

**CONNECTING
EXPERTS.**

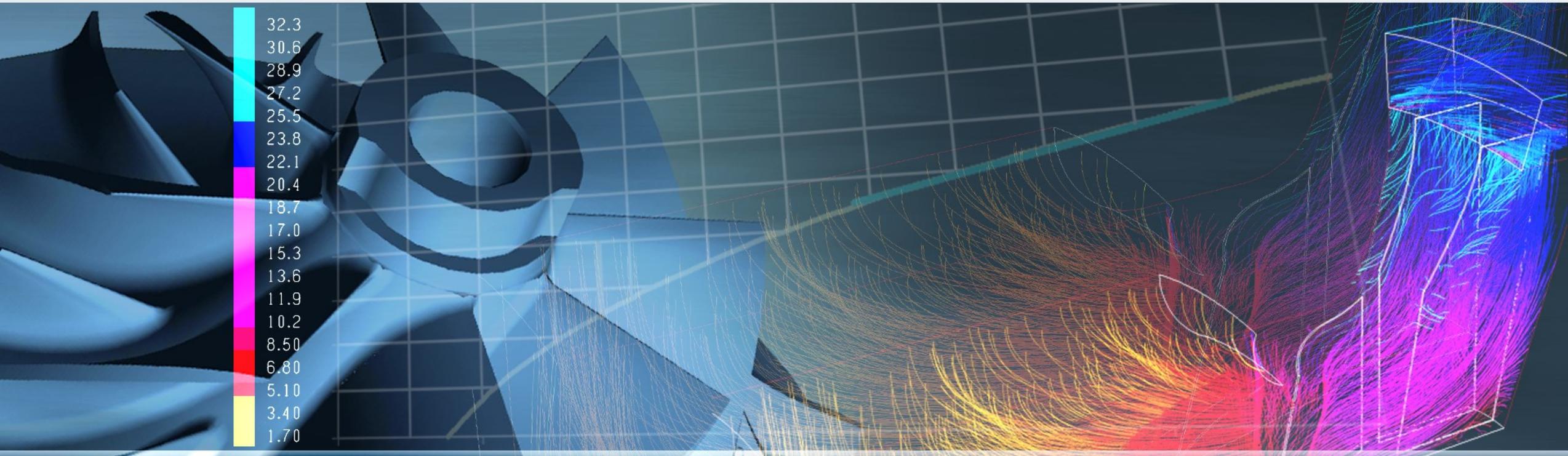


CHILLVENTA eSPECIAL

Refrigeration | AC & Ventilation | Heat Pumps

13. – 15.10.2020

NÜRNBERG MESSE



Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden gGmbH

Leistungsmessung an Propanverdichtern

Chillventa eSpecial 2020



- ▶ **Motivation**
- ▶ **Leistungsmessungen – Zielstellung / Normen / Einsatzkennfelder**
- ▶ **Leistungsmessungen – Prüfstände und Herausforderungen von Propan**
- ▶ **Lebensdauertests – Zielstellung / Normen / Verfahren / Ablauf / LTT500**
- ▶ **Lebensdauertests – Schadensbilder**
- ▶ **Zusammenfassung**

