


9. Karlsruher Fahrzeugklima-Symposium



Verbesserung der Systemdichtheit von Modernen R134a Schlauchleitungen

Stefan Welle, Bert Leisenheimer
Eaton FCD Engineering Center Europe

EATON Fluid Power GmbH
Fluid Connectors Division

Engineering Center Europe
Industriestr. 15
76437 Rastatt
Tel.: 07222/ 15998-00
Fax: 07222/ 15998-01

Übersicht

1. Einleitung
2. Vorstellung eines Meßverfahrens
3. Genauigkeit des Meßverfahrens
4. Meßergebnisse (Flansche, Schläuche)
5. Anwendung der Meßergebnisse
6. Weitere Aktivitäten

Neues Meßsystem zur Ermittlung sehr kleiner Verlustraten

Anforderungen :

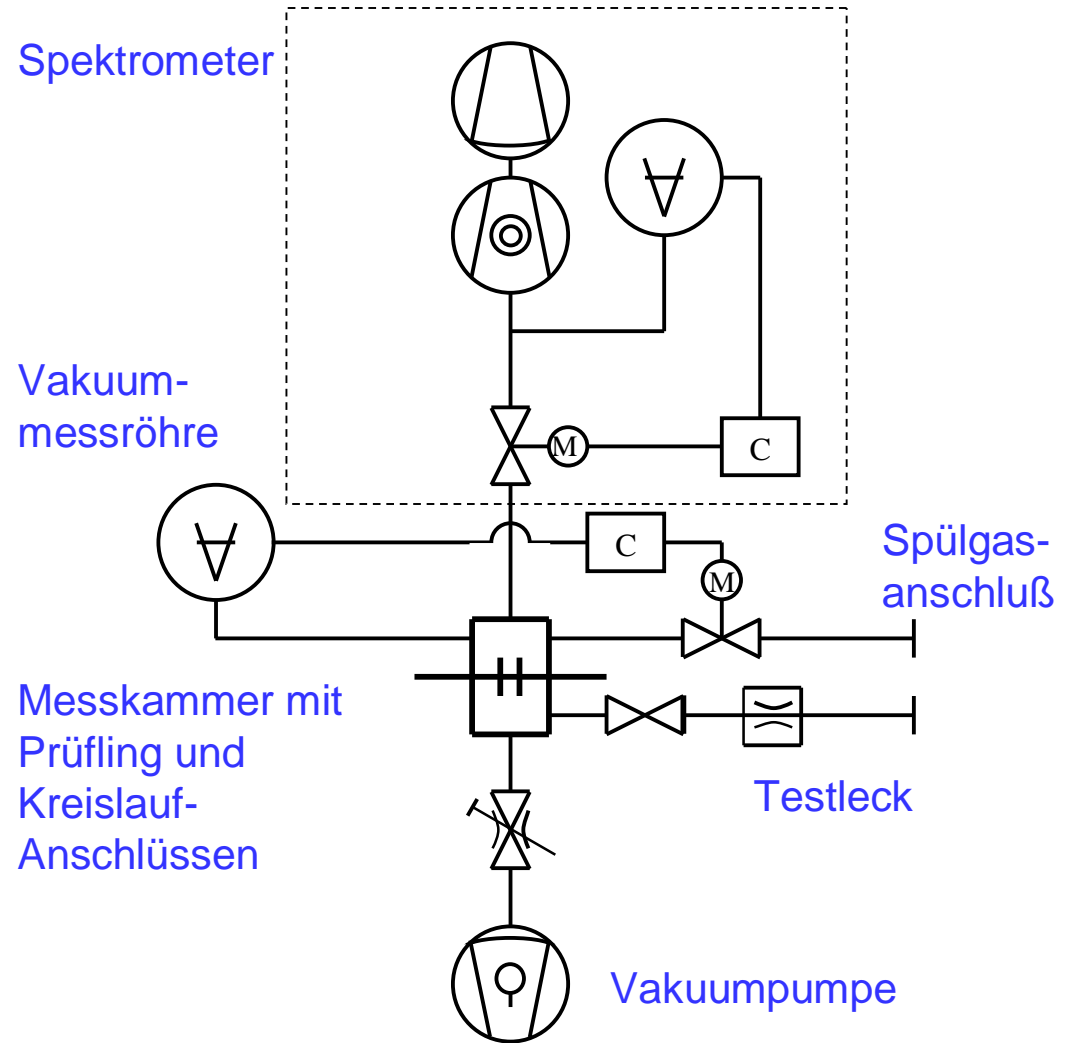
- ➔ Erfasst werden sollen die aus dem Prüfling austretenden Kältemittel - Moleküle
- ➔ Erfassen dynamischer Vorgänge soll möglich sein (Temperatur-, Druckwechsel)
- ➔ Messungen müssen unabhängig vom Aggregatzustand des Kältemittels möglich sein
- ➔ Verluste sollten in Leckage und Permeation unterschieden werden können (Wo ist Optimierungspotential?)

Massenspektroskopie

PATENT PENDING
No. 103 54 234.5

Aufbau des Meßsystems:

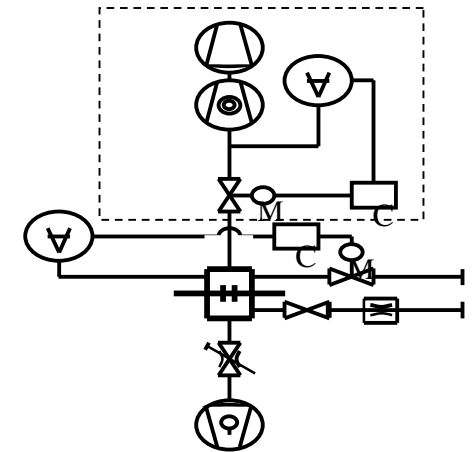
- **Meßkammer**
dient zur Prüflingsaufnahme und Abschottung der Umgebung
- **Vakuumpumpe**
erzeugt den für die Messung notwendigen Untergrund sowie stabile Bedingungen in der Meßkammer
- **Spektrometer**
analysiert die Zusammensetzung der Stoffe in der Meßkammer
- **Spülgasanschluß**
dient zur Inertisierung der Kammer und zum Stabilisieren des Untergrunds
- **Testleck**
dient als Referenz für die Messungen, da die Emission des Testlecks bekannt ist



