CoolTool DiaGnostics

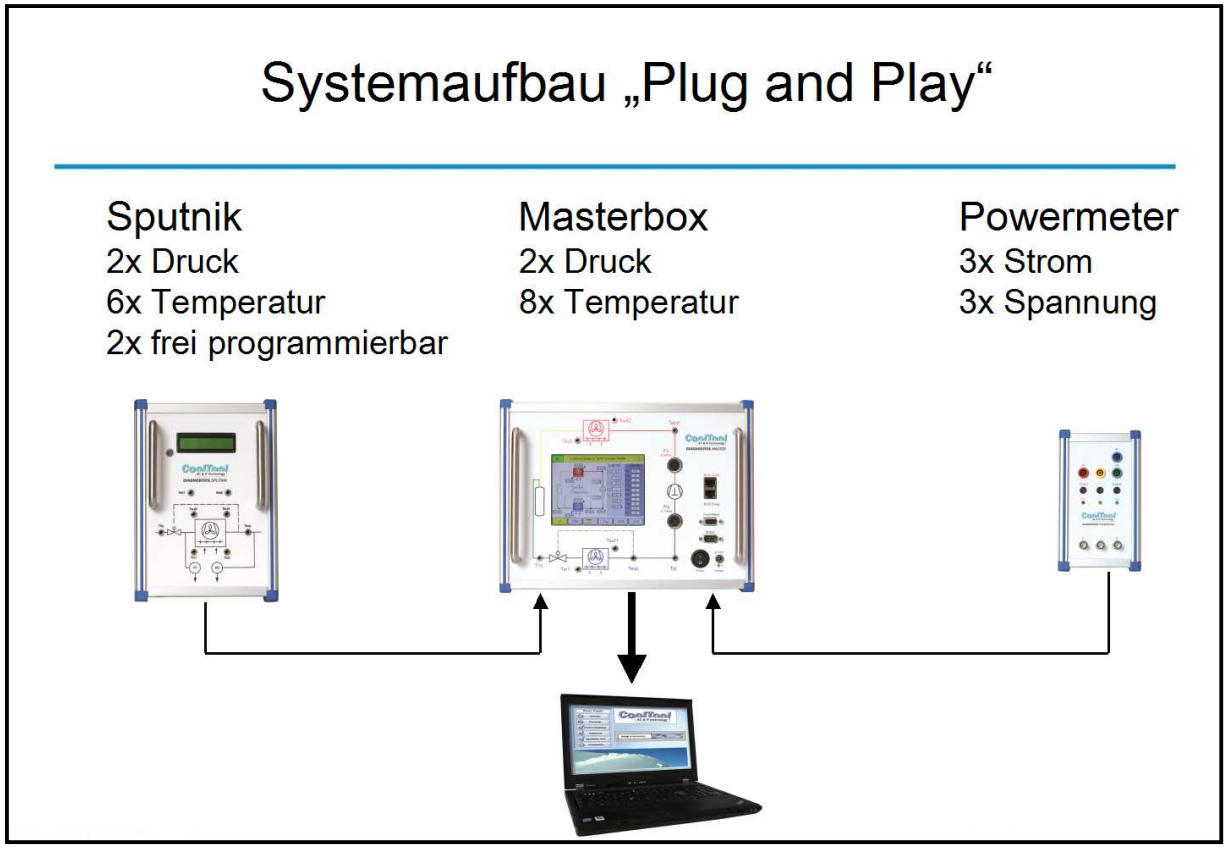
Mobiles System für komplexe Berechnungen und Diagnosen von Kälteanlagen durch „Plug and Play"

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

1.0 Systembeschreibung

CoolTool DiaGnostics integriertes Hard- und Softwaresystem zur Diagnose von Kältekreisläufen mittels Kurz- und Langzeitmessungen zur

- Fehlersuche
- Visualisierung der Prozesse
- Energetische Inspektion und Optimierung
- Protokollierung von Betriebszuständen bei Inbetriebnahme



Messdatenerfassung mit Masterbox, Kontrolle über Touchscreen, Übergabe mittels USB an CoolTool Software

Schnittstellen zu CoolTool Energieoptimierung:

- Simulation von Ist/Soll Zustand im Jahresgang anhand von 288 Punkten
- Europaweite klimatische Daten zur Bestimmung der Außenluftzustände
- Betriebskostenbestimmung von Ist/Soll Zustand zur Amortisationsberechnung

Schnittstelle zu CoolTool Datenbank zur Bestimmung von technischen Daten von Verdichtern, Verdampfern und Verflüssigern

Schnittstelle zu CoolTool Bauteilauslegung für alle Bauteile

Schnittstelle zu CoolTool Stoffdatenbank zur automatischen Bestimmung aller Größen für Kältemittel, Kälteträger, feuchte Luft

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

CoolTool AC & R technology

1.1 Die wichtigsten Berechnungen in Echtzeit während der Messung:

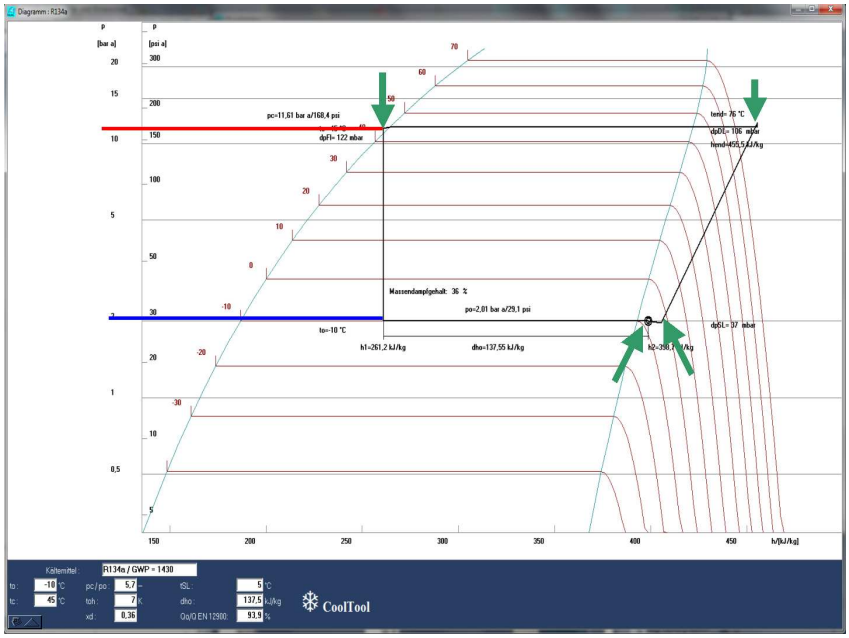
- EER/COP
- Kälteleistung aus Auslegung Verdichter aus CoolTool Datenbank anhand der Messpunkte
- Kälteleistung aus Volumenstrom Verdampfer/Verdichter und Δt
- Kälteleistung aus EER/COP und Leistungsaufnahme Verdichter Pel
- Druckverlust in der Saugleitung
- Druckverlust in der Druckleitung
- Druckverlust im Verdampfer
- Druckverlust im Verflüssiger
- Zu erwartender Verdichterwirkungsgrad anhand der Verdichterdaten:
    - Bauform: offen, hermetisch,.....
    - Funktionsprinzip: Hubkolben, Rollkolben, Scroll,...
    - Leistungsgröße in kW

- Plausibilitätsberechnung Verdichterwirkungsgrad
- Heizleistung aus Auslegung Verdichter aus CoolTool Datenbank anhand der Messpunkte
- Heizleistung aus Volumenstrom Verdampfer/Verdichter und Δt
- Heizleistung aus EER/COP und Leistungsaufnahme Verdichter Pel

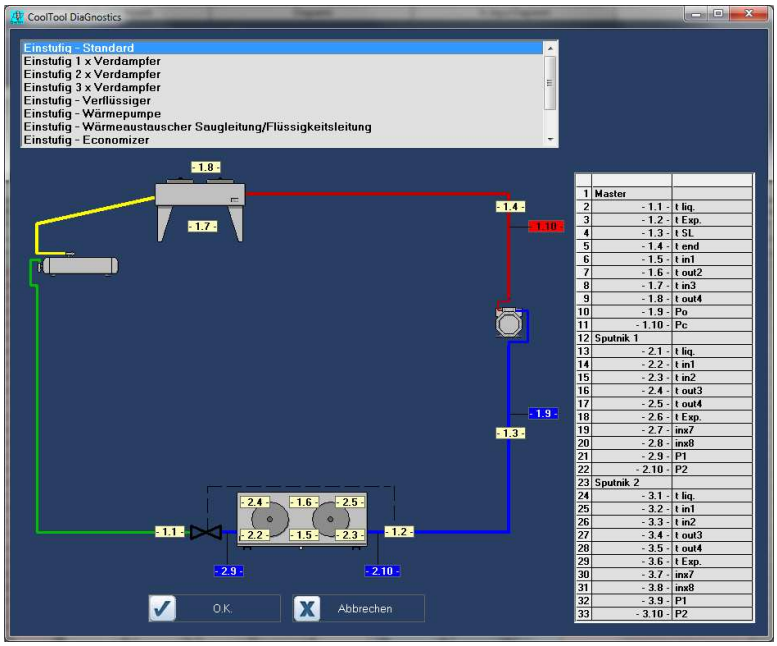
CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

