

Versuch II Indizierung eines Kolbenverdichters

gegebene Werte

Gegendrücke in Mpa	
$p_{e,G1}$	0,1
$p_{e,G2}$	0,2
$p_{e,G3}$	0,3
$p_{e,G4}$	0,4
$p_{e,G5}$	0,42

Kolbenhub: 85 mm
Kolbenfläche: $113 \text{ cm}^2 = 11300 \text{ mm}^2$
 $\Delta y = 40 \text{ mm}$
 $p_{\text{amb}} = 0,0989 \text{ Mpa}$

Auswahl der Federn für Messverfahren:

$$K_{ml} = \frac{\Delta y}{\Delta p} \approx 10 * \text{Federnummer}$$

Federnr.	25	16	10	7	6	5	3,5	3
Δp in Mpa	0,16	0,25	0,4	0,57	0,67	0,8	1,14	1,3

 benutzte Federn für Messung

Meßwerte

	Drehzahl in min^{-1}		Druckverhältnis	Mitteldruck in bar	Innenleistung in W	\bar{A} in mm^2	k_{MI} in mm/Mpa	Δp_{mi} in Mpa	s in mm	u in mm	Pi in W
	min	max									
P_{amb1}	143,4	143,9	1,02								
$P_{e,G1}$	144,8	145,2	1,53	0,89	205	2228,33	250	1,05E-01	11,79	8,49	243,41
P_{amb2}	142,5	142,9	1,03								
$P_{e,G2}$	143,5	144,4	1,87	1,25	287	1503,33	160	1,11E-01	4,71	3,39	254,73
P_{amb3}	139,9	140,4	1,02								
$P_{e,G3}$	140	140,4	2,82	1,68	378	1366,67	100	1,61E-01	6,24	4,49	360,86
P_{amb4}	137,1	137,5	1,02								
$P_{e,G4}$	137,2	137,8	3,09	1,93	426	1493,33	100	1,76E-01	24,61	17,72	386,71
P_{amb5}	135,5	136,8	1,02								
$P_{e,G5}$	135,9	137	3,2	2,04	444	1242,00	70	2,09E-01	14,72	10,60	455,96

Messungen der Flächen

A1 in mm^2	2245	2220	2220								
A2 in mm^2	1500	1510	1500								
A3 in mm^2	1360	1365	1375								
A4 in mm^2	1490	1525	1465								
A5 in mm^2	1220	1255	1230	1255	1235	1245	1225	1240	1260	1255	$\bar{\Delta A}_5$ 10,598

Berechnung Innenleistung

$$A = y * s$$

$$P_i = \Delta p_{mi} * V_h * n$$

$$y = k_{MI} * \Delta p_{mi}$$

$$\Delta p_{mi} = \frac{A}{k_{MI} * s}$$

Meßunsicherheit

$$u = \frac{t}{\sqrt{n}} * s + f$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$f = 0$$

$$\frac{t}{\sqrt{n}} = 0,72$$

$$V_h = A_k * s_n$$

$$V_h = 9,61E-04 \text{ m}^3$$

Zusatzberechnung zu Fläche A_5

$$\bar{\Delta A}_5 = F * s \quad \text{mit } F = \frac{t}{\sqrt{n}} = 0,72$$

$$\underline{\underline{A_5 = (1242 \pm 10,598) \text{ mm}^2}}$$

Berechnung von π

$$\pi = \frac{p_{amb} + p_{e,A}}{p_{amb} - |p_{e,S}|} \quad p_{e,A} = \frac{y_A}{K_{ml}}$$

$$p_{e,S} = \frac{y_S}{K_{ml}}$$

Fläche	y_a in mm	y_s in mm	$p_{e,A}$ in MPa	$p_{e,S}$ in Mpa	Π
1	32	-8	0,128	0,032	3,392
2	32,5	-1	0,203	0,006	3,260
3	33,5	-0,5	0,335	0,005	4,621
4	38,5	-0,2	0,385	0,002	4,994
5	38,8	1,9	0,554	0,027	5,182