KFZ Klimaanlage – Verbesserung der Systemdichtheit



PATENT PENDING
No. 103 54 234.5



PATENT PENDING
No. 103 54 301.5

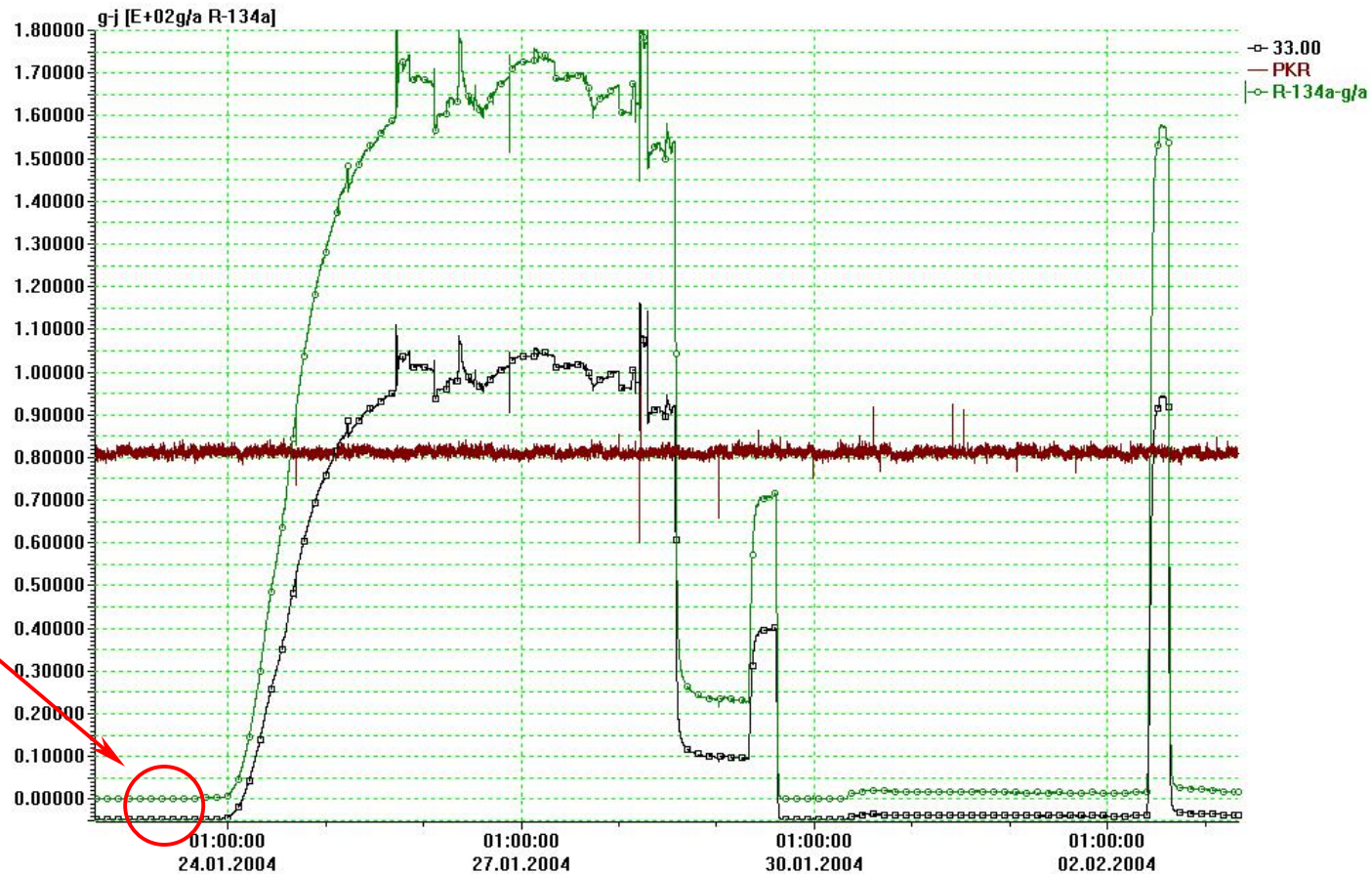


EATON

Fluid Power