2.0 Beispiel für Anschluss der Messfühler an die richtigen Positionen
2.1 Beispiel: Einstufiger Kreislauf mit sechs erforderlichen Messpunkten

- Druck Verdampfung po
- Druck Verflüssigung pc
- Temperatur Fühler Exp.-Ventil texp
- Temperatur Eingang Verdichter tSL
- Temperatur Ausgang Verdichter tend
- Temperatur Flüssigkeit vor Exp.-Ventil tliq



Anleitung zur Position der Messpunkte: Darstellung in CoolTool DiaGnostics Software Modul mit optional weiteren Messpunkten z.B. zur Druckverlustmessung im Verdampfer, Leistung über dt im Verdampfer/Verflüssiger etc.

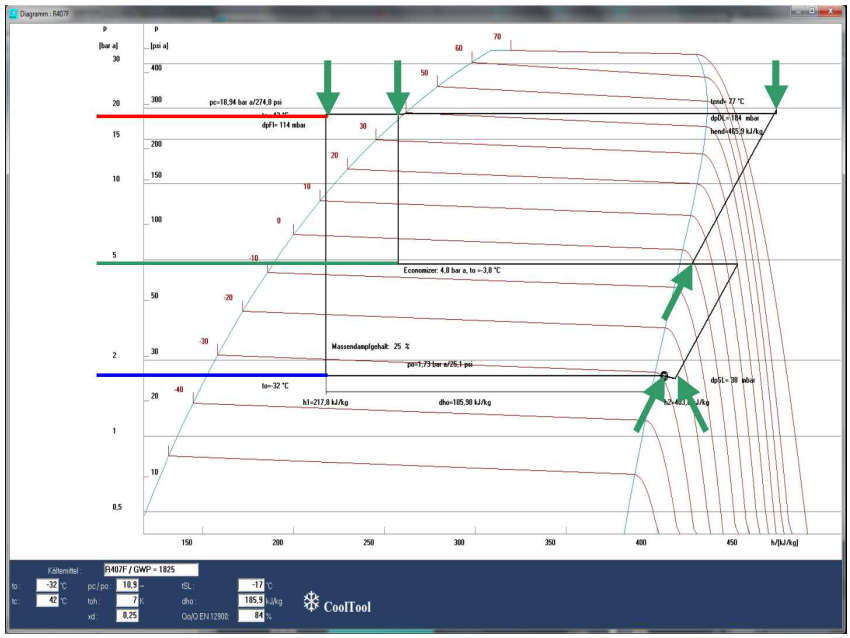


CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

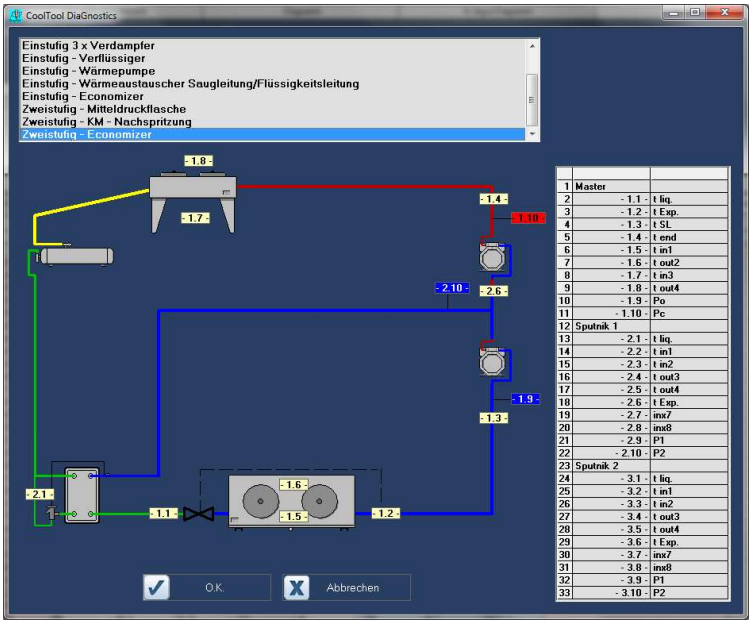
2.2 Beispiel: Zweistufiger Kreislauf mit neun erforderlichen Messpunkten

Zusätzlich zu 2.1 kommen drei notwendige Messpunkte hinzu, die über den externen Messwertaufnehmer „Sputnik" (SP.) angeschlossen werden.

- Druck Mittelstufe p2
- Temperatur Eingang Verdichter HD texp (SP.)
- Temperatur Flüssigkeit vor Sammler tliq (SP.)



Anleitung zur Position der Messpunkte: Darstellung in CoolTool DiaGnostics Software Modul

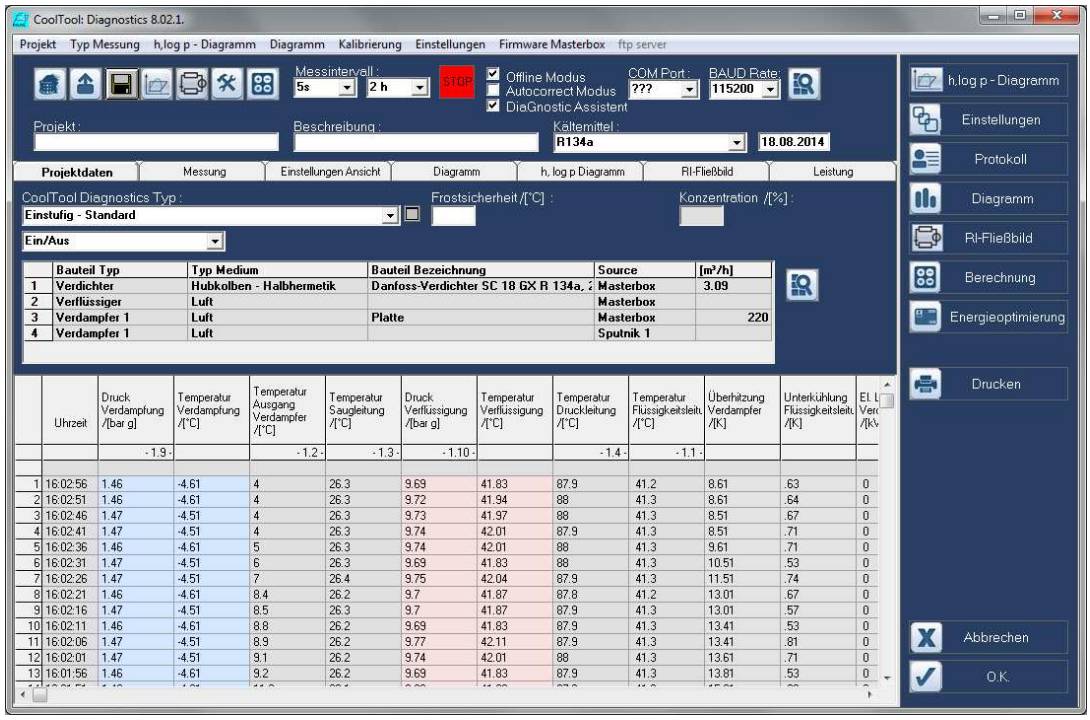


1	Master	
2	- 1.1 -	t liq.
3	- 1.2 -	t Exp.
4	- 1.3 -	t SL
5	- 1.4 -	t end
6	- 1.5 -	t in1
7	- 1.6 -	t out2
8	- 1.7 -	t in3
9	- 1.8 -	t out4
10	- 1.9 -	Po
11	- 1.10 -	Pc
12	Sputnik 1	
13	- 2.1 -	t liq.
14	- 2.2 -	t in1
15	- 2.3 -	t in2
16	- 2.4 -	t out3
17	- 2.5 -	t out4
18	- 2.6 -	t Exp.
19	- 2.7 -	inx7
20	- 2.8 -	inx8
21	- 2.9 -	P1
22	- 2.10 -	P2
23	Sputnik 2	
24	- 3.1 -	t liq.
25	- 3.2 -	t in1
26	- 3.3 -	t in2
27	- 3.4 -	t out3
28	- 3.5 -	t out4
29	- 3.6 -	t Exp.
30	- 3.7 -	inx7
31	- 3.8 -	inx8
32	- 3.9 -	P1
33	- 3.10 -	P2