Abschätzung der Meßunsicherheit

$[A_{m5}]$	$[\Delta A_{m5}]$	$[s_h]$	$[\Delta s_h]$	$[K_{m15}]$	$[A_k]$	ΔA_k	n_5	Δn_5
mm ²	mm ²	m	m	mm/MPa	m ²	m ²	s ⁻¹	s ⁻¹
1245	10,598	0,085	0,001	70	1,13E-02	2,00E-05	2,266	0,025

$$\Delta p_{m15} = \frac{\bar{A}_5}{s * K_{M15}} \quad \Delta \Delta p_{m15} = \left| \frac{d}{d \bar{A}_5} \Delta p_{m15} \right| * \Delta \bar{A}_5 + \left| \frac{d}{d s_h} \Delta p_{m15} \right| * \Delta s_h \quad \underline{\Delta \Delta p_{m15} = 4,237E-03 \text{ MPa}}$$

$$\Delta \Delta p_{m15} = \left| \frac{\Delta \bar{A}_5}{s_h * K_{m15}} \right| + \left| \frac{-\bar{A}_5 * \Delta s_h}{K_{m15} * s_h^2} \right|$$

$$P_{i5} = \Delta p_{m15} * A_k * s_h * n_5$$

$$\Delta P_{i5} = \left| \frac{d}{d \Delta p_{m15}} P_{i5} \right| * \Delta \Delta p_{m15} + \left| \frac{d}{d A_k} P_{i5} \right| * \Delta A_k + \left| \frac{d}{d s_h} P_{i5} \right| * \Delta s_h + \left| \frac{d}{d n_5} P_{i5} \right| * \Delta n_5$$

$$\Delta P_{i5} = |A_k * s_h * n_5| * \Delta \Delta p_{m15} + |\Delta p_{m15} * s_h * n_5| * \Delta A_k + |\Delta p_{m15} * A_k * n_5| * \Delta s_h + |\Delta p_{m15} * A_k * s_h| * \Delta n_5$$

$$\underline{\Delta P_{i5} = 20,38 \text{ W}} \quad P_{i5} = (455,69 \pm 20,38) \text{ W} \quad \underline{\frac{\Delta P_{i5}}{P_{i5}} = 4,47\%}$$

Statistisch wahrscheinlicher Fehler

$$\Delta\Delta p_{mi5} = \sqrt{\left(\frac{d}{d\bar{A}_5} \Delta p_{mi5} * \Delta \bar{A}_5\right)^2 + \left(\frac{d}{ds_h} \Delta p_{mi5} * \Delta s_h\right)^2}$$

$$\Delta\Delta p_{mi5} = \sqrt{\left(\frac{\Delta \bar{A}_5}{s_h * K_{ml5}}\right)^2 + \left(\frac{-\bar{A}_5 * \Delta s_h}{K_{ml5} * s_h^2}\right)^2}$$

$$\underline{\Delta\Delta p_{mi5} = 3,039E-03 \text{ Mpa}}$$

$$\Delta P_{i5} = \sqrt{\left(\frac{d}{d\Delta p_{mi5}} P_{i5} * \Delta\Delta p_{mi5}\right)^2 + \left(\frac{d}{dA_k} P_{i5} * \Delta A_k\right)^2 + \left(\frac{d}{ds_h} P_{i5} * \Delta s_h\right)^2 + \left(\frac{d}{dn_5} P_{i5} * \Delta n_5\right)^2}$$

$$\Delta P_{i5} = \sqrt{(A_k * s_h * n_5 * \Delta\Delta p_{mi5})^2 + (\Delta p_{mi5} * s_h * n_5 * \Delta A_k)^2 + (\Delta p_{mi5} * A_k * n_5 * \Delta s_h)^2 + (\Delta p_{mi5} * A_k * s_h * \Delta n_5)^2}$$

$$\underline{\Delta P_{i5} = 7,371 \text{ W} \quad P_{i5} = (455,69 \pm 7,371) \text{ W} \quad \frac{\Delta P_{i5}}{P_{i5}} = 1,62\%}$$

Diagramme

Flächen	Π err	Π gem	n	Δp_{mi} err	Δp_{mi} gem	Pi err	Pi gem
1	3,392	1,53	145	1,05E-01	0,89	243,41	205
2	3,260	1,87	144	1,11E-01	1,25	254,73	287
3	4,621	2,82	140	1,61E-01	1,68	360,86	378
4	4,994	3,09	137,5	1,76E-01	1,93	386,71	426
5	5,182	3,2	136,5	2,09E-01	2,04	455,96	444