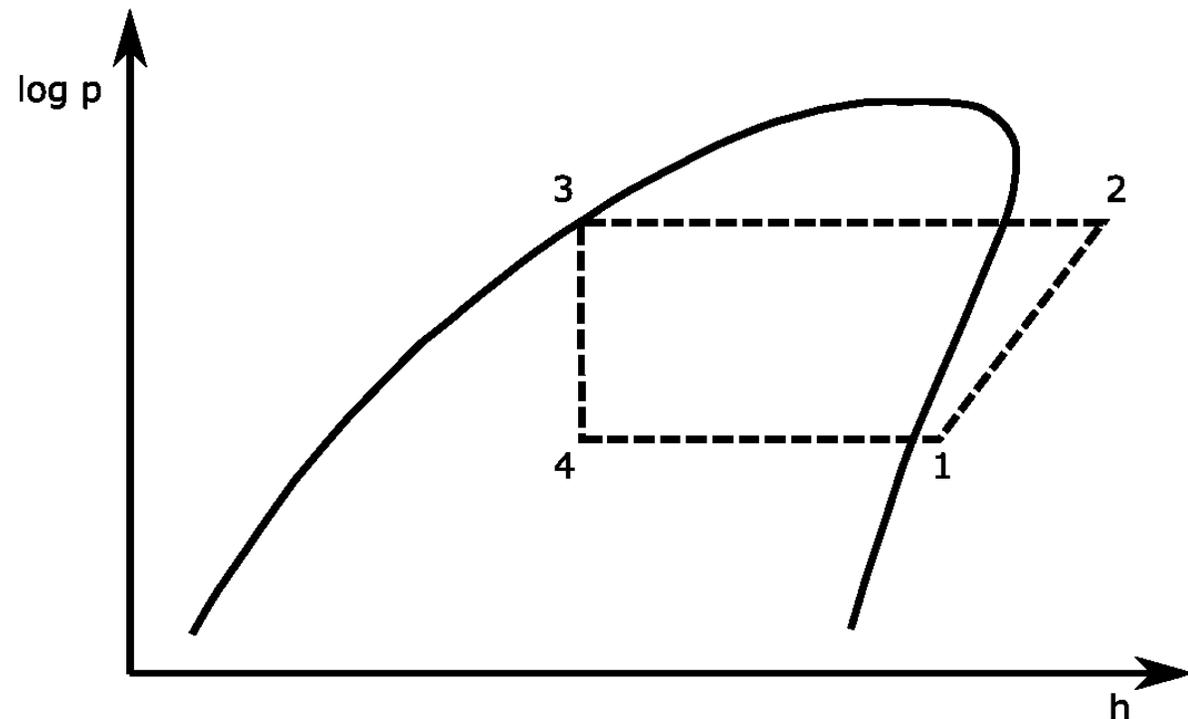
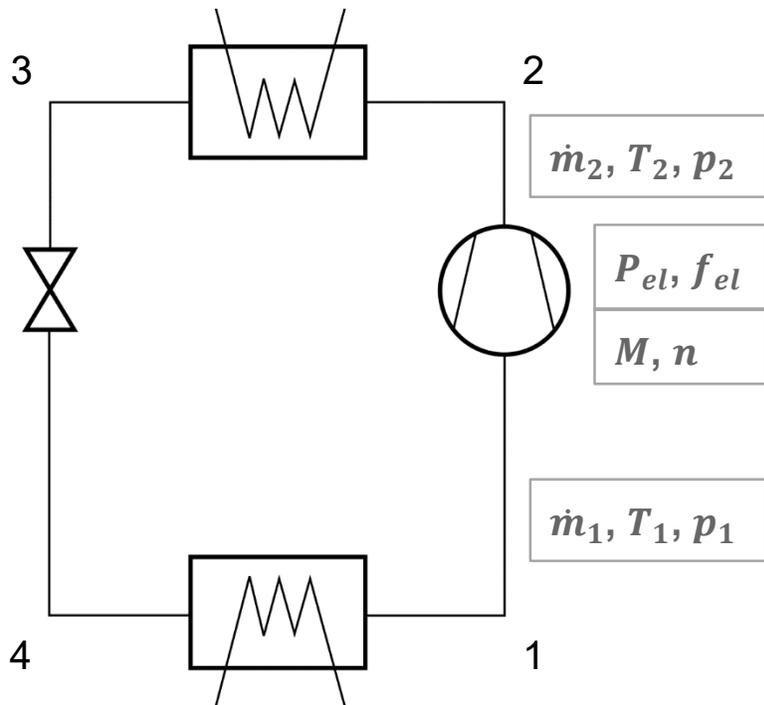


Motivation – Warum Verdichter testen ?

