \text{K}) = 4,187 \text{ kW*s} / (\text{ltr} * \text{K}) \quad (\text{Anm.: } 1 \text{ J} = 1 \text{ Ws})$$

ΔT = Temperaturdifferenz Vorl. – Rückl. in K

\dot{V} = Volumenstrom ltr / s (Umrechnung von ltr./min durch Division mit 60 nicht vergessen!)

$$\text{Wärmeleistung } P = c * \Delta T * \dot{V}$$

$$P = 4,187 \text{ kW} * s * (T \text{ Vorl.} - T \text{ Rückl.}) \text{ K} * (\text{Flow Heiz}) \text{ ltr} / (\text{ltr} * \text{K} * s * 60)$$

Dann kürzen sich s, K und ltr. heraus und es verbleibt kW als Einheit für die Wärmeleistung.

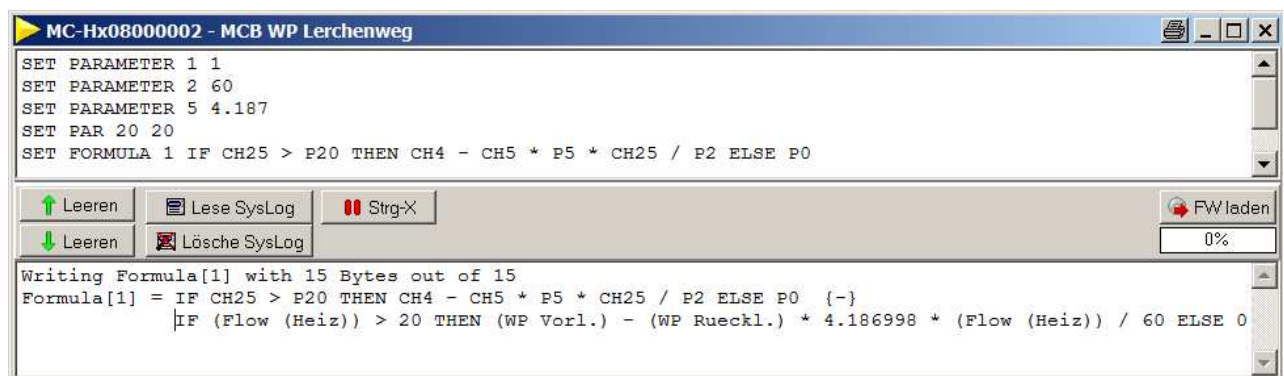
Da die Wärmeleistung nur berechnet werden soll, wenn die Wärmepumpe in Betrieb ist, wählen wir den Volumenstrom als Trigger für die Berechnung bei Werten von > 20 ltr./min aus. Dann wird in der Formel zunächst die Temperatur-Differenz zwischen Vor- und Rücklauf berechnet, dann mit c und zuletzt mit dem Volumenstrom multipliziert. Um den Volumenstrom von ltr./min in ltr./s umzurechnen, wird zuletzt durch 60 dividiert.

Wenn der Volumenstrom unter 20 ltr. /min. liegt (die Wärmepumpe nicht arbeitet), wird dem Leistungskanal 0 zugewiesen.

Parameter 1 auf 1 setzen:	SET PARAMETER 1 1
Parameter 2 auf 60 setzen:	SET PARAMETER 2 60
Parameter 5 auf 4,187 setzen:	SET PARAMETER 5 4.187
Parameter 20 auf 20 setzen:	SET PARAMETER 20 20

Die Formel 1 lautet:

SET FORMULA 1 IF CH25 > P20 THEN CH4 - CH5 * P5 * CH25 / P2 ELSE P0



```

MC-Hx08000002 - MCB WP Lerchenweg
SET PARAMETER 1 1
SET PARAMETER 2 60
SET PARAMETER 5 4.187
SET PAR 20 20
SET FORMULA 1 IF CH25 > P20 THEN CH4 - CH5 * P5 * CH25 / P2 ELSE P0

Leeren (up/down) | Lese SysLog | Strg-X | Lösche SysLog | FW laden 0%

Writing Formula[1] with 15 Bytes out of 15
Formula[1] = IF CH25 > P20 THEN CH4 - CH5 * P5 * CH25 / P2 ELSE P0 {-}
|IF (Flow (Heiz)) > 20 THEN (WP Vorl.) - (WP Rueckl.) * 4.186998 * (Flow (Heiz)) / 60 ELSE 0

```


Kanal 27: kWh Heiz.