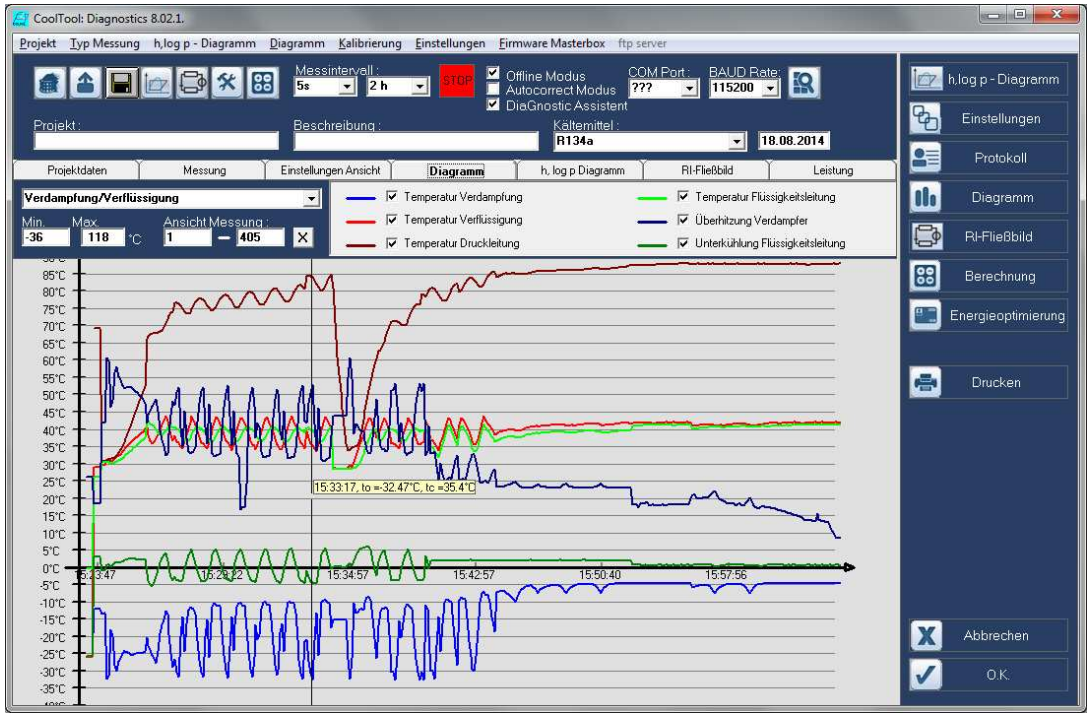
CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