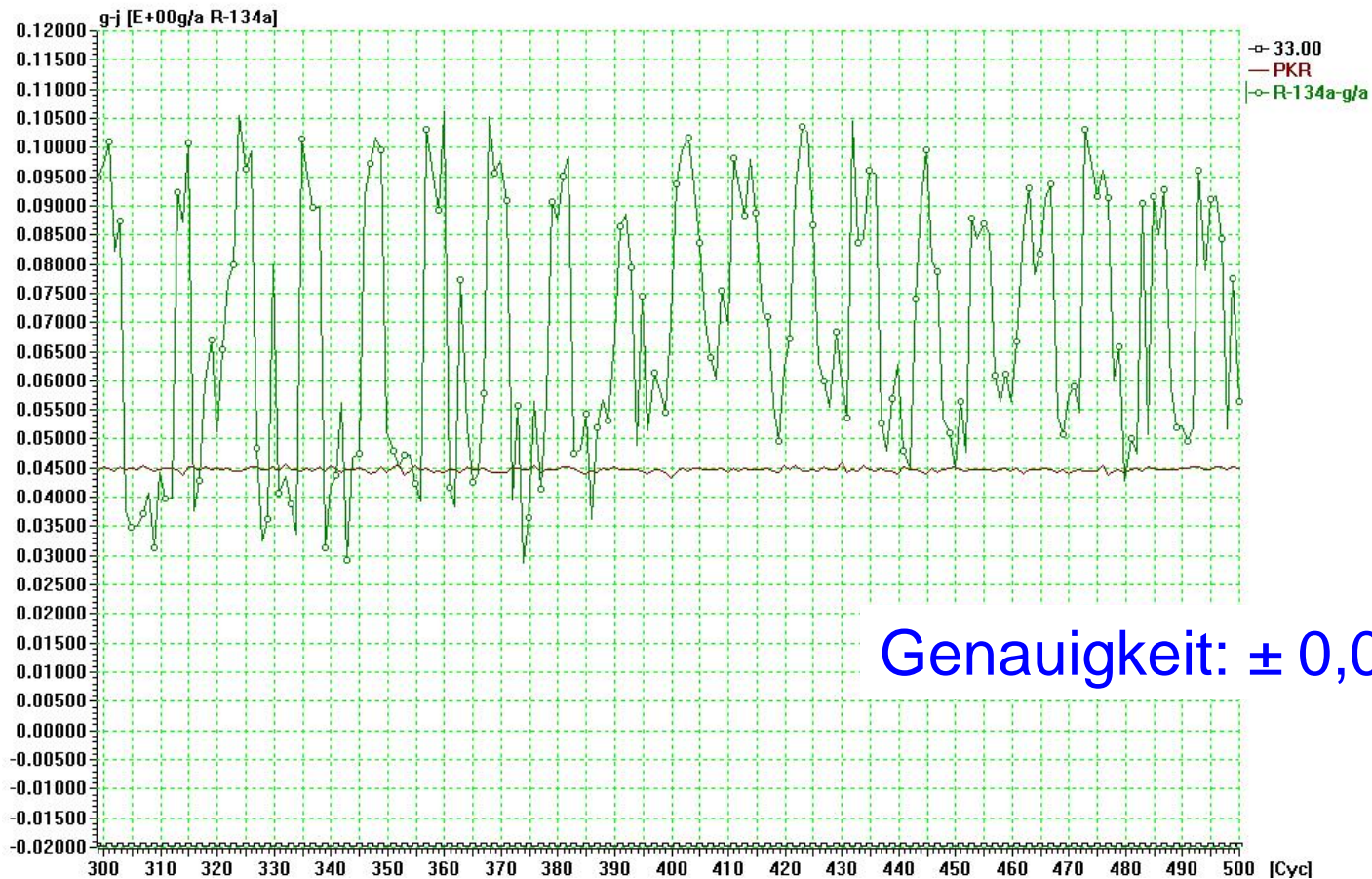
Genauigkeit der Messungen

Betrachtung eines Ausschnitts:



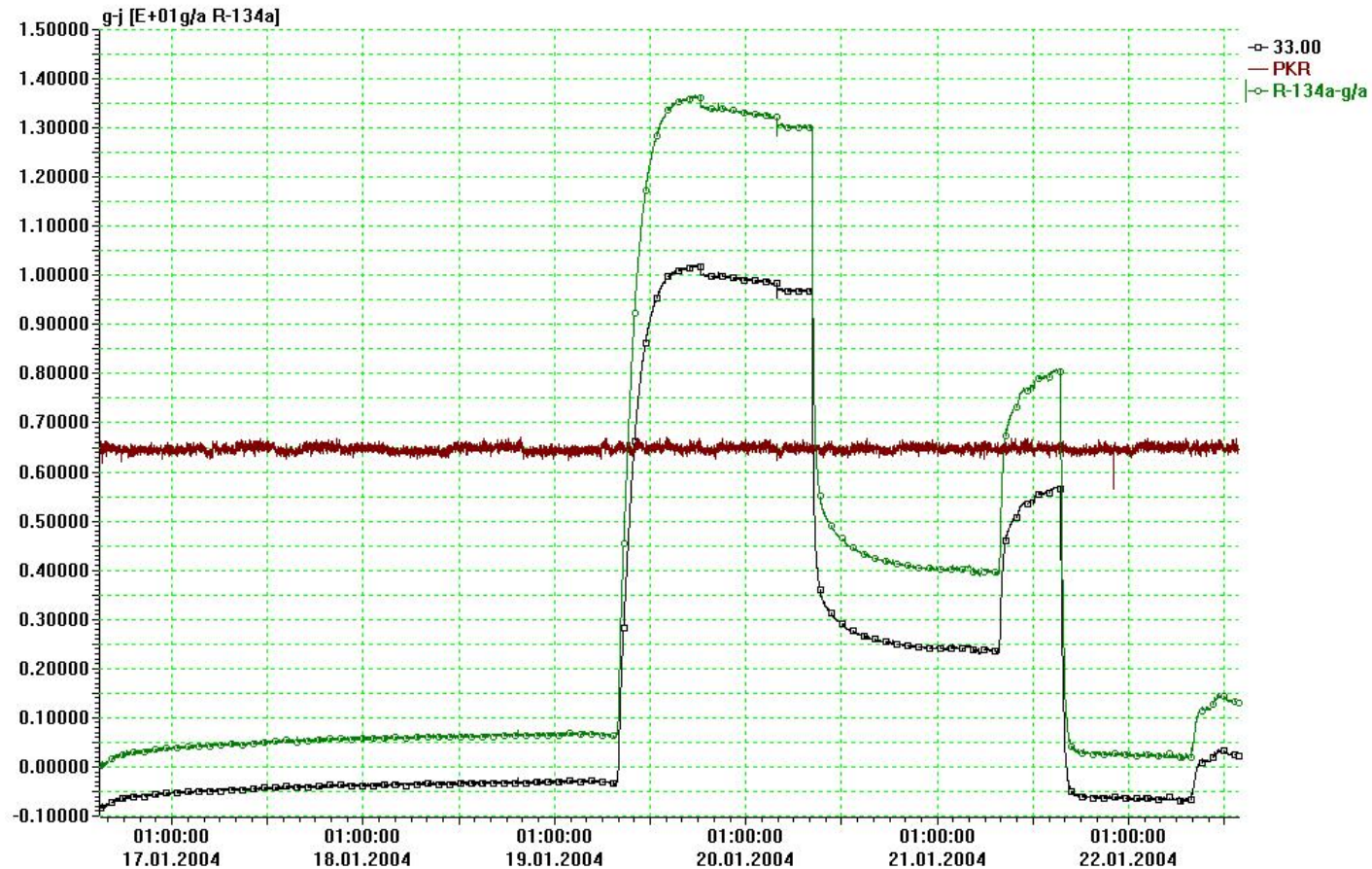
Genauigkeit der Messungen

Betrachtung eines Ausschnitts:



Beispiel einer Messung

Messung eines R-134a Flansches:



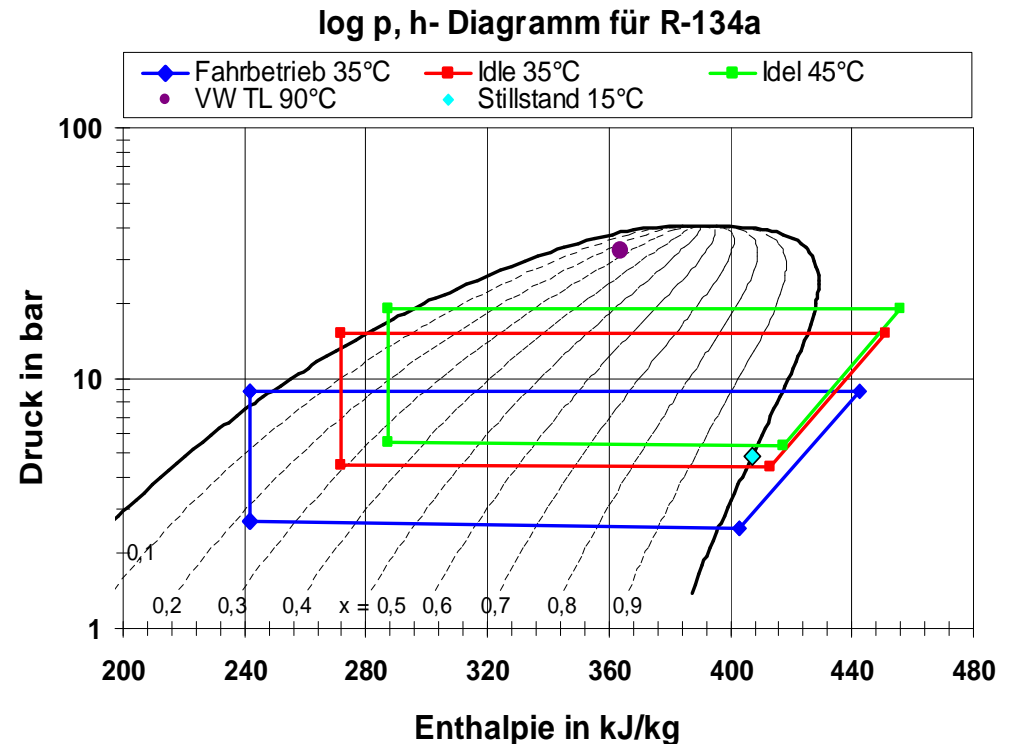
Messergebnisse realer Komponenten

1. Gummischlauch DN 8, Länge 250 mm
inkl. Einbindungen ohne Öl
2. Barrierschlauch DN 8, Länge 250 mm
inkl. Einbindungen ohne Öl
3. Flansch mit O-Ring \varnothing 11 x 2,5 mm mit PAG-Öl

Lastkollektiv für R-134a Komponenten

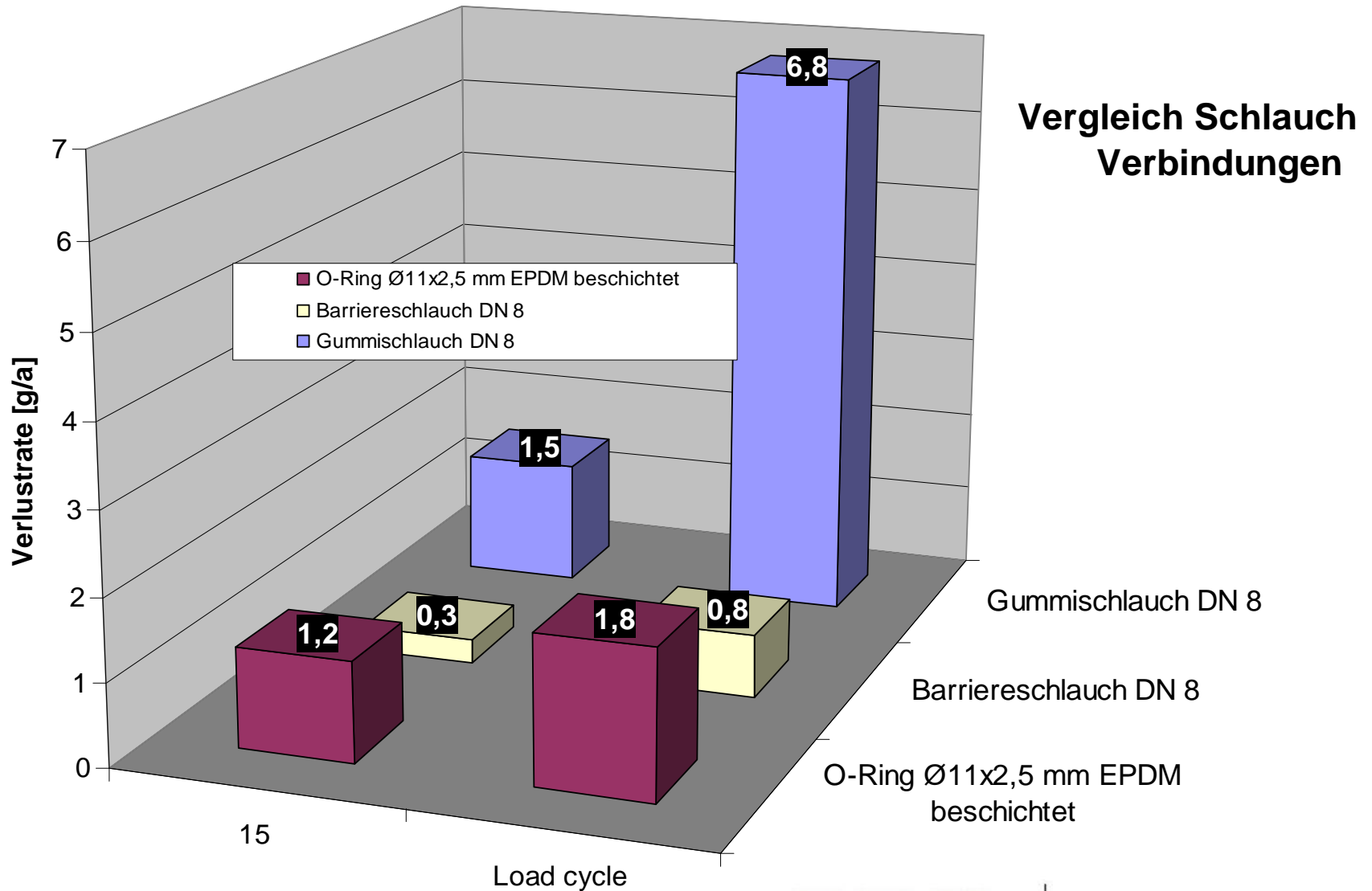
Von EATON verwendetes Lastkollektiv (load cycle):

