

# Handbuch

zum Solepumpenregler HTR 2-D  
mit Messdatenerfassung  
und zur zugehörigen Windows-Software



© Netec und Messwert GmbH 2008-2011

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Installationsschema</b> .....	0

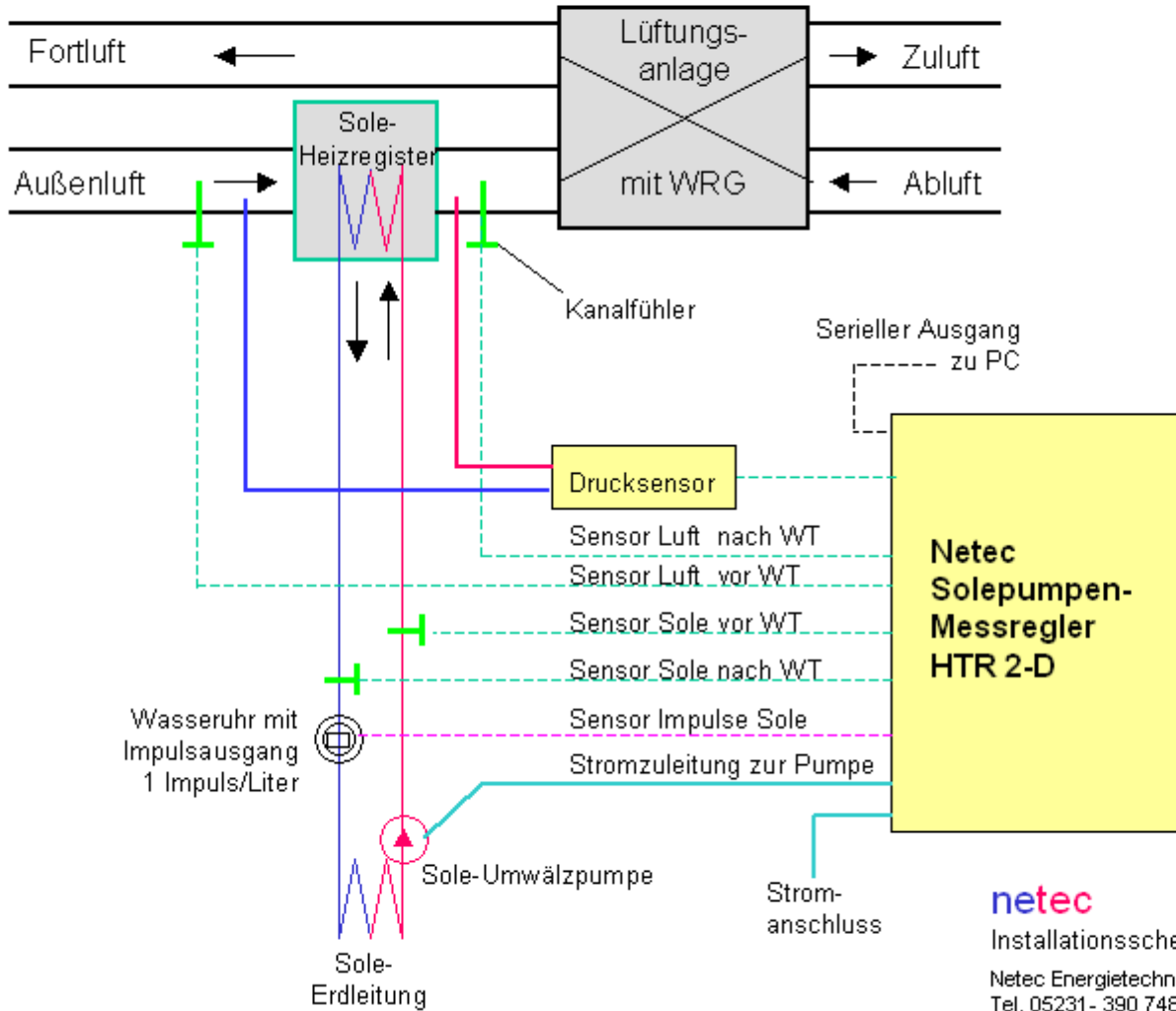
### **HTR2-D, Solepumpenregler mit Messdatenerfassung**

	Seite
A. Zusammenfassung .....	1
B. Bedienung des HTR2-D .....	1
C. Menüstruktur .....	1
1. Reglerstatus .....	1
2. Soletemperaturen .....	2
3. Lufttemperaturen .....	2
4. Sole-Durchflusszähler .....	2
5. Sole-Wärmemengenzähler .....	3
6. Differenzdruck zur Luftströmungsmessung .....	3
7. Luft-Wärmemengenzähler .....	3
8. Minimaltemperatur Winter für Regelung .....	4
9. Maximaltemperatur Sommer für Regelung .....	4
10. Restspeicherzeit des Datenloggers .....	4
11. Uhrzeit des Datenloggers .....	5
12. Uhr stellen .....	5
13. Speicher-Rate des Loggers .....	5
14. Grenzwert Spannungsmessung für Not-Speicherungsfunktion .....	6
15. Hand/Auto-Einstellung der Pumpe .....	6
16., 17., 18., 19., Offset-Kalibrierwerte der Temperaturmessung .....	6
20. Verstärkungs-Kalibrierung der Temperaturmessung .....	7
21. Pulslänge der Pumpen-Dimmung .....	7
22., 23. Kalibrierparameter der Druckdifferenzmessung .....	8
24. Identnummer und Speicherkapazität .....	9
25. Rohdatenübersicht .....	9

### **HTR2 – Windows-Software zum HTR2-D, V1.0**

	Seite
1. Systemvoraussetzungen .....	10
2. Software-Installation .....	10
3. Übersicht .....	10
4. Bedienung des Programms .....	11
HTR2-D / ComSetup .....	11
HTR2-D / Ansehen .....	11
Auswertung / Setup .....	12
Auswertung / Momentanwerte .....	14
HTR2-D / Download .....	14
Auswertung / Tabelle sichten .....	15
...Auswertung / Gnuplot-Grafik .....	16
Auswertung / Export .....	17
Auswertung / BIN-Datei laden .....	18
HTR2-D löschen .....	18
HTR2-D Zähler setzen .....	18
Programm / Firmware Update .....	18
Anhang 1: Lizenzbestimmungen Gnuplot .....	20
Anhang 2: Hinweise zur Vorgehensweise bei der Kalibrierung der Druckdifferenzmessung als Strömungsmesser .....	21
Anhang 3: Kalibrierparameter im HTR2-D Menüpunkte 22 und 23 für die Druckmessung oder als Voltmeter .....	23

# Kombinierter Regler und Datenlogger für Sole-EWT



**netec**  
 Installationsschema HTR 2-D Solepumpen-Messregler  
 Netec Energietechnik, Wolde marstr. 37, 32756 Detmold  
 Tel. 05231 - 390 748 netec@nei-dt.de www.sole-ewt.de

# HTR2-D

## Solepumpenregler mit Messdatenerfassung

### V1.0

### Dokumentation

#### A. Zusammenfassung

Der HTR2-D ist eine erweiterte Version des Solepumpenreglers HTR2-1. Über die Funktion als Regler für die Pumpe eines Erdwärmetauschers hinaus, ist der HTR2-D mit weiteren Temperaturfühlern, einem Zählereingang zur Messung des Soleflusses, einem Druckdifferenzmesser zur Erfassung des Luftstroms, einem Datenspeicher zur Aufzeichnung von 32768 Datensätzen (in der 1 MB – Version) und einem RS-232-Anschluss zum PC ausgestattet.

Zusammen mit der Windows-Software zum Übertragen der Daten zum PC ermöglicht der HTR2-D eine quantitative Erfassung des Betriebsverhaltens und der Energiebilanz der winterlichen Luftvorwärmung oder der sommerlichen Luftvorkühlung mittels eines Sole-Erdwärmetauschers.

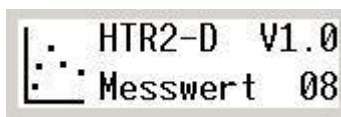
#### B. Bedienung des HTR2-D

Der Regler hat 26 verschiedene Anzeigebildschirme. Einige dienen der Datenanzeige, andere der Einstellung von Betriebs- und Kalibrierparametern. Er wird bedient mit den 3 Tasten (Set), (+) und (-). Sobald eine Taste gedrückt wird, schaltet sich die Display-Beleuchtung ein. Nach 5 Minuten ohne Tastendruck geht sie selbsttätig wieder aus.

Mit der Taste (+) gelangt man von einem Bildschirm zum nächsten. Mit (-) kommt man zurück. Innerhalb von Eingabefeldern bewegt man mit (+) und (-) den Cursor hin und her. Hält man die (Set)-Taste gedrückt und betätigt dann (+) und (-), ändert man den Wert. Um die Änderung zu speichern, hält man nur die (Set)-Taste 2 Sekunden lang gedrückt, bis der Schriftzug „<Speichern...>“ erscheint.

#### C. Menüstruktur

Wird der HTR2-D eingeschaltet, erscheint nach kurzer Zeit der Startbildschirm:



```
. HTR2-D V1.0
:
: Messwert 08
```

Binnen einiger Sekunden wandert ein dunkler Balken von links nach rechts über den Schirm. In dieser Zeit wird der bisherige Stand der Datenaufzeichnung durchgelesen, um anschließend die Aufzeichnung korrekt fortsetzen zu können.

Nach dieser Vorbereitung erscheint der erste Daten-Bildschirm mit Menü 01:

#### 1: Reglerstatus



```
WT>Luft 0.0 °C
AutoPWM 100.0 %
```

Die Angabe „WT>Luft“ zeigt die Temperatur der Luft hinter dem Sole-Luft-Wärmetauscher. Im Winter gilt es, diese Temperatur mit möglichst wenig Pumpenstrom gerade so zu regulieren, dass die Lüftungsanlage nicht einfrieren kann. Die hier angezeigte Temperatur reagiert zunächst verzögert und danach übersteigert auf extrem sprunghafte Temperaturänderungen wie sie zum Beispiel beim An- und Abklemmen von Fühlern vorkommen. Dieses Verhalten ist so gewollt, denn es ist abgestimmt auf Temperaturänderungsgeschwindigkeiten, wie sie im echten Betrieb vorkommen. Es ist optimiert für ein präzises, sicheres, vorausschauendes und effizientes Regeln der Pumpe.

Der zugehörige Temperaturfühler hat die Nummer 4 im Gehäuse des HTR2-D.

Unter „AutoPWM“ findet man die von der Regelung für die Pumpe aktivierte Pumpenstufe. Steht hier „HandPWM“, so ist mit Hilfe von Menü 15 per Handschaltung eine feste Pumpenstufe gesetzt worden. Im Normalbetrieb muss hier „AutoPWM“ stehen und nicht „HandPWM“!