- ▶ **Bei nicht vollständigen Angaben der Verdichterhersteller**
 - ▶ Zu Kältemittel oder Betriebspunkt sind keine Angaben verfügbar
- ▶ **Betrieb am Rand des Kennfeldes oder bei ungewöhnlichen Umgebungsbedingungen**
- ▶ **Direkte Vergleichsmessung mit anderen Fabrikaten**
- ▶ **Besondere Fragestellungen**
 - ▶ Bestimmung des Ölwurfs des Verdichters
 - ▶ Bestimmung der Schallemissionen an bestimmten Betriebspunkten
- ▶ **Untersuchungen zur Lebensdauer und der resultierenden Veränderung des Betriebsverhaltens**
 - ▶ Insbesondere bei Betrieb am Rande oder außerhalb der Herstellerspezifikation

► Was ist eine Leistungsmessung ?

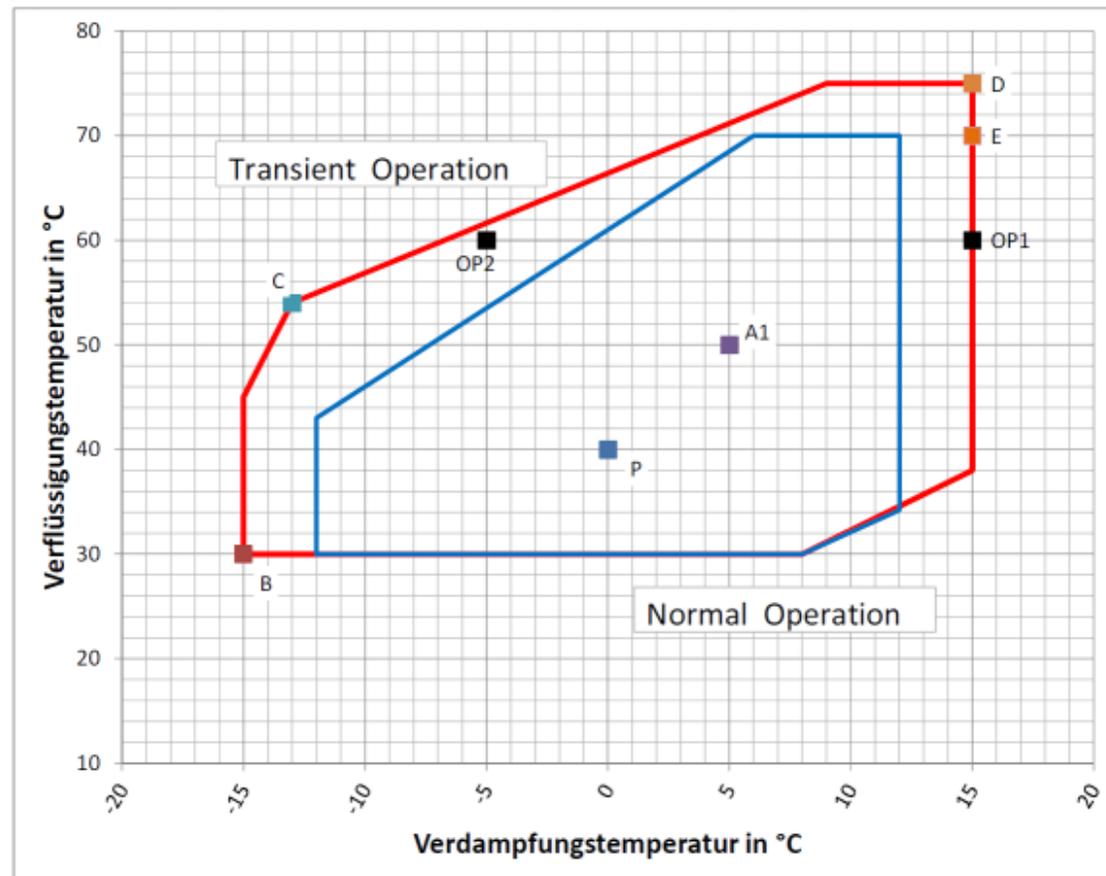
- Messtechnische Bestimmung der Kälteleistung und Antriebsleistung, COP, Liefer- und Gütegrad eines Kältemittelverdichters nach DIN EN 13771-1 und DIN EN 12900



