

①

I Stoff	ppm trocken	mg/m ³ bei NB
SO ₂	17	48,62
NO	208	
NO ₂	9	→ 444,85

$$1.1) c_{\text{SO}_2 [\text{ppm}]} \cdot 2,86 \frac{\text{mg/m}^3}{\text{ppm}} = c_{\text{SO}_2 [\text{mg/m}^3]}$$

$$1.2) 17 \text{ ppm} \cdot 2,86 \frac{\text{mg/m}^3}{\text{ppm}} = \underline{48,62 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}}$$

$$2.1) (c_{\text{NO}_2 [\text{ppm}]} + c_{\text{NO} [\text{ppm}]}) \cdot 2,05 \frac{\text{mg/m}^3}{\text{ppm}} = c_{\text{NO}_2 [\text{mg/m}^3]}$$

$$(208 \text{ ppm} + 9 \text{ ppm}) \cdot 2,05 \frac{\text{mg/m}^3}{\text{ppm}} = \underline{444,85 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}}$$

Umrechnung der Volumen auf NB:

$$3.1) p_M V_M = n R T_M$$

$$4.1) p_{NB} V_{NB} = n R T_{NB}$$

$$3.2) n R = \frac{p_M V_M}{T_M}$$

$$4.2) n R = \frac{p_{NB} V_{NB}}{T_{NB}}$$

$$5.1) (3.2) = 4.2) \quad \frac{p_M V_M}{T_M} = \frac{p_{NB} V_{NB}}{T_{NB}}$$

$$5.2) V_{NB} = \frac{p_M V_M T_{NB}}{T_M p_{NB}}$$

Volumen durch Bypass $V_B = 4,5 \text{ m}^3 @ 25^\circ\text{C}$ trocken.

$$\begin{aligned} 6.1) V_{NB,B} &= \frac{p_{MB} V_{MB} T_{NB}}{T_{MB} p_{NB}} \\ &= \frac{97800 \text{ Pa} \cdot 4,5 \text{ m}^3 \cdot 273,15 \text{ K}}{298,15 \text{ K} \cdot 101325 \text{ Pa}} \\ &= \underline{3,979 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

$$T_{MB} = (273,15 + 25) \text{ K} = 298,15 \text{ K}$$

$p_{MB} = 97800 \text{ Pa}$ muss Ausendruck entsprechen, da der Ausgang der Gasuhr in die Umgebung führt.

Volumen durch Wasserflaschen $V_F = 142 \text{ l} @ 22^\circ\text{C}$ feucht.

$$\begin{aligned} p_F &= p - p_{\text{Wasserdampf}} = 97800 \text{ Pa} - 2600 \text{ Pa} = 95200 \text{ Pa} \quad (\text{Druck trocken}) \\ T_F &= (273,15 + 22) \text{ K} = 295,15 \text{ K} \end{aligned}$$

$$6.2) V_{NB,F} = \frac{p_F V_{MF} T_{NB}}{T_{MF} p_{NB}} = \frac{95200 \text{ Pa} \cdot 0,142 \text{ m}^3 \cdot 273,15 \text{ K}}{295,15 \text{ K} \cdot 101325 \text{ Pa}} = \underline{0,1235 \text{ m}^3}$$

① II Volumen welches durch den Filter strömte:

$$V_{NB_{Filter}} = V_{NB_B} + V_{NB_F} = 3,979 \text{ m}^3 + 0,124 \text{ m}^3 = 4,103 \text{ m}^3$$

Pb im Filter:

$$m_{Filter} = 8,3 \text{ mg}$$

$$c_{Pb_{Filter}} = m_{Filter} / V_{NB_{Filter}} = 8,3 \text{ mg} / 4,103 \text{ m}^3 = \underline{2,023 \text{ mg/m}^3}$$

Pb in den Flaschen:

$$m_{Flasche} = 0,13 \text{ mg}$$

$$c_{Pb_{Flasche}} = m_{Flasche} / V_{NB_F} = 0,13 \text{ mg} / 0,124 \text{ m}^3 = \underline{1,053 \text{ mg/m}^3}$$

Total Pb pro m³:

$$c_{Pb_{Filter}} + c_{Pb_{Flasche}} = 2,023 \text{ mg/m}^3 + 1,053 \text{ mg/m}^3 = 3,076 \text{ mg/m}^3 \\ \approx \underline{\underline{3,1 \text{ mg/m}^3}}$$

Resultate:

Stoff	c [mg/m ³] bei NB
SO ₂	48,62
NO ₂ (& NO als NO ₂)	444,85
Pb	3,08

②

$$[O_2]_{bez} = 11\%$$

$$[O_2]_{gem} = 9,5\%$$

$$[Pb]_{gem} = 3,1 \frac{mg}{m^3}$$

$$[X]_{bez} = [X]_{gem} \frac{21\% - [O_2]_{bez}}{21\% - [O_2]_{gem}} = [X]_{gem} \cdot 0,8696$$

$$[SO_2]_{bez} = 48,62 \frac{mg}{m^3}$$

$$[NO_2]_{bez} = 386,826 \frac{mg}{m^3} \approx 386,83 \frac{mg}{m^3}$$

$$[Pb]_{bez} = 2,675 \frac{mg}{m^3} \approx 2,67 \frac{mg}{m^3}$$

Resultate:

Stoff	c [mg/m ³] bei 11% O ₂ Konzentration
SO ₂	48,62
NO ₂ (4 NO als NO ₂)	386,83
Pb	2,67

③

Wieviel m^3/s bei NB und trocken verlassen das Kamin.

$$v = 15,8 \text{ m/s}$$

$$A = \left(\frac{2\text{m}}{2}\right)^2 \pi = \pi \text{ m}^2$$

$$F = vA = 15,8 \text{ m/s} \pi \text{ m}^2 = 49,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fluss der trockenen Luft berechnen: $\varphi = 24,5 \text{ Vol\%}$

$$F \cdot (1 - \varphi) = 49,6 \text{ m}^3/\text{s} (1 - 0,245) = 37,476 \text{ m}^3/\text{s}$$

Umwandeln auf NB:

$$p_A = 97600 \text{ Pa}$$

$$T_A = (273,15 + 64) \text{ K} = 337,15 \text{ K}$$

$$F_{NB_A} = \frac{p_A F_A T_{NB}}{T_A p_{NB}} = \frac{97600 \text{ Pa} \cdot 37,48 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 273,15 \text{ K}}{337,15 \text{ K} \cdot 101325 \text{ Pa}}$$

$$= 29,246 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = F_{NB_A} \cdot c$$

c bei NB aus Aufgabe ①

Resultate:

$$29,246 \text{ m}^3/\text{s}$$

Massenströme

Stoff	c [mg/m^3]	[mg/s]	[g/s]	[t/a]
SO_2	48,62	1'421,9	1,42	44,9
NO_2 (& NO als NO_2)	444,85	13'010,0	13,01	410,6
Pb	3,08	90,0	0,09	2,8