Mit der Cursortaste (+) gelangt man zum nächsten Bildschirm:

## 2: Soletemperaturen vor und nach dem Wärmetauscher

```
Sole>WT  21.4 °C  
WT>Sole  21.5 °C
```

Dieser Bildschirm zeigt die Temperaturen auf der Soleseite des Erdwärmetauschers. „Sole>WT“ zeigt die Temperatur der aus dem Erdreich kommenden Sole vor Eintritt in den Sole-Luft-Wärmetauscher. „WT>Sole“ zeigt die Temperatur der Sole nach dem Durchströmen des Sole-Luft-Wärmetauschers, wie sie ins Erdreich zurückströmt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Fühler sich innerhalb des Gebäudes befinden. Wenn die Solepumpe länger nicht in Betrieb ist, zeigen sie näherungsweise die Raumtemperatur an. Erst wenn die Solepumpe ein wenig Sole aus der Erde gefördert hat und diese an den Temperaturfühler angekommen ist, werden diese Werte sinnvoll.

Die zugehörigen Temperaturfühler im Gehäuse des HTR2-D sind:

Sole>WT (Sole von Erde kommend, vor dem WT): Nummer 1

WT>Sole (Sole zu Erde gehend, hinter dem WT): Nummer 2

## 3: Lufttemperaturen vor und nach dem Wärmetauscher

```
Luft>WT  21.3 °C  
WT>Luft  25.6 °C
```

Dieser Bildschirm zeigt die Temperaturen auf der Luftseite des Erdwärmetauschers. „Luft>WT“ zeigt die Temperatur der Luft, wie sie von außen kommend in den Sole-Luft-Wärmetauscher eintritt.

„WT>Luft“ zeigt die Temperatur der Luft, wie sie aus dem Sole-Luft-Wärmetauscher kommend in Richtung Lüftungsanlage strömt. Dies ist dieselbe Temperatur wie in Bildschirm 01. Allerdings wird hier auf Bildschirm 03 nicht der für die Regelung angepasste Wert angezeigt, sondern der aktuell wirklich gerade gemessene.

Die zugehörigen Temperaturfühler im Gehäuse des HTR2-D sind:

Luft>WT (Außenluft, vor dem WT): Fühler Nr 3

WT>Luft (hinter dem WT, temperierte Luft, zum Wärmerückgewinnungs-Wärmetauscher): Fühler Nr 4

## 4: Sole-Durchflusszähler

```
4:PpStd    0.0  
Pulse 000000012
```

Zur Vermessung der Soleförderung im Sole-Erdwärmetauscher-Kreislauf ist in diesen ein Durchflusszähler eingebaut. Dessen Pulsausgang ist im HTR2-D an der entsprechenden Klemme anzuschließen. Der abgebildete Bildschirm 04 zeigt den momentanen Messwert „Pulse pro Stunde“ und die gezählten Pulse an. Bei der Anzeige der „Pulse pro Stunde“ bzw. „PpStd“ sollte man berücksichtigen, dass natürlich mindestens 2 Pulse vom Zähler gesendet worden sein müssen, damit man aus deren Abstand berechnen kann, wieviele Pulse pro Stunde das wohl sein werden. Und beim Ausschalten der Solepumpe sinkt der Wert nur sehr langsam, denn es wird stets diejenige Pulsrate angezeigt, die sich ergäbe, wenn zum Zeitpunkt der Anzeige gerade ein neuer Puls einträte. Wie man also leicht einsieht eignet sich diese Angabe nicht für exakte auswertende Berechnungen. Sie zeigt nur nach einem gleichmäßigem Betrieb der Pumpe innerhalb der jeweils zurückliegenden Stunde sinnvolle Werte.

Eine für die Auswertung nötige weitergehende Kalibrierung der Zählerpulse als „Liter“ oder „Liter pro Stunde“ kann mit der Windows-Software zum HTR2-D leicht vorgenommen werden, wenn man dort die korrekten Kalibrierdaten des Durchflussmessers eingibt.

## 5: Sole-Wärmemengenzähler

5: Sole-WT-WMZ °K  
000000000.0

Um die der Sole entnommene Energie durch den Erdwärmetauscher zu berechnen, also die Wärmemenge zu zählen, muss man kontinuierlich die Temperaturdifferenz der Sole mit der Solemenge und deren Wärmekapazität multiplizieren und diese Werte aufsummieren. Es ist dagegen fehlerhaft, einfach nur den Mittelwert der Temperaturdifferenzen über einen längeren Zeitraum zu nehmen und diesen mit der insgesamt in diesem Zeitraum geförderten Solemenge und deren Wärmekapazität zu multiplizieren.

Aus diesem Grunde führt die Messdatenerfassung immer dann, wenn ein Zählerpuls eintrifft, eine Summation der dabei gerade vorhandenen Temperaturdifferenz aus und kommt damit der Realität jedenfalls im Rahmen der zeitlichen Auflösung der Zählerpulse sehr viel näher.

## 6: Differenzdruck zur Luftströmungsmessung

6: Pa Roh 0194  
Kalibriert 0.00

Die Strömungsgeschwindigkeit im Luftkanal wird mittels eines Druckdifferenzsensors vor und hinter einer Lochblende oder einem anderen Druckabfall erzeugenden Bauteil (z.B. dem Sole-Luft-WT) gemessen. An dem Bildschirm dieses Menüs wird nur der vom AD-Wandler gemessene Wert und der zugehörige Druckwert in Pascal angezeigt. Die Kalibrierung für die Standardeinstellung wird schon mitgeliefert und muss gewöhnlich nicht mehr geändert werden. Die Menüpunkte 22 und 23 enthalten die zugehörigen Parameter.

Mit Hilfe von Dipschaltern kann im Gerät der Verstärkungsfaktor der Vorverarbeitung an die realen Anforderungen und an abweichende Drucksensoren angepasst werden. In diesem Fall sind auch die Kalibrierparameter entsprechend anzupassen. Eine Liste der vorgesehenen Dipschalterstellungen, Drucksensoren und Parameter-Werten finden Sie im Anhang 3. Solche Eingriffe sollten nur von elektronisch kompetentem Personen vorgenommen werden.

Eine Umrechnung in Strömungsgeschwindigkeit und Fördermenge erfolgt erst in der Windows-Software mit den dazu einzugebenden Parametern.

Da die Druckdifferenz-Messwerte vom Sensor sich in der Praxis als extrem verrauscht herausstellten, sobald wirklich ein Luftstrom fließt, müssen sie drastisch geglättet werden. Die Glättungs-Zeitkonstante beträgt 10 Sekunden. Nach einer Änderung des Luftstroms dauert es deshalb etwa 1 Minute, bis der Messwert im Rahmen der Messauflösung auf den neuen Stand eingeschwungen ist.

## 7: Luft-Wärmemengenzähler

7: Luft-WT-WMZ °K  
-0004239559

Ähnlich wie im Solekreislauf muss auch im Luftkreislauf für die Implementierung eines ordentlichen Wärmemengenzählers bereits bei der Erfassung die Summe des Produkts aus Temperaturdifferenz und einer Größe proportional zur Fördermenge gebildet werden. In diesem Fall wird schlicht die Wurzel aus den gemessenen Druckdifferenzwerten einmal in der Sekunde aufsummiert und eine Zwischensumme gebildet. Sobald auf diese Weise eine feste Grenze überschritten wird, gilt dies als „Zählerpuls“ und es wird die Temperaturdifferenz gebildet und aufaddiert. So ergibt sich die exotisch anmutende Einheit „Wurzel aus Pascal mal Sekunden mal Kelvin“, welche aber in der Windows-Software unter Zuhilfenahme der korrekten Proportionalitätsfaktoren leicht in die Wärmemenge umgerechnet werden kann.

## 8: Minimaltemperatur Winter für Regelung

8: Winter-Min  
°C <+0001.0>

Dieser Parameter für die Regelung stellt die untere Grenztemperatur der Luft hinter dem Sole-Luft-Wärmetauscher dar, die der Regler im Winter nicht zu unterschreiten versucht. Bereits 1°K darüber beginnt der Regler langsam mit dem Dimmen der Pumpe. Es handelt sich um die Temperatur „WT>Luft“ der Luft, welche aus dem Sole-Luft-Wärmetauscher kommend in den Haupt-Lüftungswärmetauscher der Wärmerückgewinnungsanlage gelangt (Anschluss 4 im HTR2-D). Bei Erreichen der Winter-Min-Temperatur plus 1°K beginnt die Regelung zunächst mit gedimmter Pumpenleistung Sole zu fördern. Die geförderte Solemenge wird gesteigert, wenn die Temperatur trotzdem weiter sinkt. Sinkt die Temperatur trotz Hochregeln der Pumpe auf oder unter die angegebene Grenze „Winter-Min“, regelt die Solepumpe bis auf 100% Leistung hoch. Überschreitet die Temperatur die Winter-Min-Grenze wieder um mehr als 1°K, wird die Pumpe ausgeschaltet.

Wenn Sie den SOLL-Wert von Winter-Min ändern wollen, bewegen Sie den Cursor zunächst mit (+) und (-) zur gewünschten Stelle, drücken dann (Set) und halten (Set) auch gedrückt, während Sie die (+) oder (-) Taste zusätzlich drücken, um den Wert zu ändern. Modifizieren Sie nacheinander alle Stellen des Wertes, bis der gewünschte Wert angezeigt wird. Halten Sie dann zum Speichern für 2 Sekunden (bis die Meldung „<Speichern...>“ erscheint) nur die (Set)-Taste gedrückt. Wenn Sie das Feld verlassen, ohne zu speichern, bleibt der alte Wert unverändert.

## 9: Maximaltemperatur Sommer für Regelung

9: Sommer-Max  
°C <+0025.0>

Dieser Parameter für die Regelung stellt die obere Grenztemperatur der Luft hinter dem Sole-Luft-Wärmetauscher dar, die die Regelung im Sommer nicht zu überschreiten versucht. Es handelt sich um die Temperatur „WT>Luft“ der Luft, welche aus dem Erdwärmetauscher kommend in den Haupt-Lüftungswärmetauscher der Wärmerückgewinnungsanlage gelangt (Anschluss 4 im HTR2-D). Bei Erreichen der Sommer-Max-Temperatur minus 1°K beginnt die Regelung zunächst mit gedimmter Pumpenleistung Sole zu fördern. Die geförderte Solemenge wird gesteigert, wenn die Temperatur trotzdem weiter steigt. Steigt die Temperatur trotz Hochregeln der Pumpe auf oder über die angegebene Grenze „Sommer-Max“, läuft die Solepumpe mit 100% Leistung. Unterschreitet die Temperatur die Sommer-Max-Grenze wieder um mehr als 1°K, wird die Pumpe ausgeschaltet.

Wenn Sie den Wert ändern wollen, bewegen Sie den Cursor zunächst mit (+) und (-) zur gewünschten Stelle, drücken dann (Set) und halten (Set) auch gedrückt, während Sie die (+) oder (-) Taste zusätzlich drücken, um den Wert zu ändern. Modifizieren Sie nacheinander alle Stellen des Wertes, bis Sie die gewünschte Anzeige erreicht haben. Halten Sie zum Speichern für 2 Sekunden (bis die Meldung „<Speichern...>“ erscheint) allein die (Set)-Taste gedrückt. Wenn Sie das Feld verlassen, ohne zu speichern, bleibt der alte Wert unverändert.