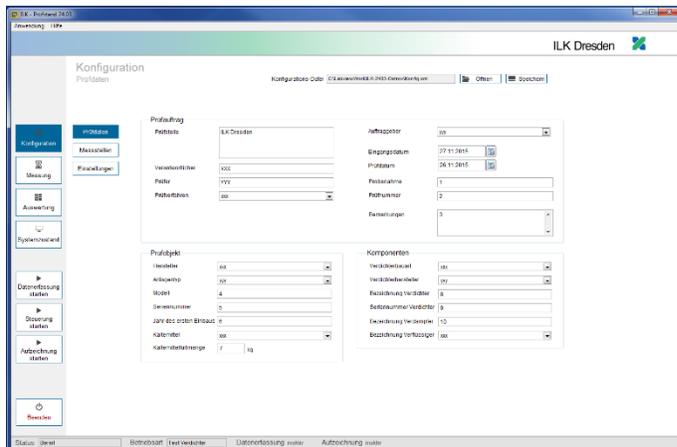


▶ Welchen Betriebspunkte werden gemessen?

- ▶ Je nach Verdichter und Absprache mit dem Kunden mehrere Punkte in Anlehnung an DIN EN 12900



- ▶ Womit wird eine Leistungsmessung durchgeführt?
 - ▶ Prüfstand
 - Präzises Erfassung der Messgrößen
 - Regelung und Steuerung des Kältekreisessowie des Kühlkreises
 - ▶ zugehörige Software
 - ▶ gut geschulte Mitarbeiter/innen





- ▶ Welche Anforderungen ergeben sich aus dem Kältemittel Propan für den Prüfstand?
 - ▶ angepasste Risikoanalyse → Sicherheitskonzept
 - ▶ möglichst kleine Füllmenge
 - ▶ Verhinderung von Austritt von Kältemittel
 - ▶ ausreichende Absaugung / Verdünnung
 - ▶ Deklaration von EX-Zonen
 - ▶ Einsatz einer Gaswarnanlage
 - ▶ angepasste Arbeitsanweisungen
 - ▶ DIN EN 378 gibt Hinweise





▶ Was ist ein Lebensdauerersuch?

- ▶ Simulation des Lebenszyklus eines Verdichters in begrenztem wirtschaftlichem Zeitraum

▶ Wozu Lebensdauerersuche?

- ▶ Variante 1 - Betrieb innerhalb Einsatzgrenzen (Neuwertige Verdichter – neue Projekte)
 - **Nachweis Schadensfreiheit bzw. Schäden der Verdichter innerhalb der vom Hersteller garantierten Grenzen**
- ▶ Variante 2 - Betrieb außerhalb Einsatzgrenzen (Neuwertige Verdichter – neue Projekte)
 - **Bewertung der Eignung verschiedener Verdichtervarianten für praktische Bedingungen**
- ▶ Variante 3 – innerhalb und außerhalb Einsatzgrenzen (Vorgeschädigte Verdichter - Schadensanalyse)
 - **Lebensdauereinschätzung / Identifikation Verschleißindikatoren**



▶ Integration von

- ▶ normativen Lebensdauer-Prüfungen (Dauerlauf) - DIN 8974 / 8978 / 8979
- ▶ wechselnden Lastsituationen
- ▶ spezifischen Teiltests / Lastzuständen
- ▶ zusätzlicher Stresssituationen / Verschärfung möglicher Lastzustände

in einen Lebensdauerersuch aufgrund

- ▶ zeitlicher (Maßnahmen zur Laufzeitverkürzung, Verfügbarkeit der Ergebnisse)
- ▶ wirtschaftlicher Randbedingungen

auf einem Prüfstand.