In diesem Kanal wird aus der momentanen Wärmeleistung die erzeugte Wärmemenge errechnet.

The screenshot shows the configuration window for 'kWh Heiz' (Virtual Channel No. 13). The settings are as follows:

- Einheit: kWh
- Kommastellen: 02
- Speicher-Intervall [sec]: 300
- LCD Seite: 03
- Faktor: 0.0002777
- Offset: 0
- LCD Zeile: 02
- Kanal Typ: 210 Integral über Zeit
- Y-Achse: Rechts
- Quell-Kanal: 33 P (Heiz)
- Gruppe: 07
- Nr. in Gruppe: 02
- Referenz-Kanal: 25 Flow (Heiz)
- Reset:
- Farbe: Grün
- Schwelle: 0
- Hysterese: 0
- Minimum: 0
- Referenz-Typ: 01 Speichere mit Ref.Ser
- Invertiert:
- Maximum: 0
- Buttons: Leere Felder, Schreibe Kanal

Einheit:	kWh – diese Einheit wird im HxGraph in der Graphen-Legende angezeigt
LCD Seite:	03 – dieser Kanal wird auf der 3. LCD-Seite angezeigt
LCD Zeile:	02 – dieser Kanal wird in der 2. LCD-Zeile angezeigt
Y-Achse:	Rechts – die Bezugs-Y-Achse in HxGraph ist die rechte Achse im Diagramm
Gruppe:	07 – dieser Kanal wird in der 7. Graphik von HxGraph (2. Blatt, unten links) angezeigt
Nr. in Gruppe:	02 – dieser Kanal ist in der Graphen-Legende der zweite angezeigte
Farbe:	Grün – dieser Kanal wird in der Graphik Grün dargestellt
Minimum:	0 – Minimalwert der rechten Y-Achse – siehe auch Maximum
Maximum:	0 – Maximalwert der rechten Y-Achse – Automatische Skalierung
Kommastellen:	02 – dieser Kanal wird auf dem LCD mit 2 Nachkommastellen angezeigt
Speicher-Intervall:	300 – dieser Kanal wird alle 300 Sekunden gespeichert
Faktor:	0.0002777 – die Werte werden über einen Faktor skaliert
Offset:	0 – zu den Messwerten keinen konstanten Wert hinzuaddieren
Kanal Typ:	210 Integral über Zeit – die Werte dieses virtuellen Kanals werden aus einem Quellkanal in festen Zeitabständen kumuliert
Quell-Kanal:	33 P (Heiz) – Der Kanal, aus dem die momentanen Werte kumuliert werden
Referenz-Kanal:	25 Flow (Heiz) – Bezugskanal für die Veränderung der Speicherfrequenz
Schwelle:	0 – wird hier nicht ausgewertet
Hysterese:	0 – wird hier nicht ausgewertet
Referenz-Typ:	01 Speichere mit Ref.Sensor – speichere die Messwerte dieses Kanals mit der gleichen Häufigkeit wie der Referenzkanal abgespeichert wird.

Vereinfacht dargestellt läuft das Rechenverfahren so ab, dass zu dem bisherigen Integral-Wert der aktuelle Messwert des Quellkanals multipliziert mit dem Faktor des Integralkanals hinzu addiert wird.

$$\text{Integral}(\text{neu}) = \text{Integral}(\text{alt}) + \text{Faktor} * \text{Messwert} (\text{Quellkanal})$$

Der Faktor wird systemintern so verwendet, dass er sich auf ein scheinbares Integralintervall von 1 Sekunde bezieht. Daher muß der Faktor so gewählt werden, dass das Produkt aus dem Quellkanal und dem Faktor die „Menge“ pro Sekunde ergibt:

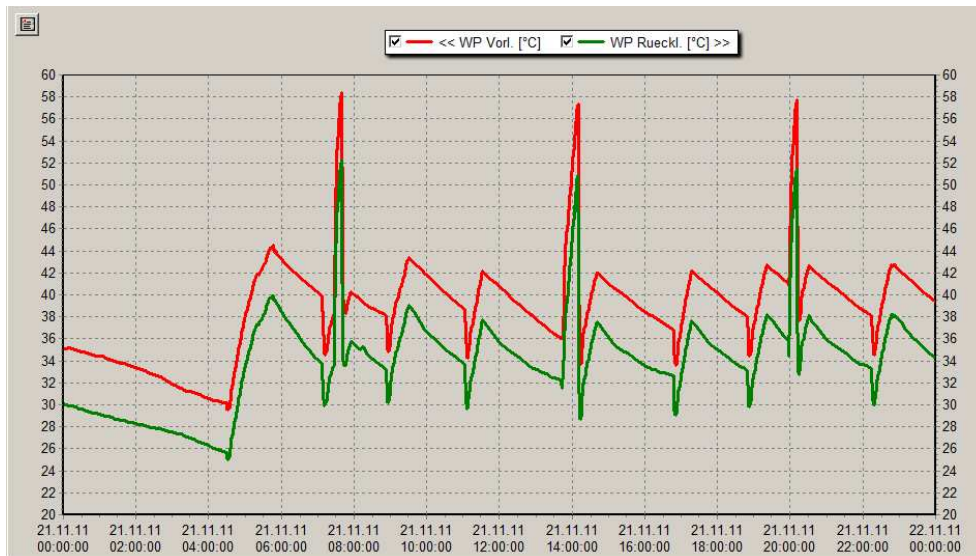
In unserem Beispiel liefert der Quellkanal die Heizleistung in kW. Um nun die Wärmemenge in kWh zu erhalten, muß der kW Wert mit 1/3600 multipliziert werden – da ja scheinbar in Sekunden-Abständen kumuliert wird.

Für die Umrechnung von kW auf kWh gilt Faktor = 1/3600 = 0,0002777

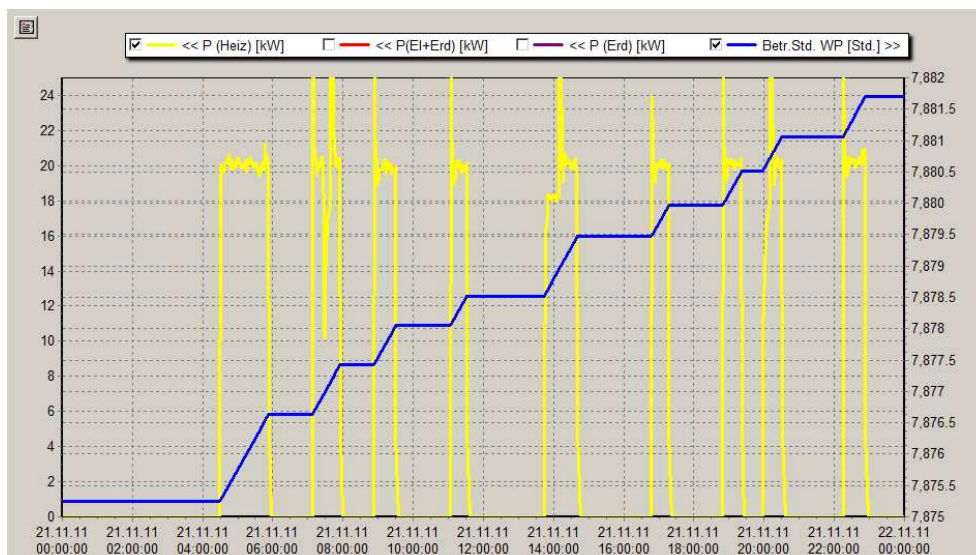
Kanal 22: Betr. Std. WP

Dieser Kanal zählt die Betriebsstunden der Wärmepumpe. Die Besonderheit ist, dass hier kein elektrisches Signal ausgewertet wird, sondern ein Referenzkanal mit einer Schaltschwelle.