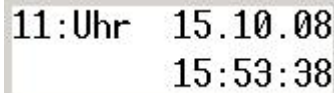
## 10: Restspeicherzeit des Datenloggers

10: RestTage 102.  
Reset? <2SekSET>

Dieser Wert bezieht sich auf die Logger-Funktion des HTR2-D. Er gibt an, wie viele Tage noch verbleiben, bis der Logger die ältesten gespeicherten Daten wieder zu überschreiben beginnt. Eine sinnvolle Angabe steht hier allerdings nur dann, wenn man den Wert beim letzten Übertragen der Daten zum PC auf den Maximalwert zurückgesetzt hat. Dies bewirkt man, wenn man in diesem Menü für 2 Sekunden die Set-Taste gedrückt hält. Auch die Windows-Software offeriert beim Datentransfer die Möglichkeit, die Rest-Tage-Zählung zurückzusetzen. Die Zählung der Rest-Tage berücksichtigt die

eingestellte Datenrate (Menüpunkt 13). Hat man die Speicherung komplett ausgeschaltet, indem man dort die Datenrate 0 angab, dann ist die Angabe der Rest-Tage selbstverständlich sinnlos.

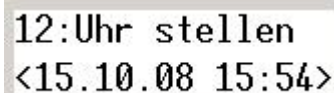
#### 11: Datum und Uhrzeit-Anzeige des Datenloggers



11:Uhr 15.10.08  
15:53:38

Dieses Menü zeigt die aktuell eingestellten Datums- und Zeitwerte, die mit den Daten abgespeichert werden. Zur Einstellung diese Werte siehe Menü 12.

#### 12: Datum und Uhr stellen



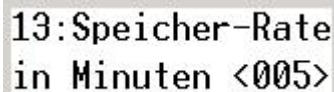
12:Uhr stellen  
<15.10.08 15:54>

In diesem Menü können Datum und Uhrzeit des HTR2-D verstellt werden. Wenn Sie die Einstellung ändern wollen, bewegen Sie den Cursor zunächst mit (+) oder (-) zur gewünschten Ziffer, drücken dann (Set) und halten (Set) auch gedrückt, während Sie die (+) oder (-) Taste zusätzlich drücken, um den Wert zu ändern. Modifizieren Sie nacheinander alle Stellen des Wertes, bis Sie die gewünschte Anzeige erreicht haben. Halten Sie dann zum Speichern für 2 Sekunden (bis die Meldung „<Speichern...>“ erscheint) nur die (Set)-Taste gedrückt. Wenn Sie das Feld verlassen, ohne zu speichern, bleibt die Einstellung unverändert.

**Beachten Sie BITTE:** Bei Datenerfassungen sollte man UNBEDINGT AUF DIE UMSTELLUNG AUF SOMMERZEIT VERZICHTEN. Zeitsprünge in der Datenerfassung erschweren die Auswertung ungemein. Die nach meteorologischen Gesichtspunkten korrekte Uhrzeit ist in Deutschland die mitteleuropäische Winterzeit (MEZ). Wenn Sie im Sommer die aktuelle Uhrzeit von einer auf Sommerzeit umgestellten Uhr ablesen (MESZ), um die Uhr im HTR2-D korrekt zu stellen, gehen Sie wie folgt vor: Lesen Sie die Referenz-Uhr als Sommerzeit ab. Subtrahieren Sie eine Stunde. Geben Sie diese Zeit in die HTR2-D-Uhr ein.

Der HTR2-D wird mit gestellter Uhr für die mitteleuropäische Winterzeit (MEZ) geliefert. Der Uhrenbaustein ist batteriegepuffert für etwa 10 Jahre. Nach dem Öffnen des Gerätes kann die Knopfzelle CR2032 leicht ersetzt werden.

#### 13: Speicher-Rate des Loggers



13:Speicher-Rate  
in Minuten <005>

In diesem Menü wird der Abstand der Datenspeicherung spezifiziert. Diese Größe ist auch maßgebend dafür, welche Zeitspanne die gespeicherten Daten umfassen können. Der HTR2-D betrachtet den Speicher niemals als „voll“ sondern überschreibt gegebenenfalls die ältesten Daten. So hat man bei einem aufgetretenen Fehler zuverlässig stets die jüngsten Daten im Speicher („Blackbox-Funktion“). Der Datenspeicher umfasst 32768 Datensätze in der üblichen Ausstattung mit 1 MB Speicher. Somit ergeben sich in Abhängigkeit von der Speicher-Rate folgende Zeitspannen:

1 Minute	22,7 Tage	12 Minuten	273,0 Tage
2 Minuten	45,5 Tage	15 Minuten	341,3 Tage
3 Minuten	68,2 Tage	20 Minuten	455,1 Tage
4 Minuten	91,0 Tage	30 Minuten	682,6 Tage
5 Minuten	113,7 Tage	60 Minuten	1365,3 Tage
6 Minuten	136,5 Tage	120 Minuten	2730,6 Tage
10 Minuten	227,5 Tage	240 Minuten	5461,3 Tage



In der nur noch ausnahmsweise gelieferten 512 KB-Version umfasst der Datenspeicher nur 16384 Datensätze und die Zeitspannen halbieren sich.

Es wurden hier absichtlich nur solche Zeitspannen angegeben, die auf glatte Stunden hinauslaufen. Eine Speicher-Rate von z.B. 7 Minuten ist nicht ausdrücklich unzulässig. Allerdings hält sich die Datenspeicherung spätestens nach 4 Stunden dann genau einmal nicht daran, um wieder auf einen glatten Stundenwert zu kommen. Krumme Datenraten werden also nicht empfohlen. Die Eingabe der Speicher-Rate „0“ deaktiviert die Datenspeicherung.

#### 14: Grenzwert Spannungsmessung für Not-Speicherungsfunktion

14:Low-V Counts  
<100>

Der HTR2-D verfügt über eine „Not-Speicherungsfunktion“ für Stromausfall. Er überwacht seine eigene Versorgungsspannung und reagiert, wenn diese unter eine Gefahrenschwelle sinkt. Dann speichert er das letzte Zwischenergebnis mit der Restenergie aus einem Kondensator noch schnell ab. Somit gehen bei einem Stromausfall nicht die Daten des gerade noch nicht abgeschlossenen Messintervalls verloren und die Buchführung über die Zählerstände bleibt korrekt. Die Gefahrenschwelle als grober A/D-Wandlerwert von 0 bis 255 wird hier spezifiziert. Der Wert wurde vom Hersteller eingestellt und muss normalerweise nicht verändert werden. Er kann allerdings von Gerät zu Gerät abhängig von Bauteiltoleranzen variieren.

#### 15: Hand/Auto-Einstellung der Pumpe

15:PWM >100=Auto  
Auto % <0200.0>

Die Ansteuerung der Pumpe geschieht normalerweise durch die Regelung in Abhängigkeit von der Temperatur. Für Installationsarbeiten, zur Funktionskontrolle oder zur Kalibrierung gibt es hier zusätzlich die Möglichkeit, die Pumpe fest mit einer wählbaren Pumpenstufe durchlaufen zu lassen. Dazu kann man in diesem Menü die gewünschte Prozentzahl der Pumpenleistung eingeben. Prozentzahlen von 0.0 bis 100.0 werden als „Handbetrieb“ interpretiert. Das Menü 01 zeigt dann auch „HandPWM“ an. Werte zwischen 100.1 und 200.0 werden als Aufforderung zum Automatik-Betrieb interpretiert.

**Nach dem Ende von Wartungsarbeiten mit "Handbetrieb" muss der Regler unbedingt wieder durch die Eingabe von z.B. „200.0“ auf automatischen Betrieb umgestellt werden!**

#### 16, 17, 18, 19 Offset-Kalibrierwerte der Temperaturmessung

16:Offset1  
<65514>

17:Offset2  
<65514>

18:Offset3  
<65514>

19:Offset4  
<65514>

Für die Energiemessung ist es erforderlich, dass alle Temperaturfühler bei gleicher Temperatur so weit wie möglich exakt dasselbe messen. Leider gibt es keine bezahlbaren Temperaturfühler, die von Natur aus so genau wären, wie man es gern hätte. Daher werden die Messwert-Differenzen mittels eines individuellen Offset-Abgleichs per Software herausgerechnet. Die Einstellung dieser Werte erfolgt ab Werk bereits mit den angeschlossenen, mitgelieferten Temperaturfühlern. Die Werte müssen nur dann geändert werden, wenn andere Temperaturfühler angeschlossen werden oder wenn die

Temperaturfühler abgeklemmt und dann vertauscht wurden. Der Offset-Abgleich erfolgt bei 0° Celsius, denn dies ist die für den Betrieb kritischste Temperatur, bei dem man daher die größte Präzision wünscht. Die Kalibrierung erfolgt hier auf +/- 0,01 °C genau.

#### 20: Verstärkungs-Kalibrierung der Temperaturmessung

20:Verstaerkung  
<32768>

Dieser Wert gestattet zusätzlich zum Offset, per Software auch an der Spanne der Messwerte eine Kalibrierung vorzunehmen. Gewöhnlich ist dieser Software-Abgleich unnötig und der obige Wert aus der Abbildung kann bleiben, denn für diese Funktion gibt es im HTR2-D zusätzlich ein Abgleich-Potentiometer, dessen Einstellbereich und Genauigkeit gewöhnlich ausreicht. Der Verstärker-Abgleich erfolgt bei 25,685 °C. Er wird ab Werk vorgenommen und muss normalerweise später nicht angepasst werden. Durch Linearisierung, Offset- und Verstärkungs-Kalibrierung wird erreicht, dass von -15°C bis 40°C eine absolute Genauigkeit von +/- 0,05 °K erreicht wird.

#### 21: Pulslänge der Pumpen-Dimmung

21:PWMLaenge  
0, . . . , 13 <004>

Der HTR2-D versucht, durch Pulsweiten-Modulation die Pumpe so anzusteuern, dass sich ein möglichst effizienter Betrieb ergibt. In längeren Versuchsreihen wurde festgestellt, dass man bei zu kurzen Pulsen aus elektromagnetischen Gründen zu einem ineffizienten Pumpenbetrieb kommt, und zudem der Fall eintreten kann, dass die Sole durch einen einzelnen Puls gar nicht in Bewegung kommt und daher die Energie als komplett verloren anzusehen ist. Zu lange Pulsweiten führen dazu, dass die Sole zwischen 2 Pulsen komplett zum Stillstand kommt, oder dass pro Puls schon mehr Sole gefördert wird, als in den Sole-Luft-Wärmetauscher passt. Beides ist effizienzmindern. Die angegebenen Kennzahlen bedeuten

0: 20 ms	7: 2560 ms
1: 40 ms	8: 5120 ms
2: 80 ms	9: 10240 ms
3: 160 ms	10: 20480 ms
4: 320ms	11: 40960 ms
5: 640 ms	12: 81920 ms
6: 1280 ms	13: 163840 ms

Die Vorgabe ab Werk ist 4, entsprechend 320ms. Es gibt vereinzelt Pumpen und Erdwärmetauscher, die auch in 160ms-Einstellung noch zuverlässig anlaufen und die Sole in Bewegung setzen. In diesem Fall ist diese Betriebsart sogar geringfügig effizienter als die Normal-Einstellung auf 320ms. Da es hierzu allerdings keine systematischen Messungen mit verschiedenen Pumpen gibt, wird empfohlen, die Einstellung „4“ = 320 ms beizubehalten. Alle kürzeren Pulsweiten als 160ms erwiesen sich als weniger effizient!