3.0 Messwertaufnahme und Darstellung

3.1 Tabellarische Darstellung

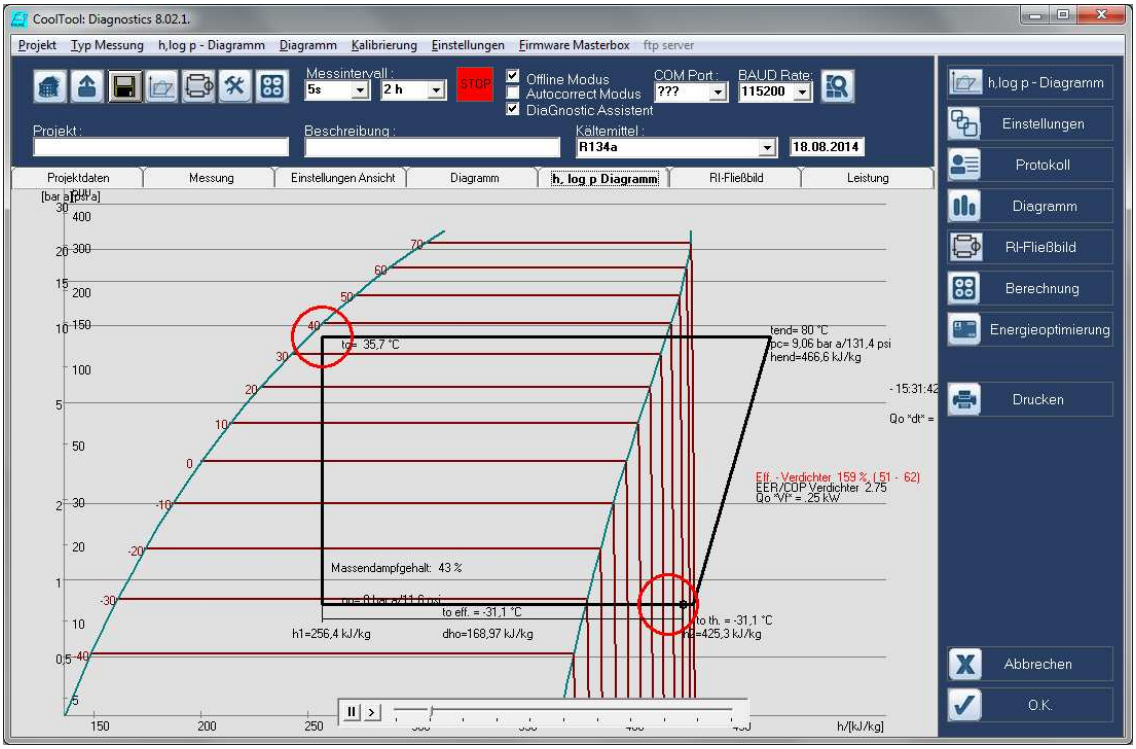


3.2 Darstellung im Diagramm

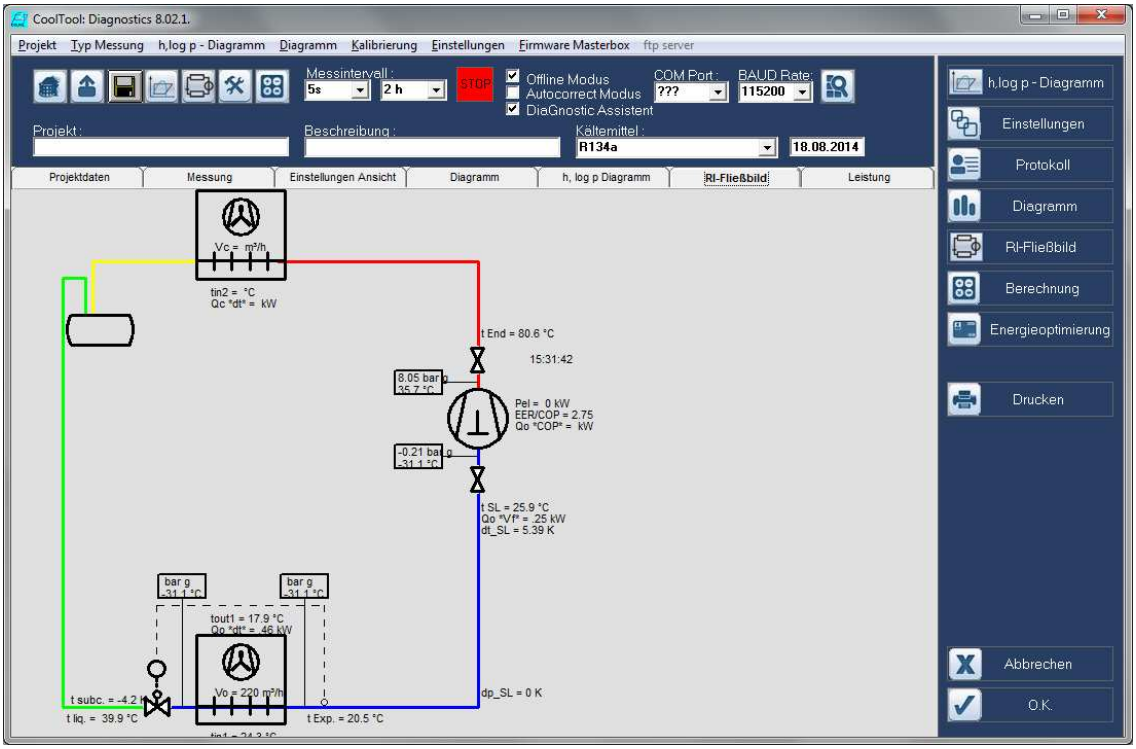


CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

3.3 Darstellung in h, log Diagramm mit Warnhinweisen in Echtzeit



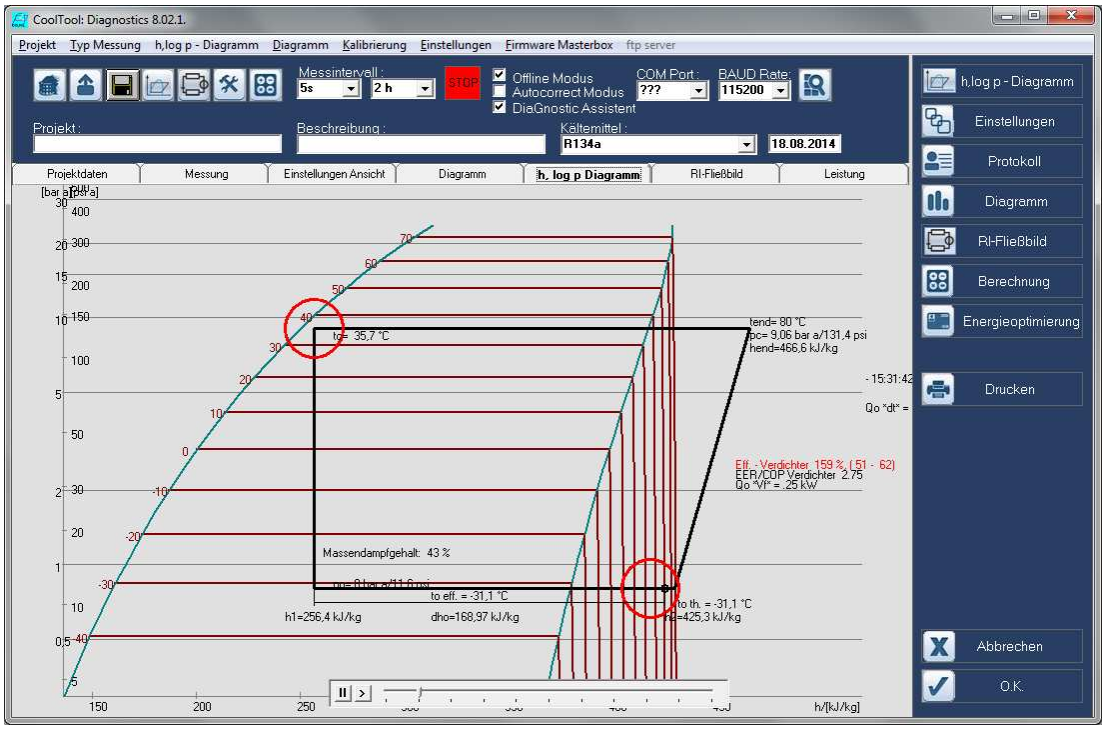
3.4 Darstellung in RI-Fließbild



CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

4. Beispiele für Fehler oder Meßwerterfassungen

4.1 Kältemittelmangel



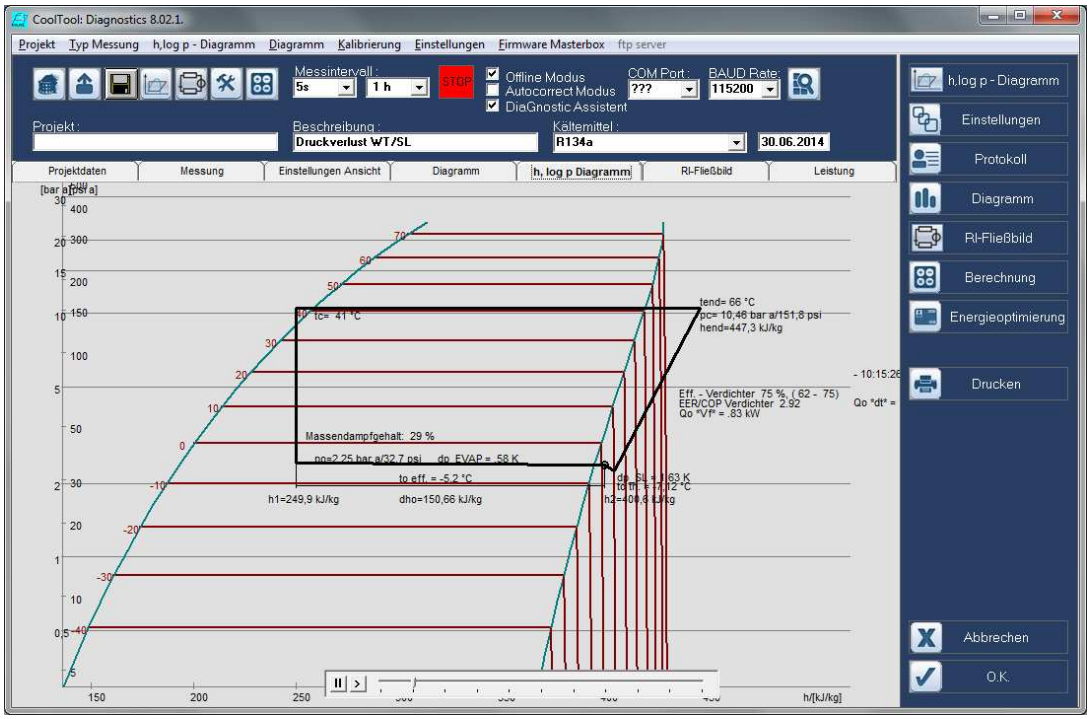
Einstufige Anlage mit R 134a, Hermetischer Hubkolbenverdichter:

Klassicher Kältemittelmangel:

- Negative Unterkühlung
- Zu starke Überhitzung am Expansionsventil
- Nicht plausibler Verdichterwirkungsgrad mit 159% statt 51%-62%

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

4.2 Druckverluste in Bauteilen



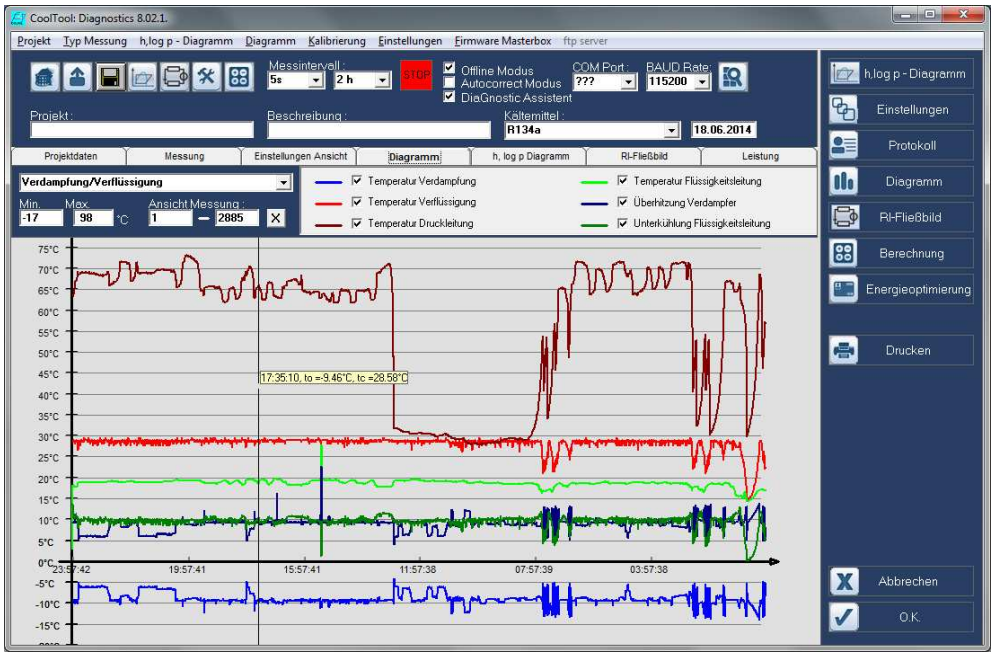
Einstufige Anlage mit R 134a, Hermetischer Hubkolbenverdichter:

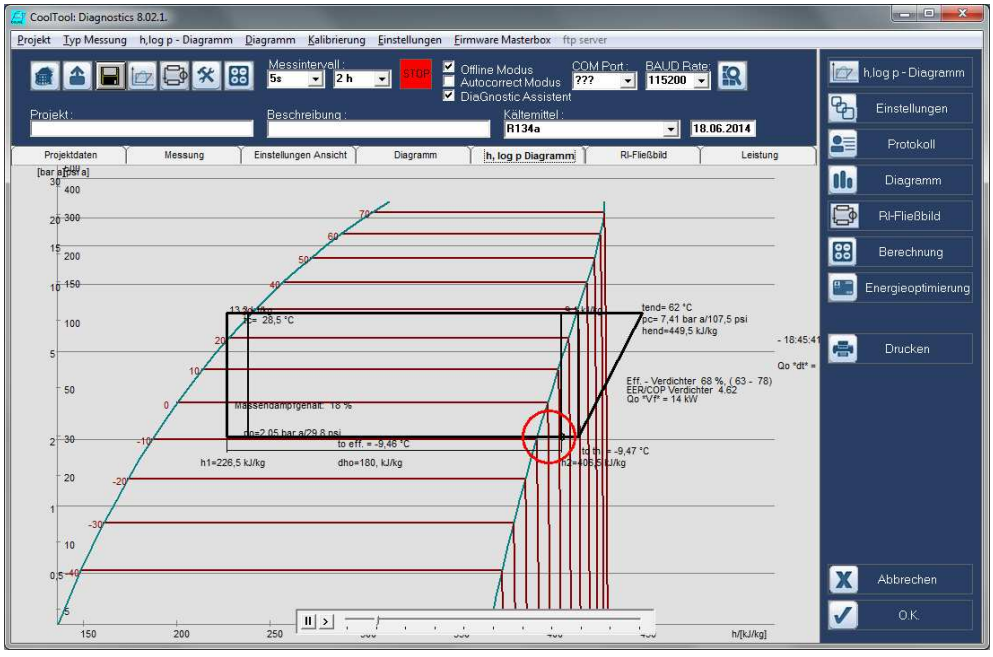
Typische Anordnung:

- Druckverlust Verdampfer 0,58 K < Vorgabe 1 K
- Druckverlust Saugleitung 1,63 K < Vorgabe 2 K
- Verdichterwirkungsgrad 75% plausibel (62%-75%)
- EER = 2,92
- keine Warnung => O.K.

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

4.3 Langzeitmessung mit interen Wärmetauscher





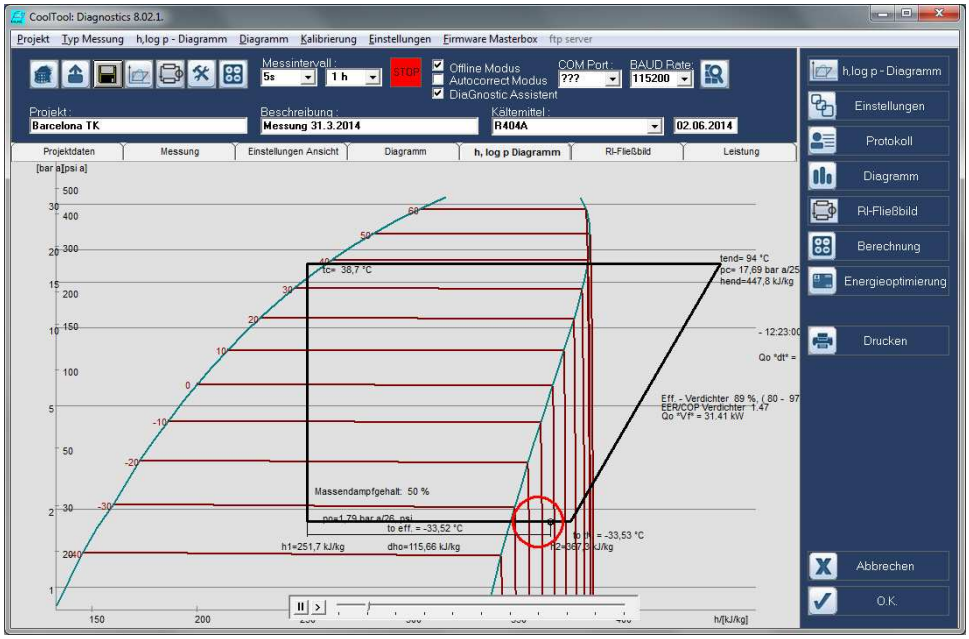
Einstufige Anlage mit R 134a, Halbhermetischer Hubkolbenverdichter:

- Verdichterwirkungsgrad 68% plausibel (63%-78%)
- Vergleich der Unterkühlung mit Überhitzung, keine Warnung => O.K.
- Leistung aktuell 14 kW
- Überhitzung Exp.-Ventil etwas zu groß

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

4.4 Optimierung einer Anlage durch Änderung der Schaltpunkte

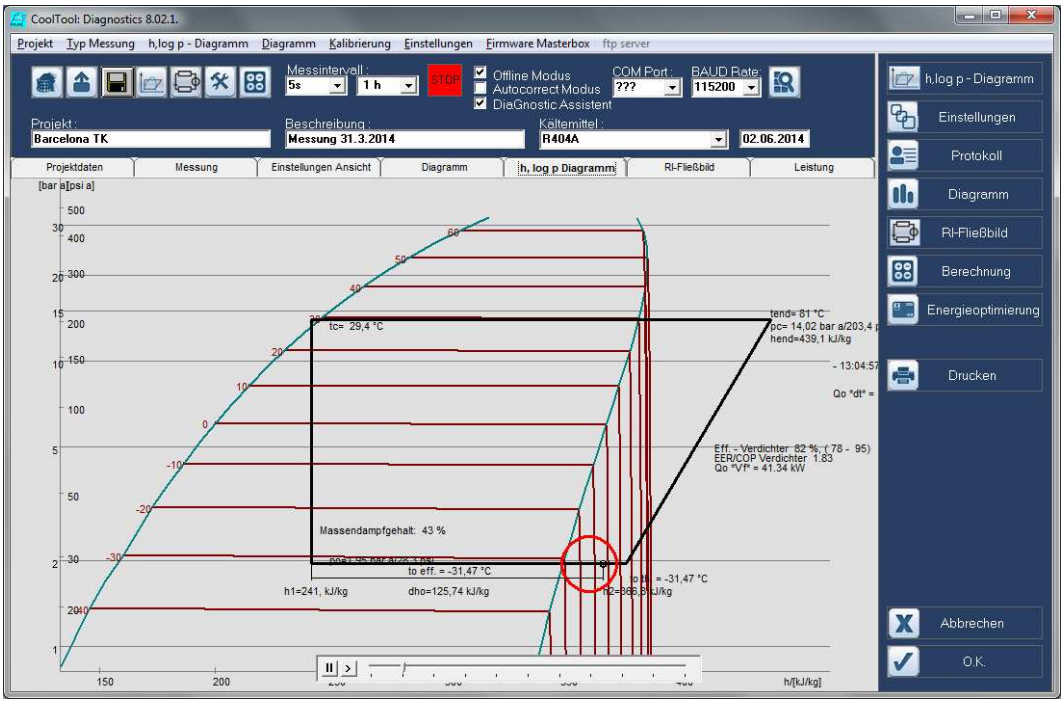
Herabsetzung des Schaltdruckes einer Wasserpumpe im Kühlturm ↓
Verdichter offener Hubkolbenverdichter mit großer Leistung



Betriebszustand vor Veränderung:

- EER = 1,47
- Tc = 38,7°C
- To= -33,5 °C
- η Verdichter = 89%
- Qo = 31,4 kW

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507



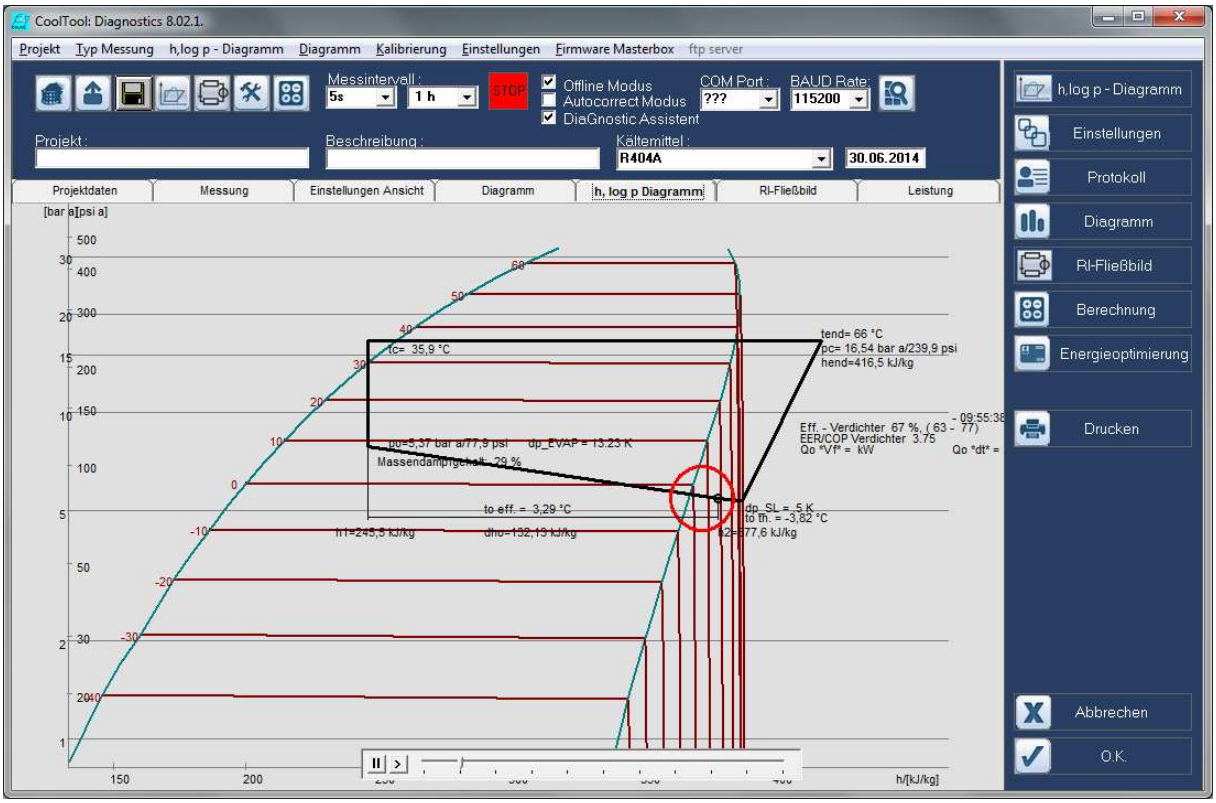
Betriebszustand nach Veränderung:

- EER = 1,83
- Tc = 29,4°C
- To= -31,5 °C
- η Verdichter = 82%
- Qo = 41,3 kW

Überhitzung am Verdampfer muss geändert werden. Hinweis deutet auf zu kleine Leistung des Exp.-ventils hin.

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

4.5 Druckverlust im Verdampfer



Einstufige Anlage mit R 404A, Halbhermetischer Hubkolbenverdichter:

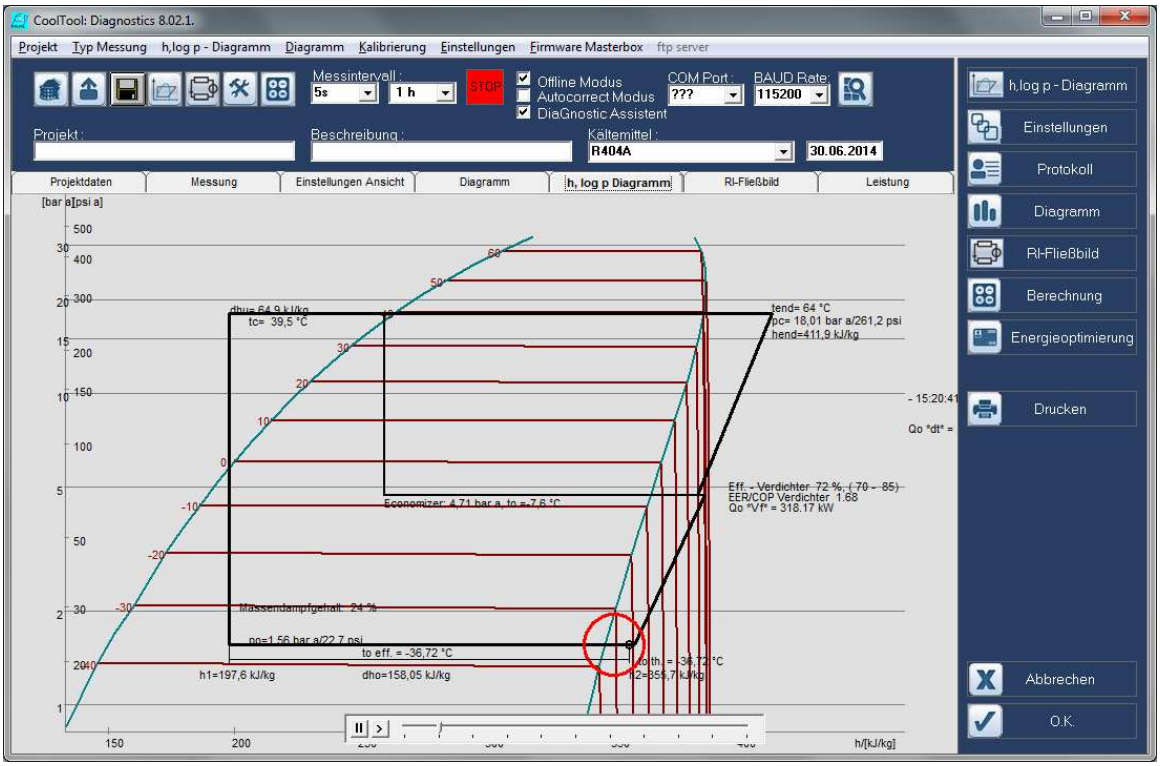
Untypische Anordnung der Verluste:

- Druckverlust Verdampfer 13 K
- Druckverlust Saugleitung 0,5 K < Vorgabe 1 K
- η Verdichter = 67% plausibel (63%-73%)
- EER = 3,75
- Überhitzung Exp.-Ventil zu groß

Durch den großen Druckverlust im Verdampfer kann die Verflüssigungstemperatur nicht abgesenkt werden.

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

4.6 TK Industrieanlage



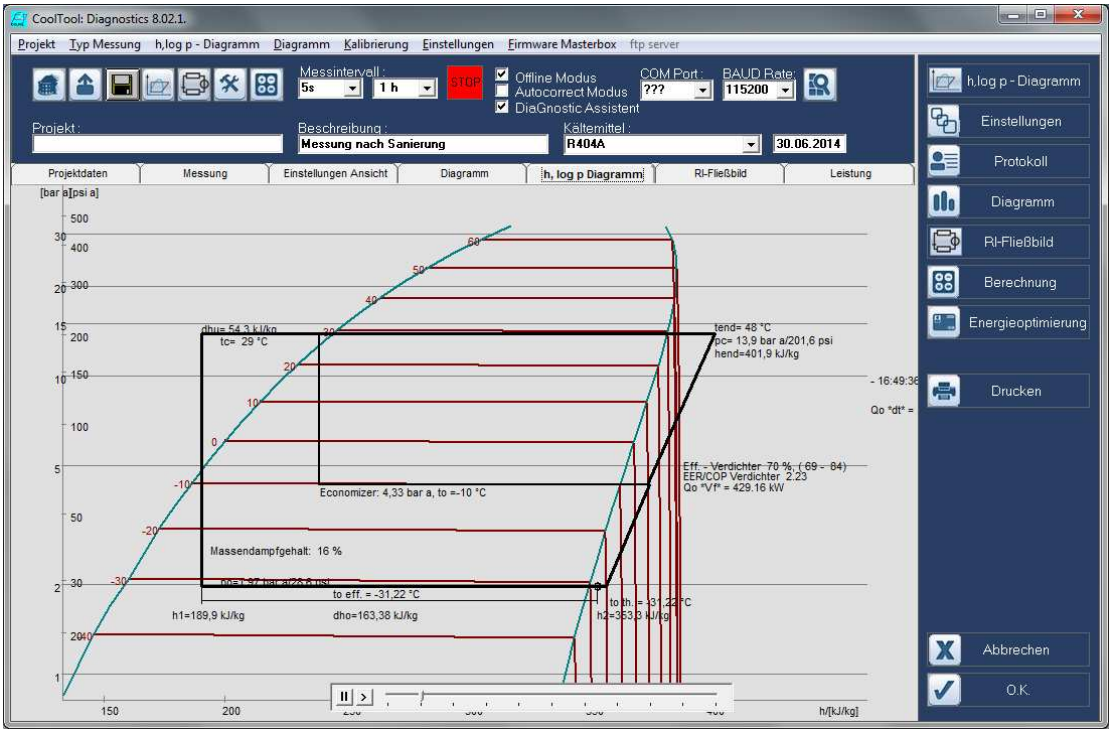
Einstufige Anlage mit R 404a und Economizer
Sechs Halbhermetischer Schraubenverdichter:

Messungen vor Sanierung:
- EER = 1,68
- η Verdichter = 72% (plausibel da 70% - 85%)
- Qo = 318,17 kW
- Überhitzung Exp.-Ventil zu groß => Warnung
- Tc = 39,5°C
- To = - 36,7°C

Vergleich der Leistungen in CoolTool Bauteilauslegung führt zu :
- Verdampfer Qo = 35 kW
- Exp.-Ventil Qo = 16 kW wahrscheinlich nach Nennleistung ausgewählt

Bei der Anlage wird der Verflüssigungsdruck auch im Winter künstlich hochgehalten, um durch die hohe Druckdifferenz noch etwas Leistung durch die Expansionsventile zu bekommen. Der Verdampfungsdruck ist dadurch ebenfalls zu tief.