→ Life Time Test - LTT500



- ▶ **Sukzessive Steigerung der Belastung**
- ▶ **6 Prüfzyklen → unterschiedliche Belastung**
- ▶ **Warum?**
 - ▶ a) Differenzierung Ursache
 - Einzelereignis (wenn ja, welches?)
 - Zeitliches Verhalten (fortwährender Verschleiß?)
 - ▶ b) Verschleißverhalten
 - Zeitliche Veränderung der möglichen Verschleißindikatoren (Stagnation)
 - Lebensdauereinschätzung

Stress-level	Lastzustand
0	Normalzustand
0	transienter Betrieb, wechselnde Lasten
0	zulässige Schaltspielzahl VEDI ON/OFF
1	Überschwingen TEV / instabiler Regelkreis
2	starke Lastwechsel, Heißgasbypass Vda
2	Überschreitung zulässige Schaltspielzahl
3	starke Lastwechsel, Heißgasbypass zum Verdampfer
4	Einkondensiertes KM bei VEDI OFF und folgendem Flüssigkeitsstart
5	Start mit kaltem Verdichter

Lebensdauerersuche - Diagnose (Referenz und Zustand)

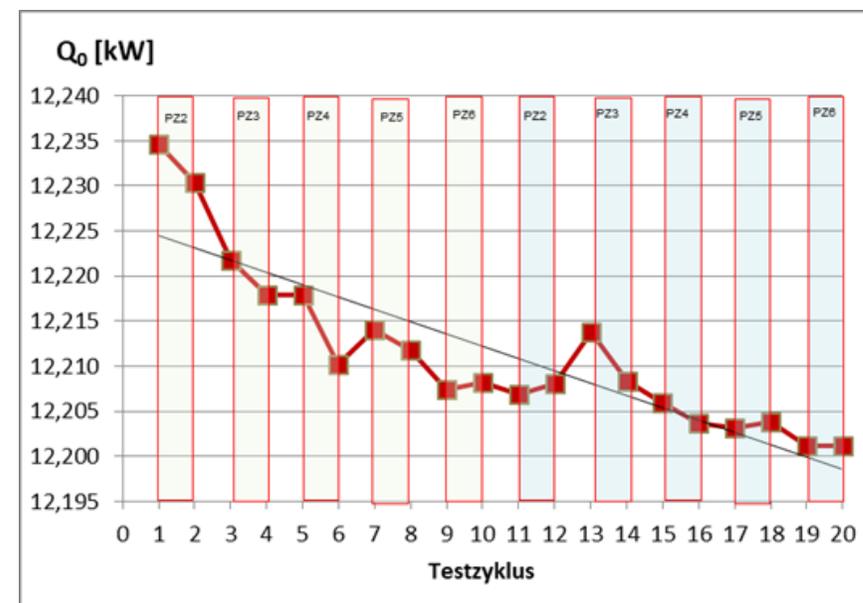
▶ Verschleiß- / Schadensindikatoren

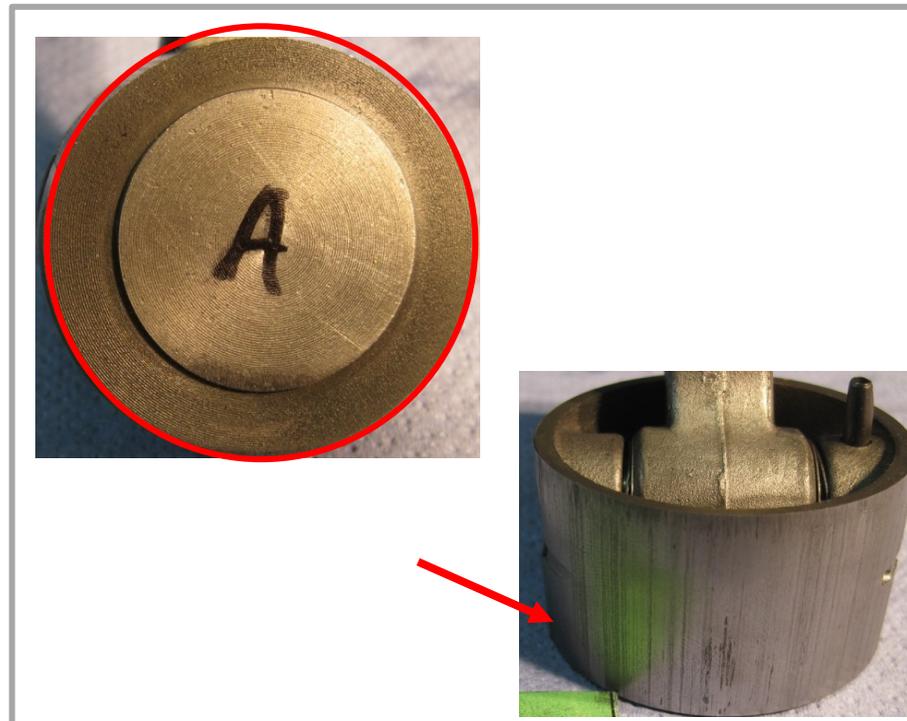
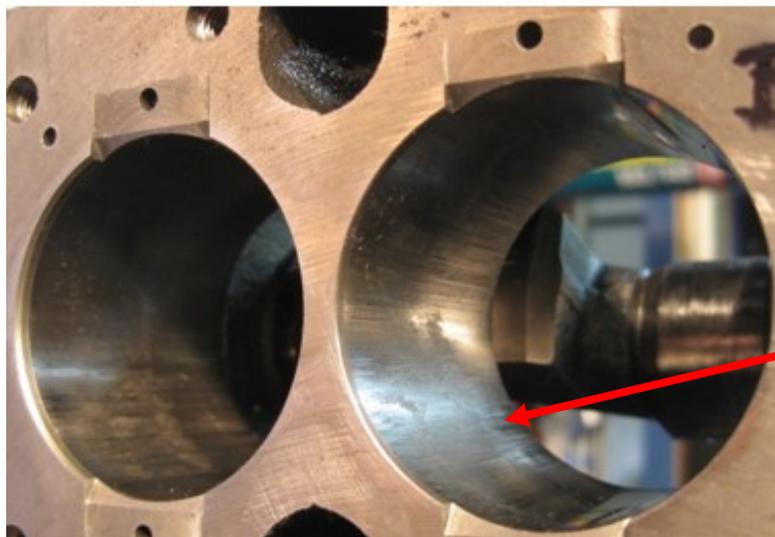
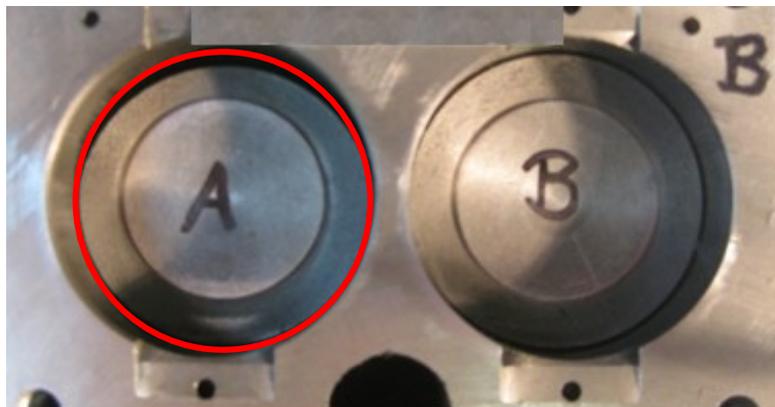
- ▶ Thermodynamische / elektrische Parameter nach DIN EN 13771-1
→ (Vergleich Referenzzustand)

- ▶ Öluntersuchung (vor, nach Testende)
 - u.a. **Gesamtverschmutzung, Metallbestimmung, Viskosität, IR-Spektrum**

- ▶ Akustische Parameter
 - **Schalldruckpegel – 3 Positionen**

- ▶ Visuelle Verdichterbegutachtung nach Testende
 - **Verschleißspuren, weitere makroskopische Merkmale**