Ferner erwies es sich als ineffizient, eine Pumpe mit bereits pumpenseitig gedrosselter Pumpleistung zu verwenden. Auch wenn die eingesetzte Pumpe eine Möglichkeit anbietet, von sich aus mit verringerter Leistung zu arbeiten, erweist es sich in Kombination mit dem HTR2-D als günstiger, darauf zu verzichten und statt dessen die Pumpe mit voller Leistung laufen zu lassen und die Leistungsregelung dem HTR2-D zu überlassen.

Längere Pulspakete als 320ms einzustellen ist dann sinnvoll, wenn man aus irgendeinem Grund in einer Anlage eine Pumpe einsetzen muss, die eigentlich gar nicht dimmbar ist, weil sie über längere Zeit nicht so schnell ein- und ausgeschaltet werden darf. Der HTR2-D darf in diesem Fall nur dann verwendet werden, wenn eine größere PWM-Länge für eine gewisse Mindest-Laufdauer sorgt. Dies wird gewiss die Regelgenauigkeit und die Effizienz beeinträchtigen. Im Winter wird eventuell zu lange gepumpt und daher zu stark vorgewärmt. Es ist aber gewiss nicht schlechter als eine schlichte,

temperaturgeregelte Ein-Aus-Schaltung, der man ja mittels Hysterese ebenfalls das schnelle Ein-Aus-Schalten abgewöhnen muss, um die Pumpe nicht zu ruinieren.

#### 22, 23: Kalibrierparameter der Druckdifferenzmessung

22:PaOffset  
<65342>

23:PaVerstaerkg  
<04166>

Der für die Strömungsmessung verwendete Druckdifferenzmesser wird ab Werk mittels dieser beiden Software-Parameter so kalibriert, dass seine Werte als „Pascal“ zu verstehen sind. Wird nicht ein anderer Druckdifferenz-Sensor verwendet, können diese Werte unverändert bleiben.

Mit Hilfe dieser Parameter lässt sich die Anpassung an mittels der Dip-Schalter gesetzte abweichende Verstärkungsfaktoren oder andere Druckmesser bewerkstelligen. Auch eine Kalibrierung, die statt Pa schlicht Volt anzeigt, ist hiermit einfach machbar. Die genauen Werte findet man im Anhang 3.

Beim Einbau des Druckmessers in eine Lüftungsanlage ist unbedingt eine sorgfältige Vermessung der Luft-Strömung mit Hilfe eines geeichten Strömungsmessers erforderlich. Dies gelang im Test an einfachsten mit Hilfe eines Luftrichters mit eingebautem Flügelradanemometer. Notiert man sich den gleichzeitig mit dem HTR2-D gemessenen Druckdifferenzwert an den bereits in ihrer endgültigen Position montierten Messnippeln und ermittelt zudem genau die Querschnittsfläche des Lüftungskanals an der Position der Messnippel, kann man in der Windows-Software hinterher leicht eine korrekte Umrechnung der gemessenen Pa-Werte in Strömungsgeschwindigkeit und Fördermenge vornehmen lassen.

Da der Druckdifferenz-Sensor nur die Druckdifferenz zwischen 2 festen Punkten im Kanal feststellt, die Strömung aber auch im günstigsten Fall keinesfalls über den gesamten Querschnitt des Lüftungskanals identisch ist, ist die sorgfältige Durchführung der Ermittlung des Umrechnungsfaktors nach der angegebenen Methode höchst wichtig, damit man hinterher aussagefähige und korrekte Werte für die Strömung im Luftkanal und die Leistung des Erdwärmetauschers bekommt. Diese Vermessungsarbeit beinhaltet vermutlich die größte Fehlerquelle bei der Vermessung der Luftseite des Erdwärmetauschers überhaupt!

Leider konnte zum Zeitpunkt der Entwicklung noch nicht sicher gesagt werden, in welcher Größenordnung die in realen Anlagen verschiedener Größe vorkommenden Druckdifferenzwerte liegen. Der momentan eingesetzte Fühler gestattet in der empfindlichsten Einstellung des HTR2-D das Messen von Werten im Bereich von 0 bis 33 Pa. Die Auflösung beträgt dann ca. 0,04 Pa. Dies ist der momentan empfindlichste, bezahlbare und hinreichend robuste Druckdifferenzfühler, der gefunden wurde. Wenn dieser Messbereich zu grob ist, muss notgedrungen mit einer Lochblende der Strömungswiderstand erhöht werden, oder ein Prandtl'sches Staurohr angewendet werden. Typischerweise kann man aber auch mit letzterem keine Strömungen von weniger als 1 m/s vermessen.

Sollte der Messbereich hingegen zu klein sein, kann die Vorverstärkung reduziert werden oder es stehen auch Druckdifferenzfühler mit größerem Messbereich zur Verfügung.

Unbedingt zu beachten ist, dass die Zeitkonstante zur Glättung des Druckmesser-Messwertes 10 Sekunden beträgt, denn das Druckmessersignal ist in strömender Luft sehr verrauscht. Ändert sich die Druckdifferenz, ist der Messwert also erst nach etwa einer Minute vollständig auf den neuen Wert eingeschwungen. Somit ist der Druckmesser des HTR2-D etwa genauso träge wie eine Druckmessdose zur Blowerdoor-Messung.

Eine detaillierte Anleitung zur Kalibrierung der Druckdifferenzmessung als Strömungsmessung befindet sich im Anhang 2 "Hinweise zur Vorgehensweise bei der Kalibrierung der Druckdifferenzmessung als Strömungsmessung".

#### 24: Identnummer und Speicherkapazität

```
24: IdentNr  
1024 KB <0001>
```

Jedem HTR2-D wird ab Werk eine Nummer zugewiesen, unter welcher die Prüfergebnisse und Kalibriererwerte archiviert werden. Dieser Wert ist auch außen am Gerät und auf der eingesetzten Platine vermerkt und wird zudem in diesem Menü auch im Gerät per Software eingetragen. Bei der Übertragung der Daten zum PC wird diese IdentNr ein Bestandteil des Dateinamens, sodass Messungen von unterschiedlichen HTR2-D leicht unterschieden werden können. Es steht dem Benutzer allerdings frei, auch eigene, wechselnde IdentNummern zu vergeben, wenn etwa nacheinander mit demselben Gerät an verschiedenen Orten gemessen werden soll.

Die Angabe „1024 KB“ bezieht sich auf den eingebauten Speicher und den Rückschluss auf dessen Größe, die die Software aufgrund der Kennung, die der Baustein sendet, annimmt. Dieser Wert hat nur Kontrollcharakter. Ältere HTR2 hatten nur 512 KB Speicher.

#### 25: Rohdatenübersicht

```
2: 0111 1023 1022  
5 0021 1023 0202
```

Dies ist ein reines Rohdaten-Feld. Die Angaben sind:

Spannungsüberwachung	Temp1	Temp2
Druckdifferenzsensor	Temp3	Temp4

Es gestattet insbesondere einem Servicetechniker mit einem Blick die Diagnose, ob alle Sensoren überhaupt Werte liefern, oder ob möglicherweise Kontaktprobleme oder Kurzschlüsse vorliegen. Die Spannungsüberwachung liefert Werte von 0 bis 255, alle anderen liefern Werte im Bereich 0 bis 1023. Werte an den Grenzen sind dabei stets als verdächtig zu betrachten.

Hinter diesem Bildschirm folgt kein weiterer sondern wieder der Startbildschirm, von dem aus man auch rückwärts zu Bildschirm 25 hätte gelangt sein können.

**HTR2**  
**Windows-Software zum HTR2-D**  
**V 1.0**  
**© Messwert 2008**

Die angezeigten Diagramme werden erzeugt mit Gnuplot 4.2.4  
(<http://gnuplot.sourceforge.net> - Lizenzbedingungen siehe Anhang 1)

**1. Systemvoraussetzungen**

Windows98 oder WindowsXP; Vista ist ungetestet. Serielle Schnittstelle oder USB-Seriell Adapter.

**2. Software-Installation**

Es gibt keine Installation im klassischen Sinne. Kopieren Sie einfach das gesamte Verzeichnis „HTR2“ von der CD an einen Ort Ihrer Wahl. Rufen Sie das Programm von dort auf oder erstellen Sie sich mit „Senden an“-„Desktop-Verknüpfung“ eine Startmöglichkeit vom Desktop. Das Programm erfordert keine Administrator-Rechte, allerdings benötigt es natürlich Schreibrechte, um Einstellungen und Daten zu speichern. Das Programm kann also zum Beispiel auch direkt von einem USB-Stick laufen.

**ACHTUNG:** Wenn Sie das Programm ohne Administrator-Rechte benutzen wollen, installieren Sie es bitte NICHT in ein Verzeichnis, in dem Sie nur als Administrator Schreibrechte haben! Das Verzeichnis „Programme“ ist zum Beispiel ein Verzeichnis, in das Sie nur als Administrator schreiben dürfen! Wenn Sie das Programm ohne Administrator-Rechte benutzen wollen, installieren Sie es sich am Besten in ein Unterverzeichnis in Ihren „Eigenen Dateien“. Dann brauchen Sie auch für das Kopieren dorthin keine Administrator-Rechte.

Verfügt der PC nicht über eine serielle Schnittstelle, kann ein USB-Seriell-Adapter verwendet werden. Der USB-Seriell-Adapter ist mit der zum USB-Seriell-Adapter gehörigen Software vor dem Benutzen der HTR2-Software zur Datenübertragung zu installieren. Beachten Sie dazu bitte die zum USB-Seriell-Adapter gelieferten Installationshinweise. Vorsorglich weisen wir darauf hin, dass leider sehr, sehr viele USB-Geräte sich nicht so installieren lassen, wie man das von Plug-and-Play erwartet (Reinstecken, egal ob User oder Admin - Abwarten, dass man zum Einlegen der Treiber-CD aufgefordert wird – CD einlegen – Treiberinstallation abwarten – Gerät ist nun benutzbar). Häufig trifft man auf den Fall, dass ausdrücklich schon vor dem ersten Einstecken des Geräts von der dem Gerät beiliegenden CD eine Installationssoftware zu starten ist. In aller Regel verlangt diese Installation zudem Administrator-Rechte! Leider findet sich der entsprechende Hinweis oft nicht gut sichtbar auf der Verpackung, sondern nur in einer Datei auf der CD oder wird gar ganz vergessen.

Leider führt das irrtümliche Vorgehen nach der Plug-and-Play-Methode oft dazu, dass Windows falsche Treibersoftware installiert oder den Treiber als „Unbekanntes Gerät“ einstuft und zudem ausdrücklich lernt, dass genau diese falsche Software zu dem Gerät gehört. Auch die nachträgliche Installationsprozedur von der CD des Geräts kann daran dann oft nichts mehr ändern. Windows benutzt weiterhin die falsche Software und nicht die nachinstallierte. Erst manuelles Deinstallieren des Gerätes in der Systemsteuerung kann helfen. Dabei muss das Gerät angeschlossen sein, denn sonst sieht man es gar nicht und kann es auch nicht zur Deinstallation auswählen. Erneutes Ausführen der Installationsprozedur von der CD – zunächst noch ohne angeschlossenes Gerät - führt schließlich beim Einstecken des Adapters zur korrekten Funktion.