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

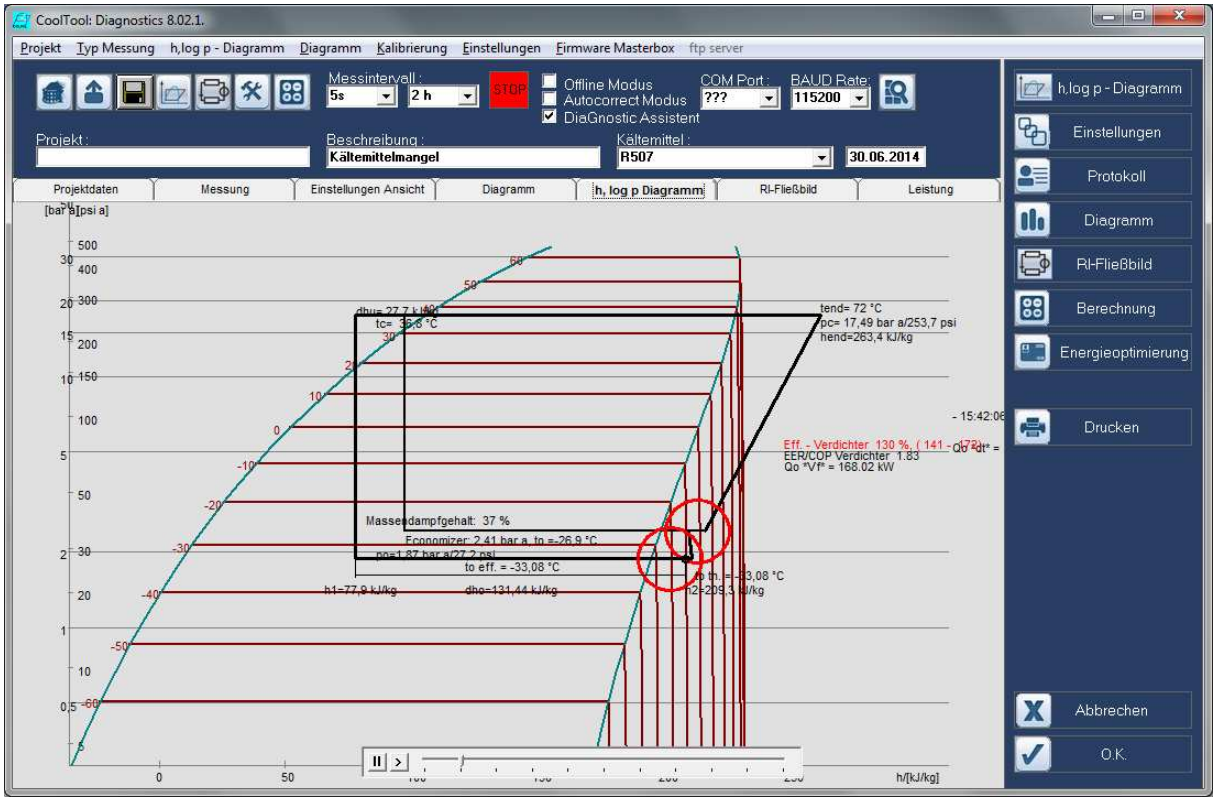


Messungen nach Sanierung:

- EER = 2,23
- ɳ Verdichter = 70% (plausibel da 69% - 84%)
- Überhitzung Exp.-Ventil ist normal => keine Warnung
- Qo = 429,16 kW
- Tc = 39°C
- To = - 31,22°C

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

4.7 Industrieanlage mit schlecht konstruiertem Sammler



Einstufige Anlage mit R 507 und Economizer
Drei Halbhermetische Schraubenverdichter:

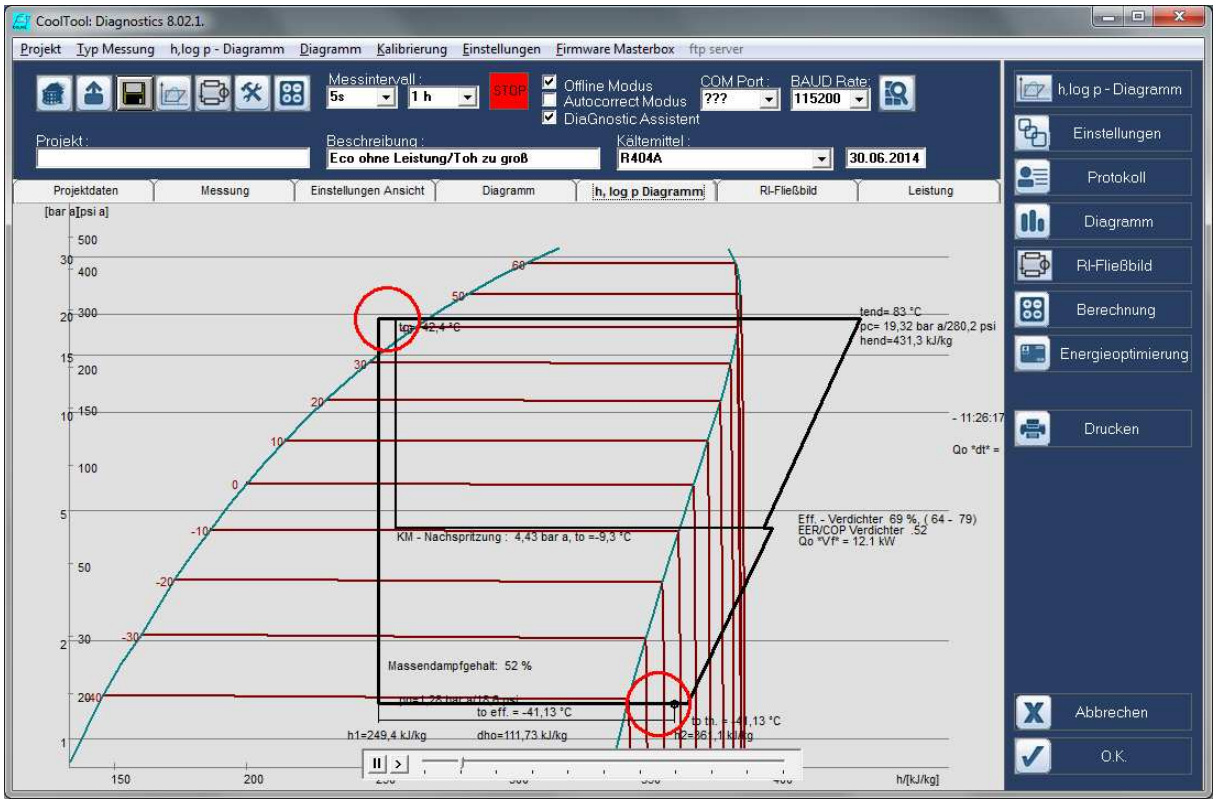
Messungen zeigen folgendes:

- EER = 1,83
- η Verdichter = 130% , nicht plausibel => Warnung
- Qo = 168,02 kW
- Überhitzung Exp.-Ventil zu groß => Warnung
- Tc = 36,8°C
- To = - 33,08°C
- Druck Economizer zu niederig => Warnung

Die Anlage hat keinen Kältemittelmangel, sondern einen Sammler der wie Blasenabscheider das verwirbelte Kältemittel in die Flüssigkeitsleitungen bringt.