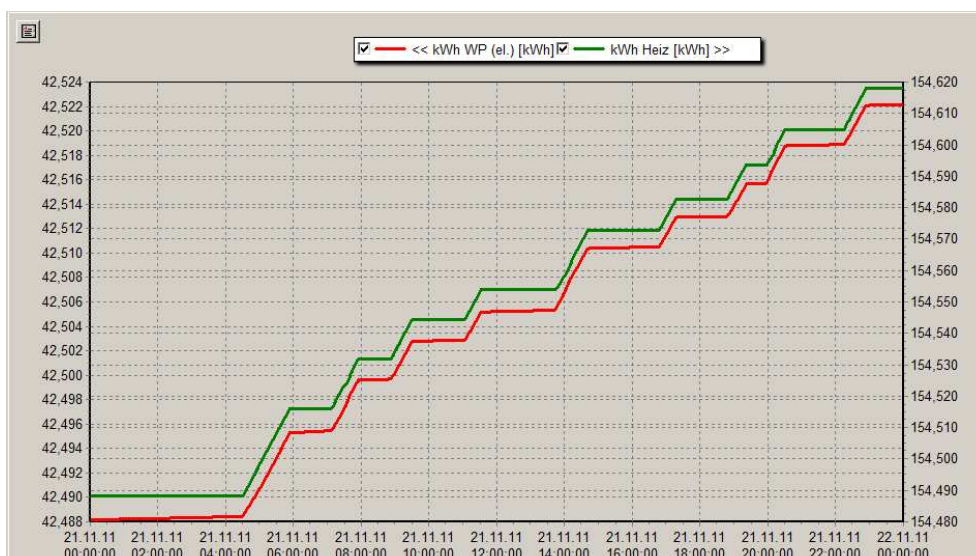
- Einheit: Std. – diese Einheit wird im HxGraph in der Graphen-Legende angezeigt
- LCD Seite: 03 – dieser Kanal wird auf der 3. LCD-Seite angezeigt
- LCD Zeile: 04 – dieser Kanal wird in der 4. LCD-Zeile angezeigt
- Y-Achse: Rechts – die Bezugs-Y-Achse in HxGraph ist die rechte Achse im Diagramm
- Gruppe: 05 – dieser Kanal wird in der 5. Graphik von HxGraph (2. Blatt, oben links) angezeigt
- Nr. in Gruppe: 04 – dieser Kanal ist in der Graphen-Legende der vierte angezeigte
- Farbe: Blau – dieser Kanal wird in der Graphik Blau dargestellt
- Minimum: 0 – Minimalwert der rechten Y-Achse – siehe auch Maximum
- Maximum: 0 – Maximalwert der rechten Y-Achse – Automatische Skalierung
- Kommastellen: 00 – dieser Kanal wird auf dem LCD ohne Kommastellen angezeigt
- Speicher-Intervall: 60 – dieser Kanal wird alle 60 Sekunden gespeichert
- Faktor: 1 – die Werte werden nicht über einen Faktor skaliert
- Offset: 0 – zu den Messwerten keinen konstanten Wert hinzuaddieren
- Kanal Typ: 108 Betriebsstundenzähler Referenzkanal – die Werte dieses Kanals werden in Abhängigkeit von einem Referenzkanal und einer Schwelle berechnet
- Referenz-Kanal: 25 Flow (Heiz) – Bezugskanal für die Betriebsstunden
- Schwelle: 15 – Wenn der Kanal 25 einen Flow von 15 ltr./min überschreitet, zählt Kanal 22 die Betriebsstunden weiter.
- Hysterese: 1 – Beim Unterschreiten von 14 ltr./min schaltet der Stundenzähler wieder ab.
- Referenz-Typ: 01 Stundenzähler-Schalter – Betriebsstundenzähler aktivieren

HxGraph:

In dieser Graphik werden die Vor- und Rücklauf-Temperatur angezeigt.



Hier ist die Heizleistung mit den Betriebsstunden abgebildet.



Hier ist die erzeugte Wärmemenge angezeigt. (mit der elektrischen Energieaufnahme)