Wir empfehlen, bei Bedarf einen USB-Seriell-Adapter über uns kaufen. In diesem Fall richten Sie sich bitte nach den zu diesem Adapter von uns beigelegten Installationshinweisen. Aufgrund wechselnder Verfügbarkeit passen wir diese Hinweise jeweils dem gerade beigelegten Adapter an, nachdem wir die Installation und Funktion selbst getestet haben!

**3. Übersicht**

Mit der HTR2-Software können die Daten aus der Datenerfassung des HTR2-D zum PC übertragen und mit einfachen Mitteln tabellarisch und grafisch gesichtet werden. Die wichtigsten Umrechnungsfunktionen von den Rohdaten des HTR2-D in abgeleitete physikalische Größen stehen zur Verfügung. Zur weiteren wissenschaftlichen Bearbeitung können die Daten auch auszugsweise exportiert und z.B. mit Excel geladen werden.

#### 4. Bedienung des Programms

Nach dem Start sehen Sie zunächst folgendes Fenster:



Bislang ist keine Datei geladen und es hat keine Kommunikation mit dem HTR2-D stattgefunden.

##### HTR2-D / ComSetup

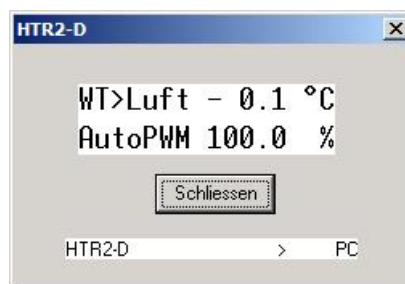
Beim ersten Programmstart ist zunächst die Kommunikationsschnittstelle zu wählen. Das geschieht mit „HTR2-D / Setup Comport“.



Wählen Sie den Anschluss aus, an den Sie den HTR2-D angeschlossen haben. Wenn Sie nicht wissen, welche Nummer dieser hat, probieren Sie einfach alle durch. Klicken Sie zunächst auf „Port Verfügbarkeit testen“. Wenn Sie ein „Nicht verfügbar“ bekommen, wählen Sie den nächsten Port. Wenn der Port verfügbar ist, klicken Sie auf „HTR2-D Kommunikation testen“. Der PC versucht nun, mit dem HTR2-D über den gewählten Port zu kommunizieren. Wenn Sie Fehlermeldungen bekommen, brechen Sie den Vorgang ab und fahren mit den nächsten Port fort. Wenn Sie schließlich zu erfolgreicher Kommunikation gekommen sind, schließen Sie das Fenster. Die Einstellung wird fürs nächste Mal gespeichert.

##### HTR2-D / Ansehen

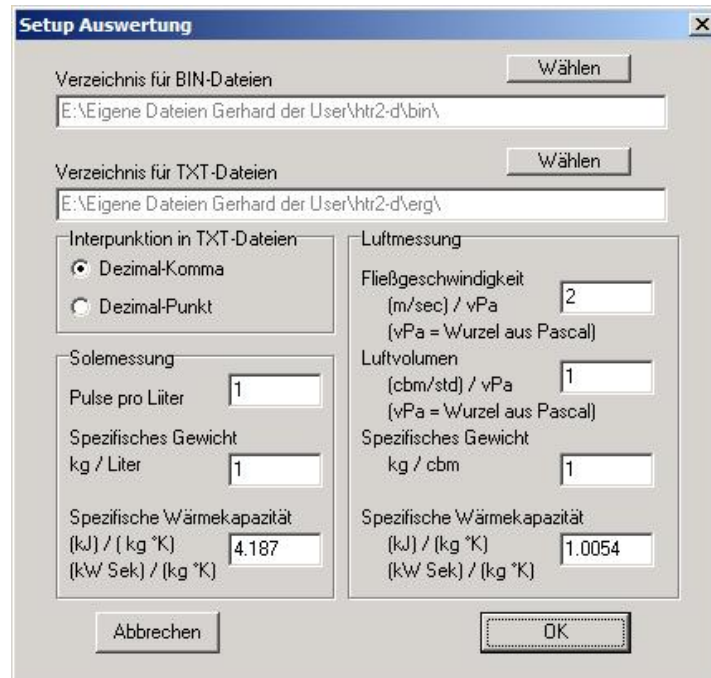
Der aktuell auf dem Display des HTR2-D dargestellte Inhalt kann vom PC beobachtet werden. Dies ist stets eine gute Kontrolle, ob man auch alles korrekt angeschlossen hat. Normalerweise findet man dort zum Beispiel die Anzeige des ersten Bildschirms des HTR2-D.



Die Anzeige wird laufend aktualisiert. Wenn Sie den HTR2-D gleichzeitig bedienen, ändert sich auch die Anzeige am PC. (Anmerkung: Der Startbildschirm des HTR2-D mit dem Messwert-Logo wird leider nicht korrekt dargestellt, da der PC die dafür im HTR2-D benutzten Sonderzeichen nicht kennt.)

## Auswertung / Setup

Vor der ersten sinnvollen Benutzung stellen Sie bitte unter „Auswertung / Setup“ noch einige Parameter ein.



Unter „**Verzeichnis für BIN-Dateien**“ wählen Sie bitte einen Ort, an dem Sie die heruntergeladenen Rohdaten aus dem HTR2-D speichern möchten.

Unter „**Verzeichnis für TXT-Dateien**“ wählen Sie bitte einen Ort, an dem Sie Export-Dateien speichern möchten. Export-Dateien sind stets reine Text-Dateien.

In beiden Fällen lässt Ihnen der durch einen Klick auf „Wählen“ angezeigte Dialog sowohl die Möglichkeit, ein bereits bestehendes Verzeichnis auszuwählen, als auch ein Verzeichnis anzugeben, das neu angelegt wird.

Wenn Sie hier nichts ändern, speichert HTR2 seine Daten im Programm-Verzeichnis.

### „Interpunktion in TXT-Dateien“

Dieser Punkt bezieht sich NUR auf den Export von Daten für die Weiterverarbeitung mit externer Software. Wenn Sie zum Beispiel das deutsche Excel verwenden wollen, benötigen Sie das Dezimal-Komma. Das englische Excel hätte gern den Dezimal-Punkt wie auch 99% aller wissenschaftlichen Auswertungsprogramme, zu denen auch das mitgelieferte Gnuplot gehört.

Beachten Sie daher bitte folgendes:

Innerhalb des Programms HTR2 wird zum Anzeigen und auch in Eingabefeldern IMMER der Dezimal-PUNKT verwendet und niemals das Dezimal-Komma!

Alle übrigen Angaben beziehen sich auf die letztendliche Kalibrierung der vom HTR2-D noch halbpro bezogenen Daten.

„**Solemessung - Pulse pro Liter**“ ist eine Eigenschaft des im Solekreislauf eingebauten Durchflusszählers. Auf dem Zähler oder in seiner Dokumentation sollte irgendwo vermerkt sein, wieviele Pulse pro Liter der Zähler liefert. Gelegentlich findet man auch Angaben „pro Kubikmeter“ oder „Liter pro Puls“. Beides lässt sich natürlich leicht in die Größe „Pulse pro Liter“ umrechnen. Beachten Sie bitte bei der Eingabe den Dezimal-Punkt, nicht Komma.

„**Solemessung - Spezifisches Gewicht kg / Liter**“ ist eine Eigenschaft der Sole. Da die Sole gewöhnlich nicht aus reinem Wasser besteht, weicht ihr spezifisches Gewicht vom spezifischen Gewicht reinen Wassers ab. Der Installateur sollte sagen können, welches Gemisch in den Solekreislauf gefüllt wurde. Falls das spezifische Gewicht nicht zu den direkt vom Installateur gelieferten Angaben gehört, lässt es sich natürlich leicht aus den spezifischen Gewichten der Komponenten und deren Mischungsverhältnis berechnen.

„**Solemessung – Spezifische Wärmekapazität**“ ist ebenfalls eine Eigenschaft der Sole. Sie wird angegeben in  $\text{kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{K})$  oder  $(\text{kW Sek})/(\text{kg } ^\circ\text{K})$ .

Diese Angaben werden vom HTR2-Programm benötigt, um aus den vom HTR2-D gelieferten Zählerpulsen und Temperaturdifferenzen die thermische Arbeit zu berechnen, also die gelieferte Wärmemenge des Erdwärmetauschers auf der Soleseite.

„**Luftmessung – Fließgeschwindigkeit in (m/s)/Wurzel(Pascal)**“ ist ein Kalibrierparameter für die luftseitige Strömungsmessung. Im Handbuch zum HTR2-D wurde dargelegt, dass sorgfältige Kalibriermessungen vorgenommen werden müssen, um aus den Messwerten des Druckdifferenz-Sensors auf die geförderte Luftmenge schließen zu können. Wenn Sie diese Messung in der Tat vorgenommen haben, so tragen Sie den dadurch ermittelten Umrechnungsfaktor bitte hier ein. Beachten Sie bitte unbedingt, dass Sie bei der Kalibrierung der Luftseite nicht „pro Pascal“ sondern „pro Wurzel(Pascal)“ kalibrieren. Die Strömungsgeschwindigkeit ist nach Bernoulli nicht proportional zur Druckdifferenz sondern proportional zur Wurzel aus der Druckdifferenz! Dieses Gesetz gilt auch bei Anwendung des Prandtlischen Staurohrs.

„**Luftmessung – Luftvolumen in (cbm/std)/Wurzel(Pascal)**“ ist ebenfalls ein Kalibrierparameter für die luftseitige Strömungsmessung. Neben der Fließgeschwindigkeit geht hier zusätzlich der Querschnitt des Lüftungskanals in Quadratmetern am Ort der Messnippel ein. Wenn Sie die Messungen wie im Handbuch zum HTR2 in der Tat vorgenommen haben, stehen ihnen die notwendigen Daten für die Eingabe hier zur Verfügung.

Genaue Angaben zur Durchführung der Kalibriermessungen und zur Berechnung der Kalibrierparameter finden Sie im Anhang 2 „Hinweise zur Vorgehensweise bei der Kalibrierung der Druckdifferenzmessung als Strömungsmessung“.

„**Luftmessung - Spezifisches Gewicht in kg/cbm**“ ist eine Eigenschaft der Luft am Standort der Erfassung der Daten. Wesentlich wird diese Größe durch die Höhe über den Meeresspiegel beeinflusst. Da keine Messung des absoluten Luftdrucks erfolgt, muss man sich mit dem spezifischen Gewicht bei mittlerem Luftdruck und Standardbedingungen hier zufrieden geben und kann die wetterbedingten Schwankungen nicht berücksichtigen.

„**Luftmessung - Spezifische Wärmekapazität**“ ist ebenfalls eine Eigenschaft der Luft am Standort der Anlage. Die Maßeinheit ist  $\text{kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{K})$  oder  $(\text{kW Sek})/(\text{kg } ^\circ\text{K})$ . In Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Luft aus ihren Bestandteilen – insbesondere Wassergehalt und Kohlendioxidgehalt – kann dieser Wert schwanken. Da diese Größen nicht gemessen werden, muss man sich wohl mit dem Standardwert begnügen.