Lastzustand:	Einheit:	Heißgas- leitung:	Hoch- druck- leitung:	Saug- leitung:
Stillstand -30°C	p [bar]	0,84	0,84	0,84
	t [°C]	-30	-30	-30
	Gewichtung [%]	4	4	4
Stillstand 15°C	p [bar]	4,9	4,9	4,9
	t [°C]	15	15	15
	Gewichtung [%]	76,5	76,5	76,5
Fahrbetrieb 25°C	p [bar]	9,0	9,0	2,5
	t [°C]	56	30	3,7
	Gewichtung [%]	18	18	18
Idle 35°C	p [bar]	15	15	4,5
	t [°C]	76	50	20
	Gewichtung [%]	1	1	1
Idle 45°C	p [bar]	19	19	5,5
	t [°C]	86	60	27
	Gewichtung [%]	0,5	0,5	0,5



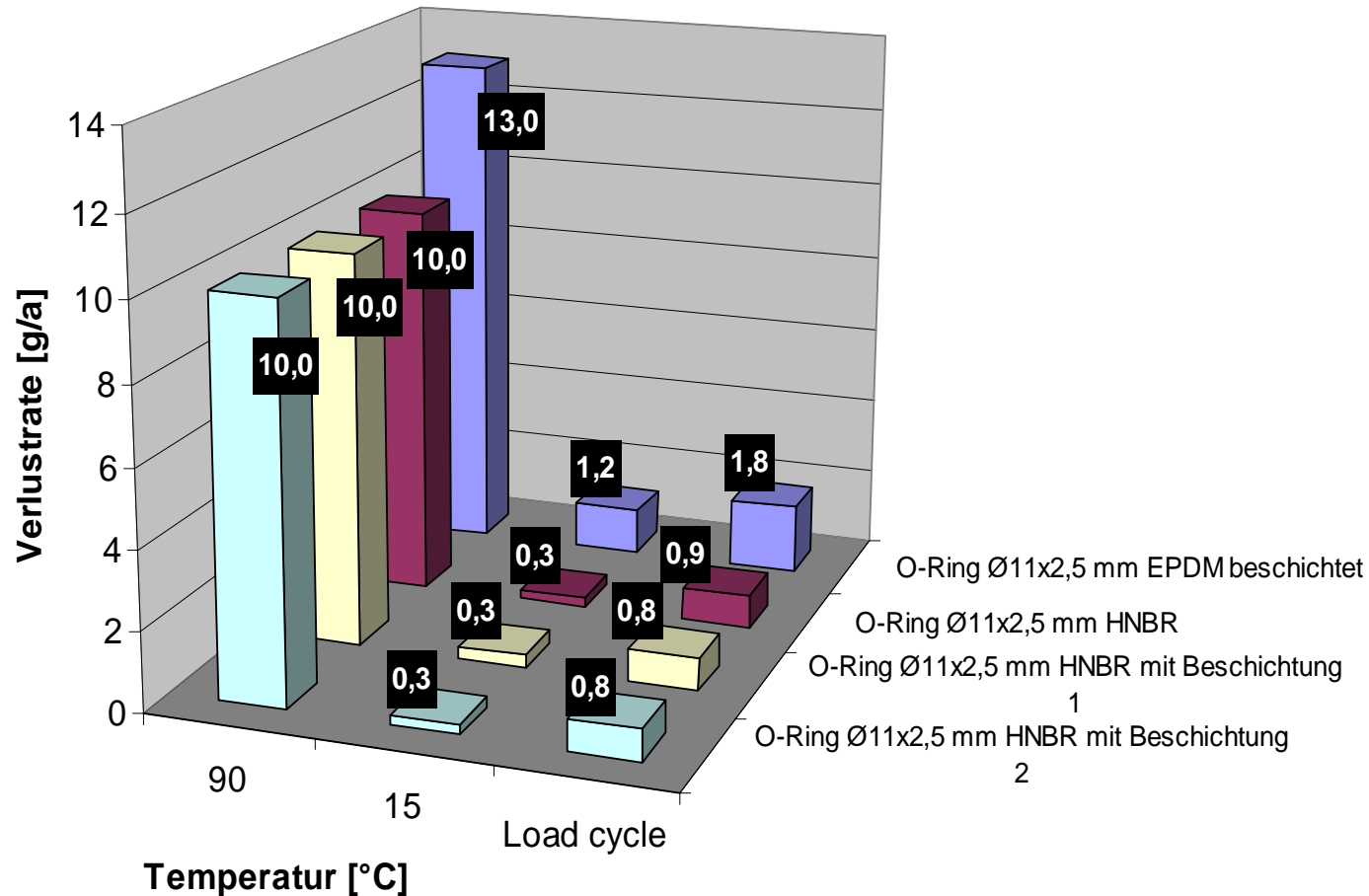
Lastzustände typisch für Frankfurt a.M.