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

4.8 Zweistufige TK Anlage mit Unterkühler/Economizer



Zweistufige Anlage mit R 404A und Economizer
Drei Halbhermetische Hubkolbenverdichter:

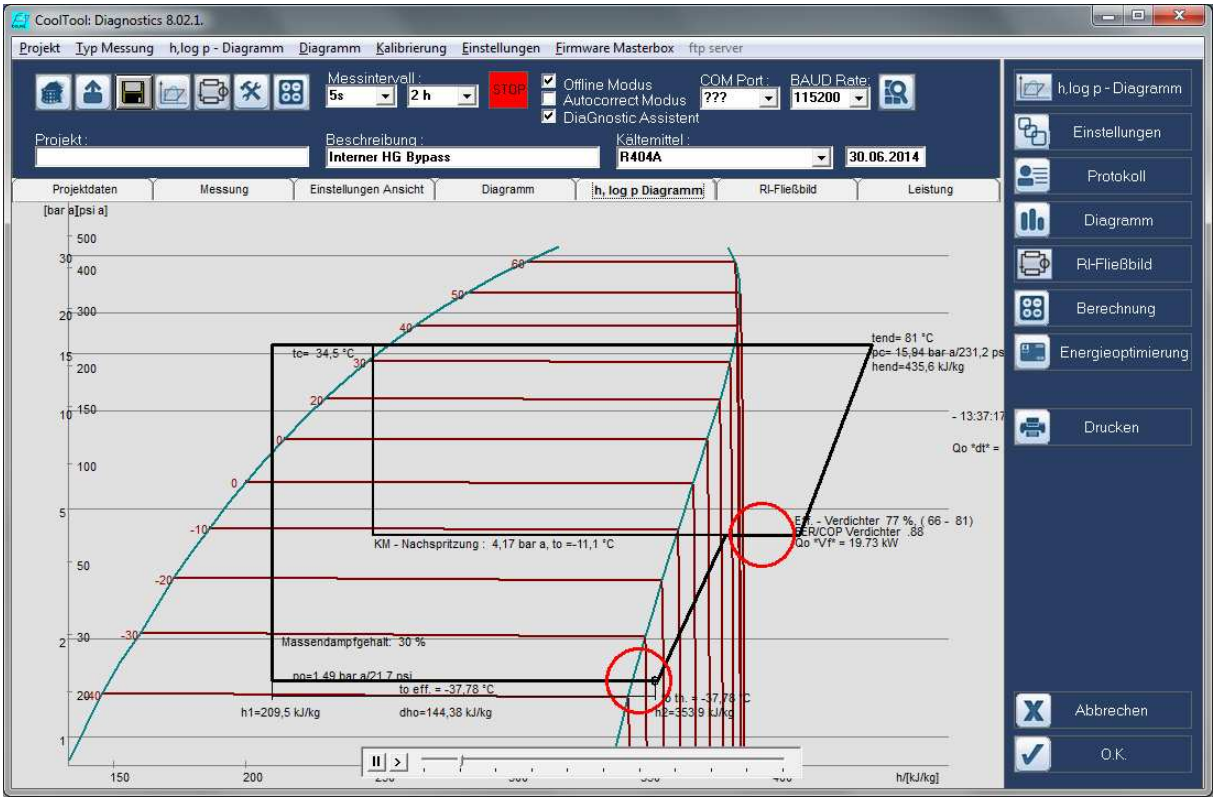
Messungen zeigen folgendes:
- EER = 0,52
- η Verdichter = 69% , plausibel (64% - 79%)
- Qo = 12,1 kW
- Überhitzung Exp.-Ventil zu groß => Warnung
- Tc = 42,4°C
- To = - 41,12°C
- Leistung Economizer zu Klein => Warnung

Die Verdichter sind noch O.K., aber die Anlage läuft energetisch sehr schlecht. Bei der Anlage wird der Verflüssigungsdruck auch im Winter künstlich hochgehalten, um durch die hohe Druckdifferenz noch etwas Leistung durch die zu kleinen Expansionsventile zu bekommen. Der Verdampfungsdruck ist dadurch ebenfalls zu tief.

Die Expansionsventile am Economizer sind zu klein oder falsch eingestellt. Dadurch zu wenig Unterkühlung, hohe Temperatur am Eingang HD Stufe und schlechter EER.

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

4.9 Zweistufige TK Anlage mit Unterkühler/Economizer



Zweistufige Anlage mit R 404A und Economizer
Drei Halbhermetische Hubkolbenverdichter:

Messungen zeigen folgendes:
- EER = 0,88
- η Verdichter = 77% , plausibel (66% - 81%)
- Qo = 19,3 kW
- Überhitzung Exp.-Ventil zu groß => Warnung
- Tc = 34,5°C
- To = - 37,78°C
- Temperatur Eingang HD Stufe zu hoch => Warnung

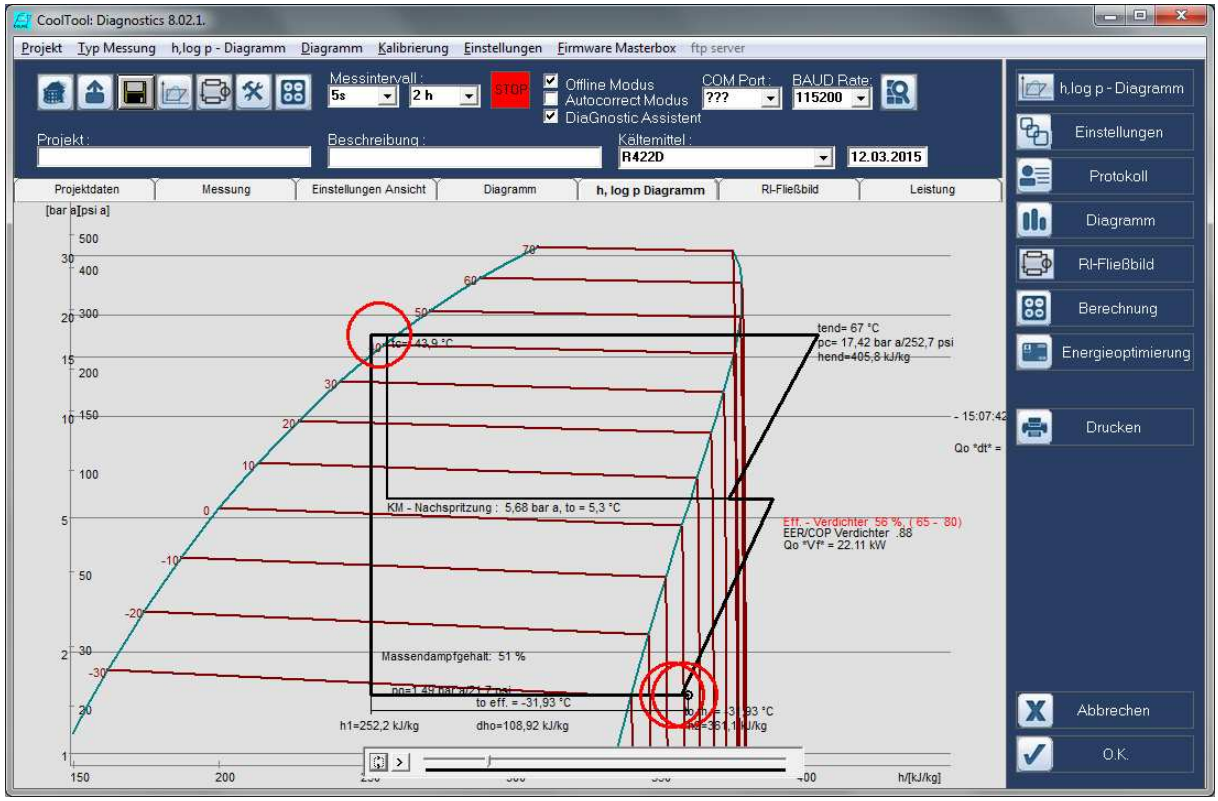
Die Verdichter sind noch O.K., aber die Anlage läuft energetisch sehr schlecht. Bei der Anlage wird der Verflüssigungsdruck auch im Winter künstlich hochgehalten, um durch die hohe Druckdifferenz noch etwas Leistung durch die zu kleinen Expansionsventile zu bekommen. Der Verdampfungsdruck ist dadurch ebenfalls zu tief.

Die viel hohe Temperatur am Eingang HD Stufe entsteht, weil kein zweites Expansionsventil im der Mitteldruckstufe die Überhitzung regelt.

Die Anlage kann so nicht auf R 407F umgestellt werden, da ohne Umbau die Heißgastemperatur zu hoch wird.

CoolTool Technology GmbH
D-47229 Duisburg
phone +49-2065-548 506
fax +49-2065-548 507

4.10 Zweistufige TK Anlage mit Unterkühler/Economizer nach Umstellung von R 22 auf R 422D



Zweistufige Anlage mit R 422A, Economizer und Flüssigkeitsabscheider in der Saugleitung, drei Halbhermetische Hubkolbenverdichter:

Messungen zeigen folgendes:
- EER = 0,88
- η Verdichter = 56% , nicht plausibel (65% - 80%)
- Qo = 22,1 kW
- Überhitzung Exp.-Ventil zu groß => Warnung
- Temp. Eingang ND Stufe kleiner als Exp.-Ventil => Warnung
- Tc = 43,9,5°C
- To = - 31,93°C
- Leistung Economizer zu Klein => Warnung

Die Verdichter weisen einen schlechten Wirkungsgrad auf, hier ein Hinweis auf Verschleiß. Alle Expansionsventile, am Verdampfer und am Unterkühler arbeiten nicht ordnungsgemäß.

Im Flüssigkeitsabscheider kommt es zu Nachverdampfung, wie der zweite Warnhinweis zeigt.