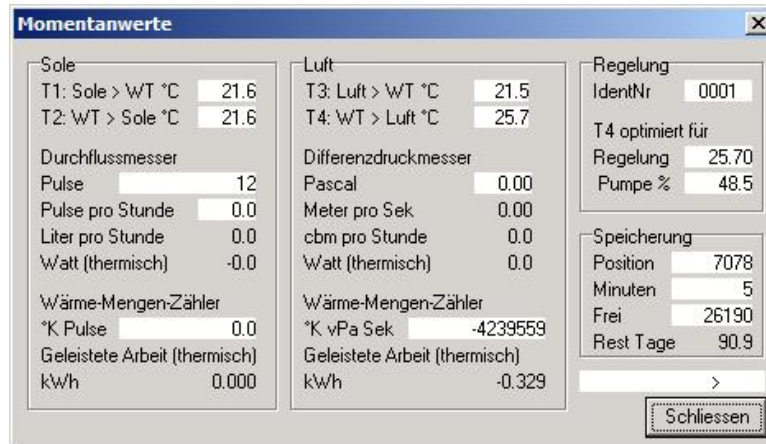
Diese Angaben werden vom HTR2-Programm benötigt, um aus den vom HTR2-D gelieferten Druckdifferenzen und Temperaturen die thermische Arbeit, also die gelieferte Wärmemenge des Erdwärmetauschers auf der Luftseite zu berechnen.

Die im Menü „Setup Auswertungen“ gemachten Angaben werden automatisch gespeichert und bleiben auch für die nächste Programm-Benutzung erhalten.



### Auswertungen / Momentanwerte

Sind unter „Auswertungen / Setup“ alle Angaben gemacht und ist der HTR2-D an der seriellen Schnittstelle angeschlossen und der Anschluss unter „HTR2-D / ComPort“ richtig spezifiziert, kann man sich unter „Auswertungen / Momentanwerte“ eine Zusammenfassung des „Ist-Zustands“ anzeigen lassen.



Die weiß unterlegten Felder stammen dabei direkt vom HTR2-D, die grauen Zahlen sind abgeleitete Größen mit Hilfe der Parameter aus „Auswertungen / Setup“. Anmerkung: Einige der Größen werden auch vom HTR2-D angezeigt und gelegentlich treten Differenzen in der letzten Dezimalstelle auf. Diese sind darauf zurückzuführen, dass der HTR2-D sich das Auf- und Abrunden für die eigene Anzeige an einigen Stellen ein wenig leichter macht als der PC.

### HTR2-D / Download

Die wesentliche Aufgabe der HTR2-Software ist das Übertragen der erfassten Daten vom HTR2-D zum PC. Wenn der HTR2-D über die serielle Schnittstelle angeschlossen ist, das COM-Setup gelungen ist und im Auswertungs-Setup das Verzeichnis für BIN-Dateien angegeben ist, steht dem auch nichts mehr im Wege. Wählen Sie „HTR2-D /Download“:



Die Übertragung der Daten dauert etwa 2.5 Minuten. Wenn Sie wünschen, dass anschließend die interne Buchführung über den freien Speicher bzw. die Rest-Speicherzeit auf „Alles Frei“ gesetzt werden soll, klicken Sie bitte noch während des Downloads die angezeigte Checkbox „Reset Speicher-Frei-Anzeige“ an. Wenn Sie das vergessen sollten, können Sie es auch jederzeit später noch direkt am HTR2-D nachholen mit dem Menüpunkt 10.

Durch die Übertragung der Daten werden diese nicht im HTR2-D gelöscht. Im HTR2-D bleiben Daten immer so lange erhalten, wie nicht die jeweils ältesten Daten mit neuen Daten überschrieben werden müssen.

Im Anschluss an den Download wird eine Datei angelegt, deren Namen mit der vierstelligen Ident-Nummer des HTR2-D beginnt, gefolgt von der Zeitangabe des Download.

Beispiel: 0001-2008\_10\_22-11\_48\_20.bin

Die Ident-Nummer ist 0001.

Der Download erfolgte im Jahr 2008, im Oktober (\_10\_) am 22.

Die Uhr zeigte Stunde 11, Minute 48 und 20 Sekunden.

Die Angaben sind in dieser Reihenfolge angeordnet, damit Windows in der Standardeinstellung „Sortieren nach Name“ alle Daten eines HTR2-D zusammengruppiert und diese untereinander automatisch in zeitlicher Reihenfolge sortiert sind.

Nach dem Ende des Download zeigt das Haupt-Fenster in der „Datei“-Zeile die gerade gespeicherte Datei an. Sie kann nun sogleich einer Sichtung unterzogen werden, da sie sowieso noch geladen ist.

### Auswertung / Tabelle sichten

Tag	Mon	Jahr	Std	Min	Sek	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	Pumpe	PpStd	Sole Pulse	Sole *K-Sum	Luft Pa	Luft *K-Sum	#
23	9	2008	16	43	25	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-195033	1
23	9	2008	16	43	59	82.2	82.2	82.2	22.0	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-195635	2
23	9	2008	16	44	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-196237	3
23	9	2008	16	45	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-196839	4
23	9	2008	16	46	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-197440	5
23	9	2008	16	47	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-198042	6
23	9	2008	16	48	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-198644	7
23	9	2008	16	49	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-199246	8
23	9	2008	16	50	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-199848	9
23	9	2008	16	51	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.17	-200450	10
23	9	2008	16	52	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-201052	11
23	9	2008	16	53	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-201654	12
23	9	2008	16	54	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-202256	13
23	9	2008	16	55	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-202858	14
23	9	2008	16	56	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-203460	15
23	9	2008	16	57	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	7	0.0	0.16	-204062	16

Mit dem Pfeiltasten oder dem Scrollbalken kann rasch durch den Datenbestand geblättert werden. Dabei kann die Anzeige zwischen „Rohdaten“ wie oben abgebildet und „Auswertung“ umgeschaltet werden:

Tag	Mon	Jahr	Std	Min	Sek	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	Pumpe	l/std	Sole kWh	Luft m/s	cbm/std	Luft kWh	#
23	9	2008	16	43	25	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.015	1
23	9	2008	16	43	59	82.2	82.2	82.2	22.0	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.015	2
23	9	2008	16	44	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.015	3
23	9	2008	16	45	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.015	4
23	9	2008	16	46	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.015	5
23	9	2008	16	47	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.015	6
23	9	2008	16	48	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.015	7
23	9	2008	16	49	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.015	8
23	9	2008	16	50	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.016	9
23	9	2008	16	51	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.61	1.3	-0.016	10
23	9	2008	16	52	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.016	11
23	9	2008	16	53	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.016	12
23	9	2008	16	54	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.016	13
23	9	2008	16	55	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.016	14
23	9	2008	16	56	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.016	15
23	9	2008	16	57	59	82.3	82.3	82.3	22.1	0.0	0.0	0.000	2.53	1.3	-0.016	16

Eine etwas weniger schnelle, aber dafür vielleicht anschaulichere Methode der Datensichtung bildet die grafische Darstellung.

## Auswertung / Gnuplot-Grafik

Dieser Programmteil wurde nicht komplett selbst entwickelt, sondern er verwendet eine freie Plot-Software für den wissenschaftlichen Bereich. Es wird eine ASCII-Datei exportiert, dann im Hintergrund die Gnuplot-Software via Batch-Datei aufgerufen und anschließend die von Gnuplot erzeugte Grafik wieder importiert und angezeigt.

Im Prinzip ist das also dasselbe, was man auch mit Excel für die individuelle Auswertung machen würde – allerdings um wenigstens eine Größenordnung schneller.

(Das komplette Gnuplot ist als Paket in der HTR2-Software enthalten und kann selbstverständlich unter Einhaltung der Lizenzbestimmungen auch vom HTR2-Anwender für eigene Zwecke benutzt werden. Das Programm Gnuplot enthält aber keine komfortable grafische Schnittstelle sondern ist kommandozeilen- und batchorientiert und verlangt alle seine Daten in ASCII-Datei-Form.)

Die folgende Beispiel-Grafik stellt die kritische, vorzuwärmende Temperatur und die Pumpenstufe gemessen in einem Beispielzeitraum Januar/Februar 2007 gemeinsam dar.

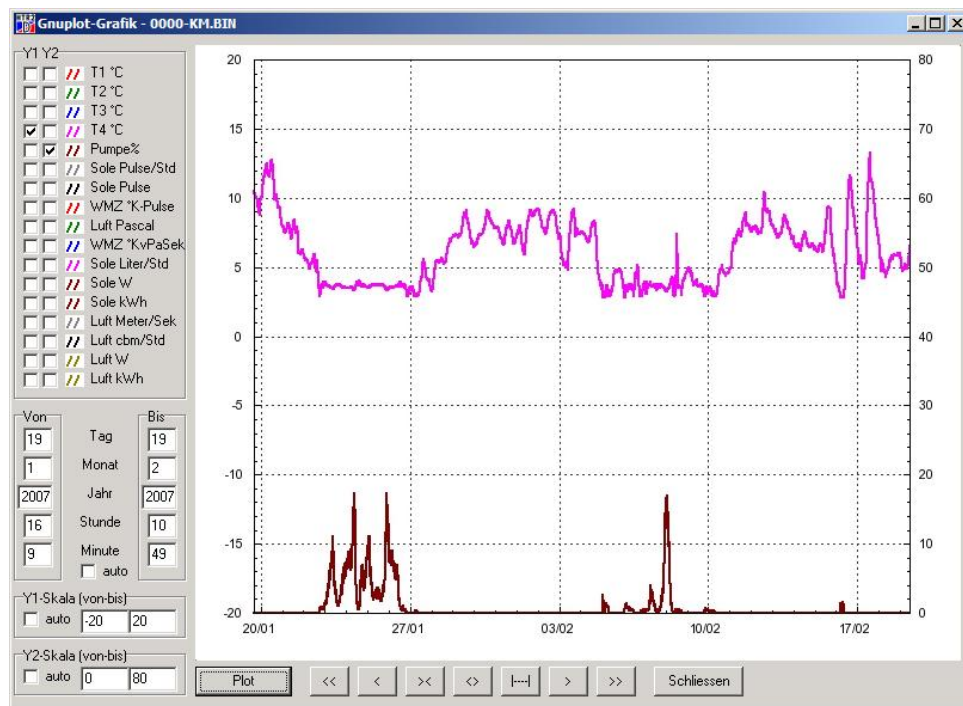
Auf der linken Seite kann man die verschiedenen Größen anklicken und dadurch einer der beiden Y-Achsen zuordnen. Man sollte allerdings darauf achten, dass die gemeinsam auf einer Achse dargestellten Werte auch ungefähr in der gleichen Größenordnung liegen. Wer möchte, darf auch die Farbe anklicken und selbst eine andere Farbe wählen.

Für die Zeit-Achse ist der darzustellende Zeitraum einzugeben. Dieser kann auch mit den Knöpfen unter der Grafik rasch verschoben werden.

Ferner kann man für Y1 und Y2 getrennt wählen, ob die Skalierung automatisch oder durch die manuelle Angabe des Intervalls geschehen soll.