Messergebnisse realer Komponenten



Messergebnisse realer Komponenten

Vergleich O-Ringe



Anwendung der Messergebnisse - realer Kreislauf

Annahme 1:

Es werden nur Schläuche und Verbindungselemente betrachtet

Annahme 2:

Es werden zunächst nur „einfache“ Optimierungen betrachtet

Annahme 3:

Saugschlauch ausgeführt als Gummischlauch

Annahme 4:

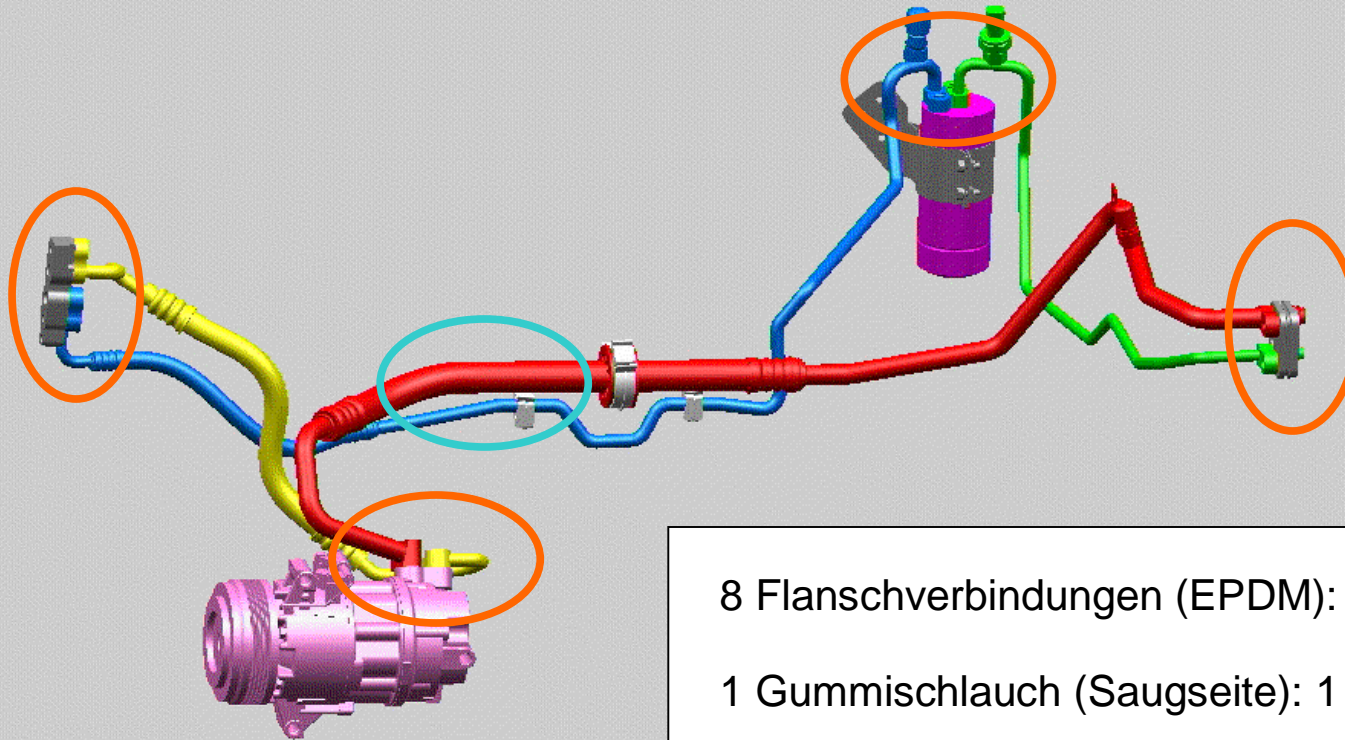
Flanschverbindungen abgedichtet mit O-Ringen aus EPDM

Annahme 5:

Nennweiten beeinflussen nicht die Verlustraten

Anwendung der Messergebnisse - realer Kreislauf

Betrachtung eines realen Kreislaufes (IST-Zustand):



8 Flanschverbindungen (EPDM): $8 \times 1,8 \text{ g/a} = 14,4 \text{ g/a}$

1 Gummischlauch (Saugseite): $1 \times 6,8 \text{ g/a} = 6,8 \text{ g/a}$

**Relevantes Optimierungspotential gem. Lastkollektiv
(Schläuche und Verbindungselemente) : 21,2 g/a**

Anwendung der Messergebnisse - realer Kreislauf

Betrachtung eines realen Kreislaufes (Verbesserter Zustand):

Verbesserung 1:

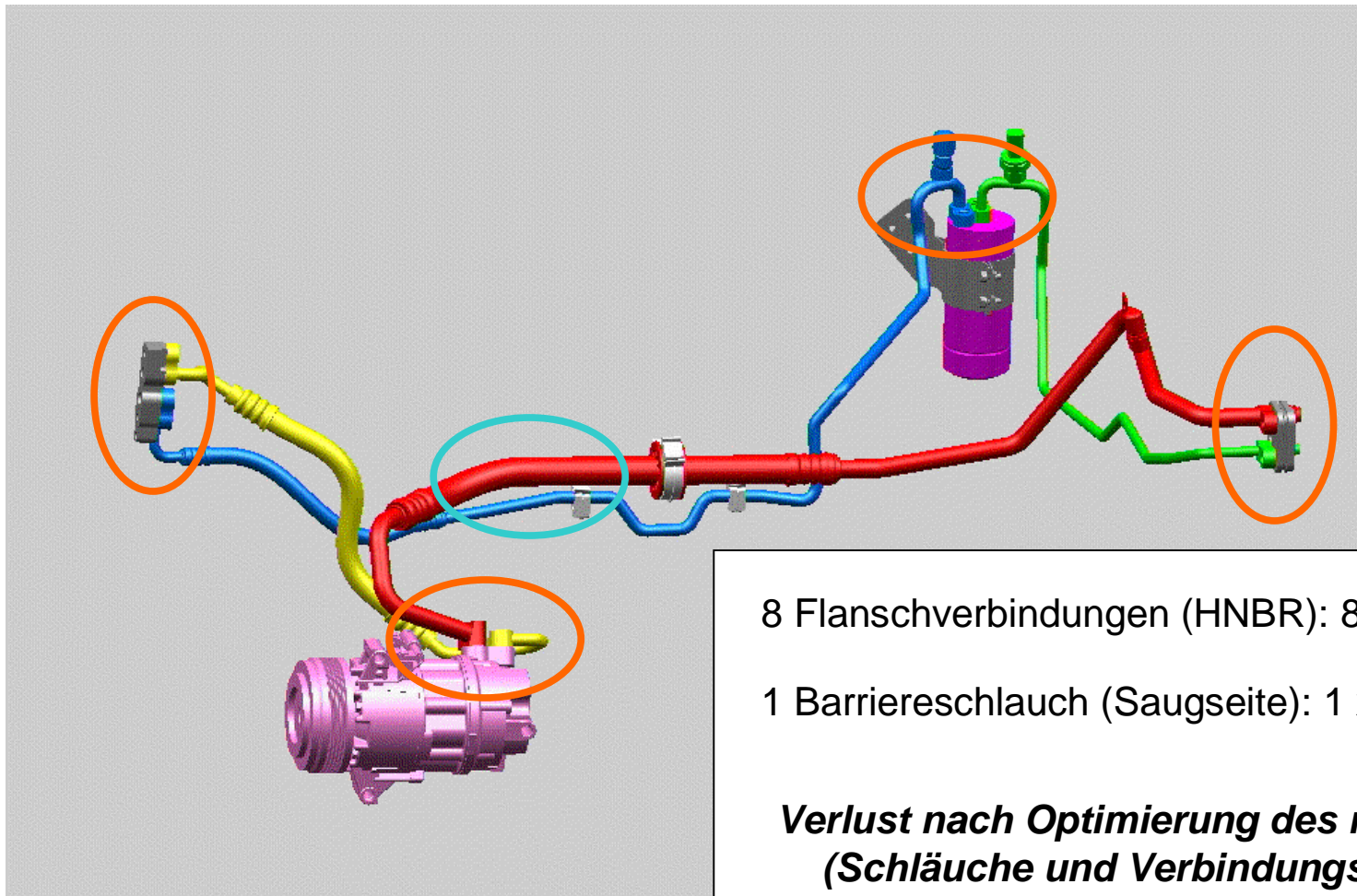
Ersatz des saugseitigen Gummischlauches durch einen Barrierschlauch

Verbesserung 2:

Ersatz der O-Ringe aus EPDM durch O-Ringe aus HNBR

Anwendung der Messergebnisse - realer Kreislauf

Betrachtung eines realen Kreislaufes (Verbessertes Zustand):



Anwendung der Messergebnisse - realer Kreislauf

Betrachtung eines realen Kreislaufes (Vergleich):

Verlust Saugleitung und Flansche (IST-Zustand) : 21,2 g/a

Verlust Saugleitung und Flansche (verbesserter Zustand) : 8,0 g/a

↓
Verbesserung
um Faktor 2,5

Fazit:

***Durch relativ „einfache“ Umstellungen können
ca. 13,2 g/a
an R-134a Verlust eingespart werden***

oder:

***die durchschnittliche Verlustrate von 52 g/a
könnte auf
ca. 39 g/a verringert werden***

Weitere Aktivitäten - Verlustrate eines CO2 Leitungssatzes

15 Verbindungsstellen (Flansche) à 1g/a (e) bzw. 0,3 g/a (m)

2 Befüllventile à 0,3 g/a

2 Wellrohrschräuche mit Aluminium-Einbindung à 2,5 g/a

beträgt die Verlustrate für den Leitungssatz:

(e)lastomere Dichtungen: **20,6 g/a**

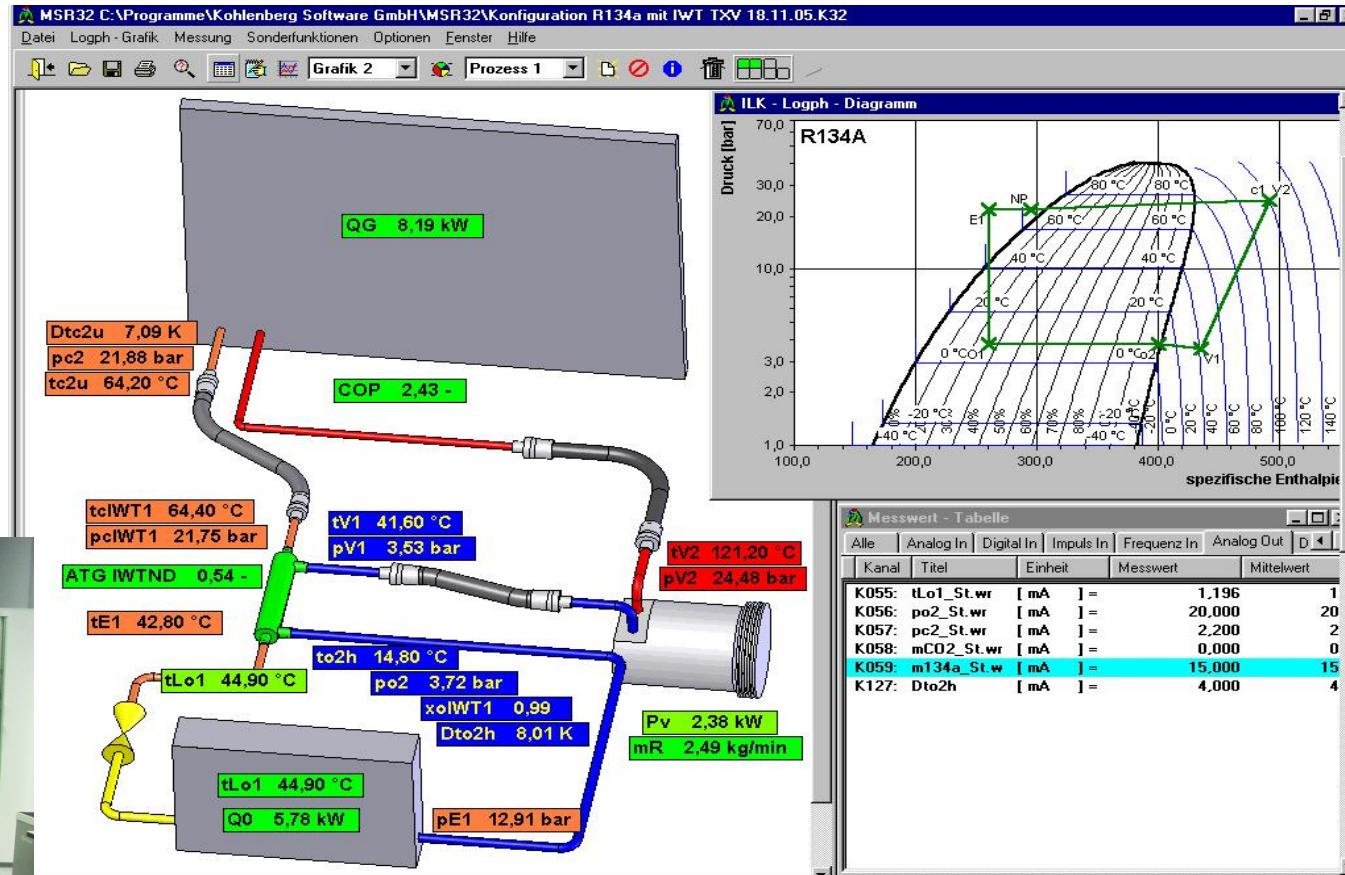
(m)etallische Dichtungen: **10,1 g/a**

ohne *Folienschlauch* auf der Saugseite

Soll maximal nach VDA Lastenheft: $7,5+2+2+7 = 18,5 \text{ g/a}$

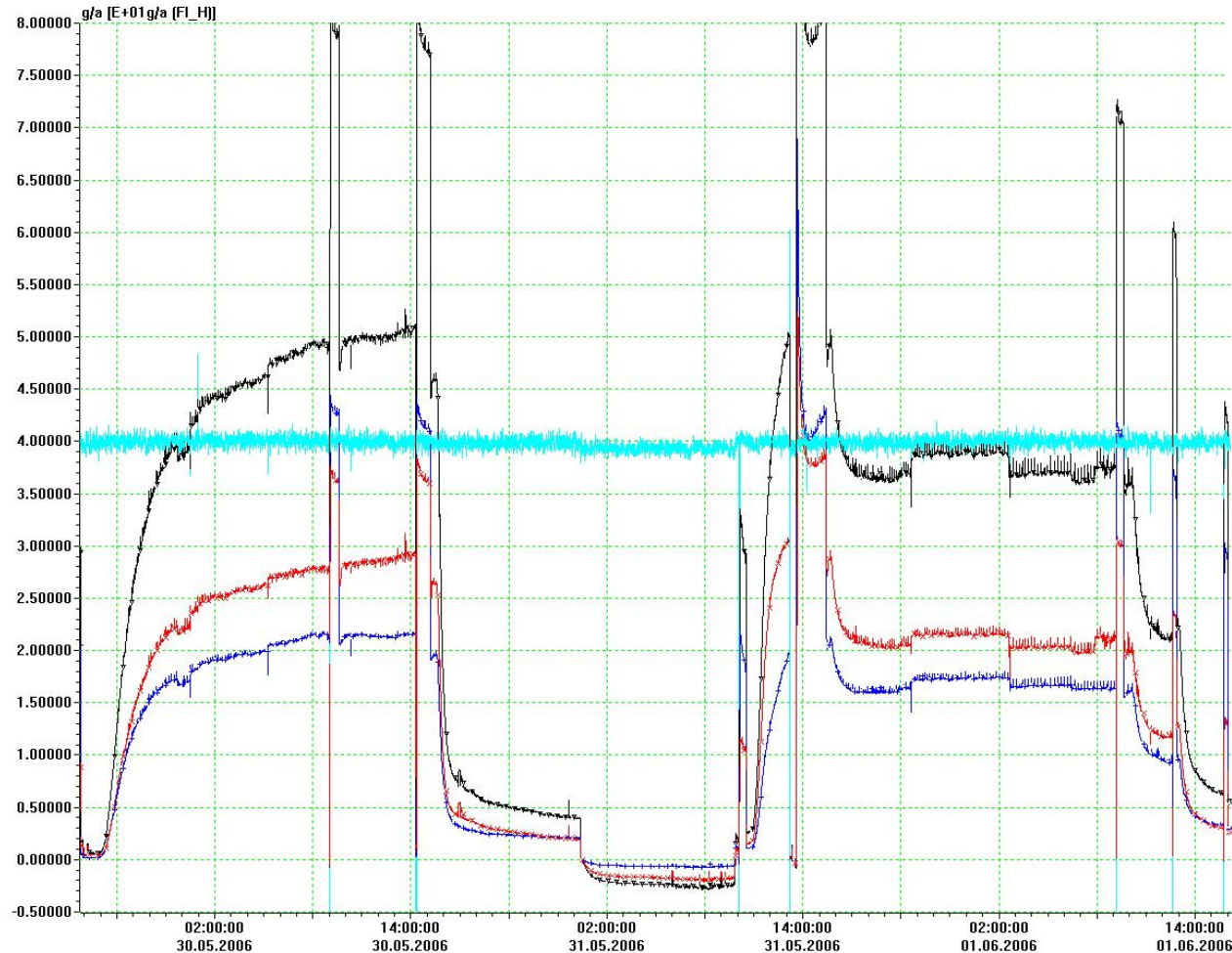
Weitere Aktivitäten - Verlustrate im Betrieb

Messung der Verlustrate während normalem Betrieb des Klimakreislaufs



Weitere Aktivitäten – Permeation anderer KM

Messung eines Blends aus Halogenierten KW :



Blend

Komponente A

Komponente B