RKV:
Fressen
am Lager



Scroll:
Dichtungs-
schaden



Schraube:
Rückwärts-
lauf



Lebensdauerersuche – Prüfstand

➤ Anforderungen an den Prüfstand für Lebensdauerersuche

- vollautomatisierter / mannloser Betrieb
- sichere Abschaltung im Fehlerfall
- spezielle Software für automatisches Prüfprogramm
- spezielle Einrichtungen im Prüfstand zur Simulation von Kaltstart
- bei Propan ist mannlosen Betrieb anspruchsvoller

Gasschleife - Lebensdauertest

Messung
Kernfeld

Prüfzyklen-Definition
C:\Labview\Work\921 111 Gasschleife\LT1500\LT1500.csv

Kernfeld	Lastsituation	dtsup [K]	Dauer [h]	Perioden	Rückführung
1	# Einlauf (t0)	22			
2	Einlaufphase Punkt P	10	11		
3	Referenzpunkt Punkt A1	10	2		
4	# Prüfzyklus 1 (3s)		72		
5	Reduzierte Überhitzung Punkt B	7	1		
6	Normalbetrieb Punkt B	10	3		
7	Normalbetrieb Punkt C	10	1		
8	Reduzierte Überhitzung Punkt C	7	1		
9	Normalbetrieb Punkt C	10	3		
10	Verdichterstillstand Punkt C		0,5		
11	Normalbetrieb Punkt C	10	1		
12	Normalbetrieb Punkt D	10	1		
13	Reduzierte Überhitzung Punkt D	7	1		
14	Normalbetrieb Punkt E	10	3,5		
15	Fahren zum Punkt OP1	10	0,5		
16	Pendelbetrieb (transient) Punkt OP1-OP2	10	2	30min/30min	
17	Referenzpunkt Punkt A1	10	0,5		
18	Schaltspielzeit kurz Punkt A1	10	2	1min/5min	
19	Referenzpunkt Punkt A1	10	0,5		
20	Schaltspielzeit kurz Punkt A1	10	1	1min/5min	
21	Referenzpunkt Punkt A1	10	1,5		
22	# Prüfzyklus 2 (3s)		72		
23	Reduzierte Überhitzung Punkt B	7	1		
24	Flüssigkeitsschlag kurz Punkt B	10	1,5	10s/1790s	
25	Normalbetrieb Punkt B	10	1,5		

Sollwerte

	t0 [°C]	tc [°C]
P	5	50
A1	5	50
B	-25	40
C	-15	60
D	25	70
E	20	60
OP1	20	60
OP2	-5	60

Regler-Einstellungen bei Flüssigkeitsschlag/Führung
Flüssigkeit

Prüfzyklus: _____ Durchlauf: 0 von 0
Lastsituation: _____ Punkt: _____
Startzeit: 01.01.1904 01:00:00 Dauer: 00:00:00 verbleibend: 00:00:00
Verdichter EIN Pumpen EIN Magnetventil AUF

Start Programm: 15:30:21 Start Messung: 00:00:00 Start Messpunkt: 00:00:00 Aufzeichnung: 00:00:00 Beharrungszeit: 00:00:00 Beharrungsdauer: 00:00:00 Abbruch Messpunkt: 00:00:00 Beharrung: Stempelzeit
p0 pc lth u f ts
18.09.2020 15:30:54



- ▶ **Leistungsmessungen und Lebensdauerversuche können**
 - ▶ bei der Auslegung von Anlagen der Serienfertigung helfen
 - insbesondere beim **Betrieb am Rand oder außerhalb der definierten Einsatzgrenzen**
 - ▶ bei der Aufklärung von Schadensfällen helfen
 - ▶ ermöglichen mit dem ILK LTT-500 qualitative Aussage zum Verdichterverhalten



Institut für Luft- und Kältetechnik
gemeinnützige Gesellschaft mbH
Bertolt-Brecht-Allee 20, 01309 Dresden

Dr.-Ing. K. Steinjan

Tel.: +49 351 / 4081-690
E-Mail: Karl.Steinjan@ilkdresden.de

**Thank you for your
attention.**

**CONNECTING
EXPERTS.**