Erst durch einen Klick auf „Plot“ wird der Prozess der Grafikerstellung gestartet. Je nach Umfang der Daten kann dies unterschiedlich lange dauern. Der jeweilige Arbeitsschritt ist in der Titelzeile des Fensters abzulesen.

Man kann einfach die Grafik vergrößern oder verkleinern, indem man das Grafikfenster weiter aufzieht oder es verkleinert und dann erneut „Plot“ anklickt.



Die weiteren Symbole unter der Grafik manipulieren die Zeit-Achse:

„<<“ verschiebt die Zeit-Achse um die momentan dargestellte Zeitspanne nach links in Richtung „früher“

„<“ verschiebt die Zeit-Achse um die Hälfte der momentan dargestellten Zeitspanne nach links in Richtung „früher“

„><“ schiebt die Zeit-Achse zusammen, sodass nun die doppelte Zeitspanne dargestellt wird.

„>>“ zieht die Zeit-Achse auseinander, sodass nun die halbe Zeitspanne dargestellt wird aus der Mitte der Ursprungsgrafik

„|----|“ schiebt die Zeit-Achse so weit zusammen, dass nun die ganze Datei dargestellt wird.

„>“ verschiebt die Zeit-Achse um die Hälfte der momentan dargestellten Zeitspanne nach rechts in Richtung „später“

„>>“ verschiebt die Zeit-Achse um die momentan dargestellte Zeitspanne nach rechts in Richtung „später“.

Ein Klick auf einen dieser Knöpfe löst auch sogleich das Neuzeichnen aus. Ein extra Plot-Befehl ist nicht nötig.

Eine Möglichkeit zum Drucken oder Speichern der dargestellten Grafiken ist nicht eigens vorgesehen. Man kann aber leicht mit Alt-Druck einen Screendump in die Zwischenablage befördern und sie in einer beliebigen Software – z.B. Paint - wieder einfügen. Dort kann man sie dann leicht bearbeiten, drucken oder speichern. Alle Darstellungen dieses Handbuches sind so entstanden.

### Auswertung / Export

Für die wissenschaftliche Auswertung hat jeder Wissenschaftler gewöhnlich seine eigenen Fragen und seine eigenen Ansprüche. Die HTR2-Software kann diese allumfassende Beliebigkeit nicht liefern, sondern muss dies externer Software nach Wahl des Wissenschaftlers überlassen. Dazu gibt es die Möglichkeit, Daten im ASCII-Format zu exportieren und mit Fremdsoftware weiterzubearbeiten.

The screenshot shows the 'Erzeuge Export-Datei' dialog box. It is divided into several sections. The 'Von' section contains input fields for Tag (28), Monat (10), Jahr (2006), Stunde (16), and Minute (9). The 'Bis' section contains input fields for Tag (19), Monat (2), Jahr (2007), Stunde (10), and Minute (49). The 'Zeitangaben' section has checkboxes for Tag, Monat, Jahr, Minute, Sekunde, Excel Datum-Zeit-Serien-Nummer, and Sekunden seit 01.01.1970. The 'Temperaturen, Pumpe' section has checkboxes for T1 (Sole vor WT), T2 (Sole hinter WT), T3 (Luft vor WT), T4 (Luft hinter WT), and Pumpe %. The 'Rohdaten' section has checkboxes for Sole Pulse pro Stunde, Sole Pulse Zähler, WMZ Sole \*K-Pulse, Luft Pascal, and WMZ \*K vPa Sek. The 'Auswertungen' section has checkboxes for Sole Liter pro Stunde, Sole kWh WMZ, Luft Meter pro Sek, Luft cbm pro Stunde, and Luft kWh WMZ. At the bottom, there is a 'Dateiname' field with the text '(automatisch htr2-d .txt)' and two buttons: 'Start' and 'Fertig'.

Geben Sie in diesem Fenster den zu exportierenden Zeitraum und die gewünschten Daten an. Sie können bei den Zeitangaben wählen, ob Sie die Angaben zu Uhrzeit und Datum in einzelnen Spalten bevorzugen, oder ob Sie zum Beispiel gern die sogenannte „Seriennummer“ für Excel hätten. Alternativ können Sie die Zeitangabe auch im UNIX-Format als Sekunden seit dem 1.1.70 bekommen. Die beiden letzten Formate gestatten beide eine effiziente Weiterverarbeitung, da man sehr leicht den Abstand zwischen 2 Zeitangaben als Differenz berechnen kann. Sie taugen auch gut als Zeitachse für Grafiken.

Der Ort, an den die Datei geschrieben wird, und das verwendete Interpunktionszeichen sollten schon unter „Auswertung / Setup“ angegeben worden sein.

Geben Sie bitte zu guter Letzt nur noch einen Dateinamen an. Die erzeugte Datei wird automatisch um die Extension „.TXT“ verlängert. Ein Klick auf „Start“ veranlasst das Anlegen der Datei.

Die erzeugte Datei enthält eine Kopfzeile mit den in Anführungszeichen eingerahmten Bezeichnungen der Daten. Anschließend kommen die Daten jeweils in einer Zeile pro Datensatz, die mit CR/LF (#13, #10 dez) endet. Zwischen den Zahlen steht als Trenner ein Tabulatorzeichen (#9 dez).

Beachten Sie bitte unbedingt, dass das Excel in der deutschen Standardeinstellung das Dezimal-KOMMA und nicht den Dezimalpunkt erwartet. Das muss man in „Auswertung / Setup“ unbedingt angeben.

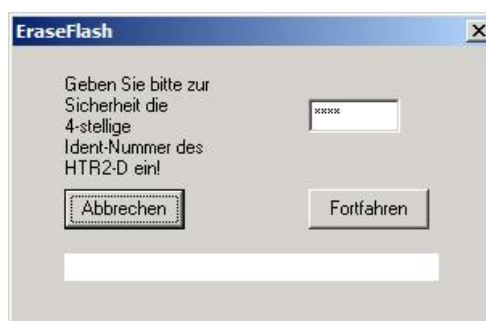
### Auswertung / BIN-Datei laden

Man kann die 3 Auswertungs-Werkzeuge selbstverständlich nicht nur auf die gerade kurz zuvor aus dem HTR2-D heruntergeladenen Daten anwenden, sondern eine beliebige andere Datei aus dem HTR2-D (Endung BIN) heranziehen. Nachdem sie einmal geladen ist, kann man mit ihr ebenso verfahren wie gerade beschrieben. Das kann selbstverständlich auch im stillen Kämmerlein ganz ohne HTR2-D geschehen.

### HTR2-D löschen

Wird der HTR2-D immer nur am selben Ort betrieben, muss man – und sollte man – ihn niemals löschen. Während der Datenerfassung löscht der HTR2-D selbsttätig immer nur die ältesten Daten, und zwar erst dann, wenn neue Daten zu speichern sind. So ist im Fehlerfall stets der maximale Erfassungszeitraum im HTR2-D gespeichert.

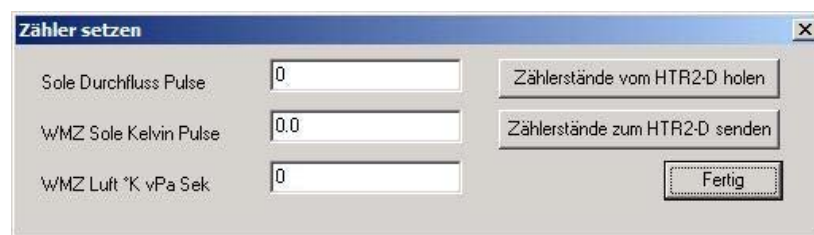
Wenn man allerdings mit dem selben HTR2-D an wechselnden Anlagen misst, wird man nur ungern die Daten beider Anlagen mischen wollen. Dann rufe man bei ordentlich angeschlossenem HTR2-D den Menüpunkt „HTR2-D löschen“ auf.



Es erfolgt eine Sicherheitsabfrage, die darin besteht, dass man die vierstellige IdentNr des HTR2-D eingeben muss. Man kann sie dem Bildschirm 24 des HTR2-D entnehmen. Anschließend kann der Löschvorgang gestartet werden. Eine Möglichkeit zum Löschen der Daten mit dem HTR2-D allein – ohne PC – gibt es nicht.

### HTR2-D Zähler setzen

Die verschiedenen Zähler im HTR2-D müssen gewöhnlich nur abgelesen, aber niemals manipuliert werden. Kommt allerdings ein HTR2-D an einen neuen Einsatzort, so wird man dort möglicherweise mit Null als Zählerstand oder mit anderweitig vorher ermittelten Anfangswerten starten wollen. Geben Sie die gewünschten Zahlen ein und klicken dann auf „Zählerstände zum HTR2-D“ senden.



Eine Funktion zum Manipulieren der Zählerstände mit dem HTR2-D allein - ohne PC - gibt es nicht.

### Programm / Firmware Update

Der HTR2-D als „Forschungsvariante“ des HTR2-1 wurde 2008 aus dem ursprünglich zur Validierung des HTR2-Konzeptes in wenigen Einzelstücken hergestellten Prototypen weiterentwickelt. Auch der HTR2-D wird vermutlich nur in geringer Stückzahl zum Einsatz kommen und die Notwendigkeit eines Firmware-Update kann mangels vielfältiger Testmöglichkeiten nicht ausgeschlossen werden. In diesem Fall wird das Firmware-Update als Datei per Internet, eMail oder Datenträger verbreitet werden können, um ein Update vor Ort durchzuführen. Die Firmware-Datei ist zum Update in das HTR2-D-Programm-Verzeichnis zu kopieren. Erst, wenn die HTR2-Software schon beim

Programmstart dort eine Firmware-Datei findet, wird der Menüpunkt „Firmware-Update“ überhaupt aktiviert.

Zum Update wähle man den Menüpunkt „Programm / Firmware update “ und folge den Anweisungen.



Der HTR2-D muss an den Rechner angeschlossen sein und die serielle Verbindung muss funktionieren. Dann ist der HTR2-D vom Stromnetz zu trennen durch Ziehen des Netz-Steckers und bei gedrückter (Set)-Taste wieder einzuschalten. Der Bildschirm des HTR2-D bleibt in diesem Fall leer und das ist OK!

Klicken Sie auf „Start“, wenn der HTR2-D eingeschaltet ist und mit leerem Bildschirm wartet. Die Firmware-Update-Software im PC baut nun die Verbindung zum HTR2-D im Update-Modus auf und führt selbsttätig die Übertragung der neuen Software und die Speicherung durch. Das kann etwa eine Minute dauern. Schalten Sie in dieser Zeit weder den PC noch den HTR2-D aus und unterbrechen Sie auch nicht die serielle Verbindung!

Nach dem erfolgreichen Ende der Übertragung wird die neue Software im HTR2-D selbsttätig gestartet. Wenn Sie den Startvorgang sehen, ist das Update gelungen. Klicken Sie nun am PC auf „Fertig“.

Sollte der Vorgang aus irgendeinem Grund fehlgeschlagen sein, kann er beliebig nach der obigen Beschreibung wiederholt werden. Die Software zum Firmware-Update ist der einzige Teil der Software im HTR2-D, der durch das Update nicht angetastet wird. Die Update-Software steht im HTR2-D in einem speziellen, geschützten Bereich und kann nur mit dem Programmiergerät beim Hersteller geändert werden. Die Winzigkeit dieses Bereiches (128 Bytes, nicht einmal die Größe einer SMS) erklärt, warum auf Meldungen auf dem Display des HTR2-D verzichtet werden musste.

## **Anhang 1:**

### **Lizenzbestimmungen GnuPlot**

Die grafischen Auswertungen innerhalb des HTR2 werden erstellt mit Hilfe von „Gnuplot“. Den Autoren dieser Software (Thomas Williams, Colin Kelley) sei hiermit herzlich gedankt.

Entsprechend den Copyright-Bestimmungen zu Gnuplot machen wir hiermit diese Bestimmungen zu einem Bestandteil der Dokumentation. In Zusammenhang mit dem HTR2-Programm wird das komplette Gnuplot 4.2.4. in ausführbarer Form (Binary) für x86/Windows unmodifiziert weitergegeben. Der Quellcode wird im Rahmen der HTR2-Software nicht weitergegeben. Die Website des Gnuplot-Projektes ist: <http://gnuplot.sourceforge.net>

```
/*[
 * Copyright 1986 - 1993, 1998, 2004   Thomas Williams, Colin Kelley
 *
 * Permission to use, copy, and distribute this software and its
 * documentation for any purpose with or without fee is hereby granted,
 * provided that the above copyright notice appear in all copies and
 * that both that copyright notice and this permission notice appear
 * in supporting documentation.
 *
 * Permission to modify the software is granted, but not the right to
 * distribute the complete modified source code.  Modifications are to
 * be distributed as patches to the released version.  Permission to
 * distribute binaries produced by compiling modified sources is granted,
 * provided you
 * 1. distribute the corresponding source modifications from the
 *    released version in the form of a patch file along with the binaries,
 * 2. add special version identification to distinguish your version
 *    in addition to the base release version number,
 * 3. provide your name and address as the primary contact for the
 *    support of your modified version, and
 * 4. retain our contact information in regard to use of the base
 *    software.
 * Permission to distribute the released version of the source code along
 * with corresponding source modifications in the form of a patch file is
 * granted with same provisions 2 through 4 for binary distributions.
 *
 * This software is provided "as is" without express or implied warranty
 * to the extent permitted by applicable law.
]*/
```

## Anhang 2:

### Hinweise zur Vorgehensweise bei der Kalibrierung der Druckdifferenzmessung als Strömungsmesser

Die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise wurde unter Laborbedingungen erprobt. Dabei wurden zwei unterschiedliche Sole-Luft-Wärmetauscher und zwei verschiedene Irisblenden erfolgreich als „Mess-Widerstände“ verwendet. Die ebenfalls als Idee vorgebrachte Methode, den Ventilator als „Negativen Messwiderstand“ zu verwenden, konnte aufgrund der Beschränkungen im Labor leider nicht getestet werden. Für diesen Ansatz kann daher hier keine Anleitung und keine Empfehlung gegeben werden!

#### 1. Platzierung der Messpunkte

Die beiden Messnippel sind in der Rohrwandung vor und hinter dem Wärmetauscher anzubringen. Gute Messwerte ergeben sich nur, wenn bei beiden Messnippeln eine ruhige, laminare Strömung herrscht. Aus Gründen der Handhabung gelingt es leider nicht, einen Abstand von mehr als Armeslänge vom Rohrende einzuhalten, denn die Nippel müssen von Innen durch die Bohrung gesteckt werden. Nur im Notfall sollte man näher als Armeslänge an den Erdwärmetauscher oder eine andere Störung im Rohr herangehen. Unbedingt notwendig ist es, dass der Rohrquerschnitt bei beiden Nippeln identisch ist! Die Nippel müssen exakt in die Bohrungen passen, dürfen nicht wackeln und auch nicht durch eine zu enge Bohrung verengt werden. Der empfohlene Bohrdurchmesser beträgt 7 bis 7,5 mm je nach Wandstärke bis max 1,5 mm. Die Verbindungsschläuche zum Druckmesser sind so zu bemessen und zu verlegen, dass die Nippel nicht unter Spannung stehen oder verbogen werden. Unter Einhaltung dieser Restriktion sind kürzestmögliche Schläuche zu verwenden. Der empfohlene Schlauchquerschnitt beträgt 7 mm außen, 5 mm innen. Beim Anschluss an den Druckmesser achten Sie darauf, den Schlauch vom Mess-Nippel mit der niedrigeren Strömungsgeschwindigkeit an „+“ anzuschließen, denn dies ist der Anschluss für den höheren Druck. Den Schlauch vom Messnippel mit der höheren Geschwindigkeit verbinden Sie mit „-“. Die niedrigere Strömungsgeschwindigkeit herrscht vor dem als Messwiderstand benutzen Hindernis, z.B. dem Wärmetauscher oder der Irisblende.

#### 2. Kalibriermessungen

Die Durchflussmessung zur Kalibrierung sollte mit einem Flügelradanemometer und einem Trichter so vorgenommen werden, dass die gesamte Luftmenge gemessen wird. Die Strömungsgeschwindigkeit am Anemometer ist mit Hilfe des Querschnittes des Anemometers und des Querschnittes des Rohres an den Druckmesspunkten auf die Geschwindigkeit am Druckmesspunkt umzurechnen. Belassen Sie das Anemometer an seiner Mess-Stelle, während Sie etwa eine Minute Einschwingzeit abwarten und dann den Differenzdruck vom HTR2-D ablesen. Machen Sie möglichst mehrere solche Messungen bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Achten Sie darauf, dass die Geschwindigkeit am Druckmesser möglichst einige Male zwischen 1,5 und 3 m/s liegt, wenn möglich machen Sie aber auch Messungen bis hinab zu 1 m/s und vielleicht auch hinauf zu 4-5 m/s.

#### 3. Berechnung

Legen Sie anschließend eine Tabelle an, in der Sie die gemessenen Geschwindigkeiten am Anemometer, die auf die Druckmess-Stelle umgerechneten Geschwindigkeiten und die zugeordneten Differenzdrücke aufschreiben.

In einer weiteren Spalte schreiben Sie die Wurzel aus dem gemessenen Druckmesser-Wert auf. Zuguterletzt legen Sie eine letzte Spalte an, in der Sie die Geschwindigkeit am Druckmesspunkt durch die Wurzel aus dem Differenzdruck dividieren.

Prüfen Sie nun zunächst, ob alle Quotienten in etwa die gleiche Größe haben.

Sollten die Werte über 3 m/s nicht mehr gut zu den anderen passen, liegt vermutlich Wirbelbildung vor. Merken Sie sich, dass Messungen ab einer gewissen Geschwindigkeit bei dieser Anlage keine verwertbaren Ergebnisse mehr ergeben. Verwerfen Sie diese Tabelleneinträge für die nachfolgende Kalibrierparameter-Berechnung.

Sollten die Werte bei niedrigen Geschwindigkeiten unter 1,5 m/s nicht mehr gut zu den anderen passen, liegt das vielleicht auch an der geringen Auflösung der Messung bei kleinen Drücken. Falls Sie nicht schon mit den DIP-Schaltern im HTR2-D die größtmögliche Verstärkung gewählt haben, tun Sie dies und tragen auch die zugehörigen Kalibrierparameter in die Menüpunkte 22 und 23 im HTR2-D ein. Wiederholen Sie die Messreihe anschließend.

Wenn auch die Quotienten zwischen 1,5 m/s und 3 m/s weit voneinander abweichen, taugt das Druckdifferenz-Messverfahren in dieser Anlage an den gewählten Messpunkten nicht zum Messen der Geschwindigkeit, vermutlich liegt zu starke Wirbelbildung vor.



Nehmen Sie schließlich den Mittelwert aller gut zueinander passenden Quotienten und tragen diesen als Kalibrierwert in die Maske „Auswertung Setup“ unter „Fließgeschwindigkeit“ in der PC-Software ein. Tragen Sie bei dieser Gelegenheit auch gleich die Kalibrierung für die „Kubikmeter pro Stunde“ ein, indem Sie den Kalibrierwert für die Geschwindigkeit multiplizieren mit der Querschnittsfläche in Quadratmeter an der Druckmess-Stelle und das Ergebnis mit 3600 multiplizieren. Von nun an sagt Ihnen die PC-Software stets unter „Auswertung / Momentanwerte“ auch schon die Strömungsgeschwindigkeit und die Fördermenge pro Stunde.

### **Anhang 3:**

#### **Kalibrierparameter im HTR2-D Menüpunkte 22 und 23 für die Druckmessung oder als Voltmeter**

##### A. Druckmesser mit 0..125 Pa – maximal - Druckmesser

(Die Offset-Werte können von Druckmesser zu Druckmesser leicht variieren, einzugeben ist 65536 minus angezeigte Counts bei Null Durchfluss)

Ohne Verstärkung, mit Vorteiler 2: PaOffset = -49 = 65487, PaVerstärkung = 16666, 0-125 Pa  
Ohne Verstärkung, ohne Vorteiler: PaOffset = -97 = 65449, PaVerstärkung = 8333, 0-70 Pa  
Mit Verstärkung 2, ohne Vorteiler: PaOffset = -194 = 65342, PaVerstärkung = 4166, 0-33 Pa

##### B. Druckmesser mit 0..500 Pa – maximal - Druckmesser

(Die Offset-Werte können von Druckmesser zu Druckmesser leicht variieren, einzugeben ist 65536 minus angezeigte Counts bei Null Durchfluss)

Ohne Verstärkung, ohne Vorteiler: PaOffset = -97 = 65449, PaVerstärkung = 33333, 0-300 Pa  
Mit Verstärkung 2, ohne Vorteiler: PaOffset = -194 = 65342, PaVerstärkung = 16666, 0-125 Pa

##### C. Volt

(ignorieren Sie das angezeigte Dezimalkomma, um unter „Pa“ die Millivolt abzulesen)

Immer: PaOffset=0

Mit Verstärkung 2, ohne Vorteiler: PaVerstärkung=1280, 0-1280 mV

Ohne Verstärkung, ohne Vorteiler: PaVerstärkung=2560, 0-2560 mV

Ohne Verstärkung, mit Vorteiler 2: PaVerstärkung=5120, 0-5120 mV

Ohne Verstärkung, mit Vorteiler 4: PaVerstärkung=10240, 0-10240mV

#### **DIP-Schalterstellungen**

DIP1	DIP2	DIP3		
Off	Off	Off	Verstärkung=2, Vorteiler=1	Verstärkung 2, ohne Vorteiler
On	Off	Off	Verstärkung=1, Vorteiler=1	Ohne Verstärkung, ohne Vorteiler
On	On	Off	Verstärkung=1, Vorteiler=2	Ohne Verstärkung, Vorteiler 2
On	On	On	Verstärkung=1, Vorteiler=4	Ohne Verstärkung, Vorteiler 4

#### **Kalibrierwerte der HTR2-D mit Seriennummer 0002**

Temperaturen

Offset 1 = 64972

Offset 2 = 64908

Offset 3 = 65166

Offset 4 = 65049

Verst = 32768

Druck

PaOffset = 65341

PaVerst = 4166

DIP = Off, Off, Off (Verstärkung 2, ohne Vorteiler)