

Versuch Blende: Aufgabe1: Messung eines konstanten Volumenstroms mit konstanter Dichte

Gegeben

R [J/kgK]	287,05
κ	1,4
β	0,75
d [mm]	61,5
C	0,6

Aufgenommene Werte

	Zeit t [min]	p_{amb} [mV]	p_1-p_2 [Pa]	p_1 [Pa]	T_1 [mA]	V [m³]
	1	4,51	310	680	8,68	3079738,00
	2	4,51	317	670	8,75	
	3	4,51	315	680	8,76	
	4	4,51	314	680	8,78	
	5	4,51	315	670	8,80	
	6	4,51	318	680	8,82	
	7	4,51	319	680	8,83	
	8	4,51	320	670	8,85	
	9	4,51	319	660	8,88	
	10	4,51	319	660	8,90	3079767,90
Mittelwerte			316,6	673	8,81	

Berechnete Werte

Δt [min]	10
D [mm]	82
p_{amb} [Pa]	99020
T_1 [°C]	15,62
T_{1abs} [K]	288,77
$p_{1abs}=p_{amb}+p_1$ [Pa]	99693
$\Delta V=V_2-V_1$ [m³]	29,9
p_2 [Pa]	356,4
$p_{2abs}=p_{amb}+p_2$ [Pa]	99376,4
ρ_1 [kg/m³]	1,20
T	0,99682425
ε	0,998808315
η [kg/m/s]	1,79661E-05
ν [m²/s]	1,4938E-05

Volumenstrom aus $\Delta V=V_2-V_1$ [m³] und $\Delta t = 10$ min berechnet

V° [m³/h]	179,4	2% von ΔV [m³]	0,598	ΔV° [m³/h]	3,59
<p>mittlerer Volumenstrom mit Fehler 2% vom Messwert : $V^\circ = 179,4 \pm 3,5 \frac{m^3}{h}$ $\frac{\Delta V^\circ}{V^\circ} = 1,95\%$</p>					

Volumenstrom, R_{eD} , A, C aus gemessenen Werten berechnet (iterativ)

V° [m³/h]	177,86	R_{eD}	1,8487E+05	A	0,128693305	C	5,9819E-01
V°_1 [m³/h]	177,32	R_{eD1}	1,8431E+05	A_1	0,129004601	C_1	5,9820E-01
V°_2 [m³/h]	177,32	R_{eD2}	1,8432E+05	A_2	0,129002693	C_1	5,9820E-01
ΔC	4,4115E-03	$\frac{\Delta V^\circ}{V^\circ} = \sqrt{\left(\frac{\Delta C}{C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon}\right)^2 + \left(2 * \frac{\Delta d}{d}\right)^2 + \left(\frac{1}{2} * \frac{\Delta(p_1 - p_2)}{(p_1 - p_2)}\right)^2 + \left(\frac{1}{2} * \frac{\Delta p_1}{p_1}\right)^2 + \left(\frac{1}{2} * \frac{\Delta T_1}{T_1}\right)^2}$					
$\Delta \varepsilon$	1,2703E-04						
Δd [mm]	0,1						
$\Delta(p_1-p_2)$ [Pa]	3,166	$\frac{\Delta V^\circ}{V^\circ} = \mathbf{0,010730385} = \mathbf{1,07\%}$					
Δp_1 [Pa]	6,73						
ΔT_1 [K]	0,2342						

Versuch Blende: Aufgabe2: Messung der Masse in einem Bilanzzeitraum bei veränderlichem Volumenstrom und veränderlicher Dichte

	Zeit t [min]	p _{amb} [mV]	p ₁ -p ₂ [Pa]	p ₁ [Pa]	p _{1abs} =p _{amb} +p ₁ [Pa]	p ₂ [Pa]	T ₁ [mA]	T ₁ [°C]	V [m ³]
	0	4,51	482	990	100010	508	8,82	15,665	3079777,1
	1	4,51	426	900	99920	474	8,96	16,12	
	2	4,51	373	800	99820	427	9,06	16,445	
	3	4,51	332	720	99740	388	9,14	16,705	
	4	4,51	290	640	99660	350	9,23	16,9975	
	5	4,51	252	560	99580	308	9,32	17,29	
	6	4,51	223	510	99530	287	9,39	17,5175	
	7	4,51	182	430	99450	248	9,46	17,745	
	8	4,51	160	380	99400	220	9,53	17,9725	
	9	4,51	134	330	99350	196	9,58	18,135	
	10	4,51	113	290	99310	177	9,62	18,265	3079805,50
Mittelwerte			269,73	595,45	99615	325,73	9,28	17,17	

Gegeben

R [J/kgK]	287,05
κ	1,4
β	0,75
d [mm]	61,5
C	0,6

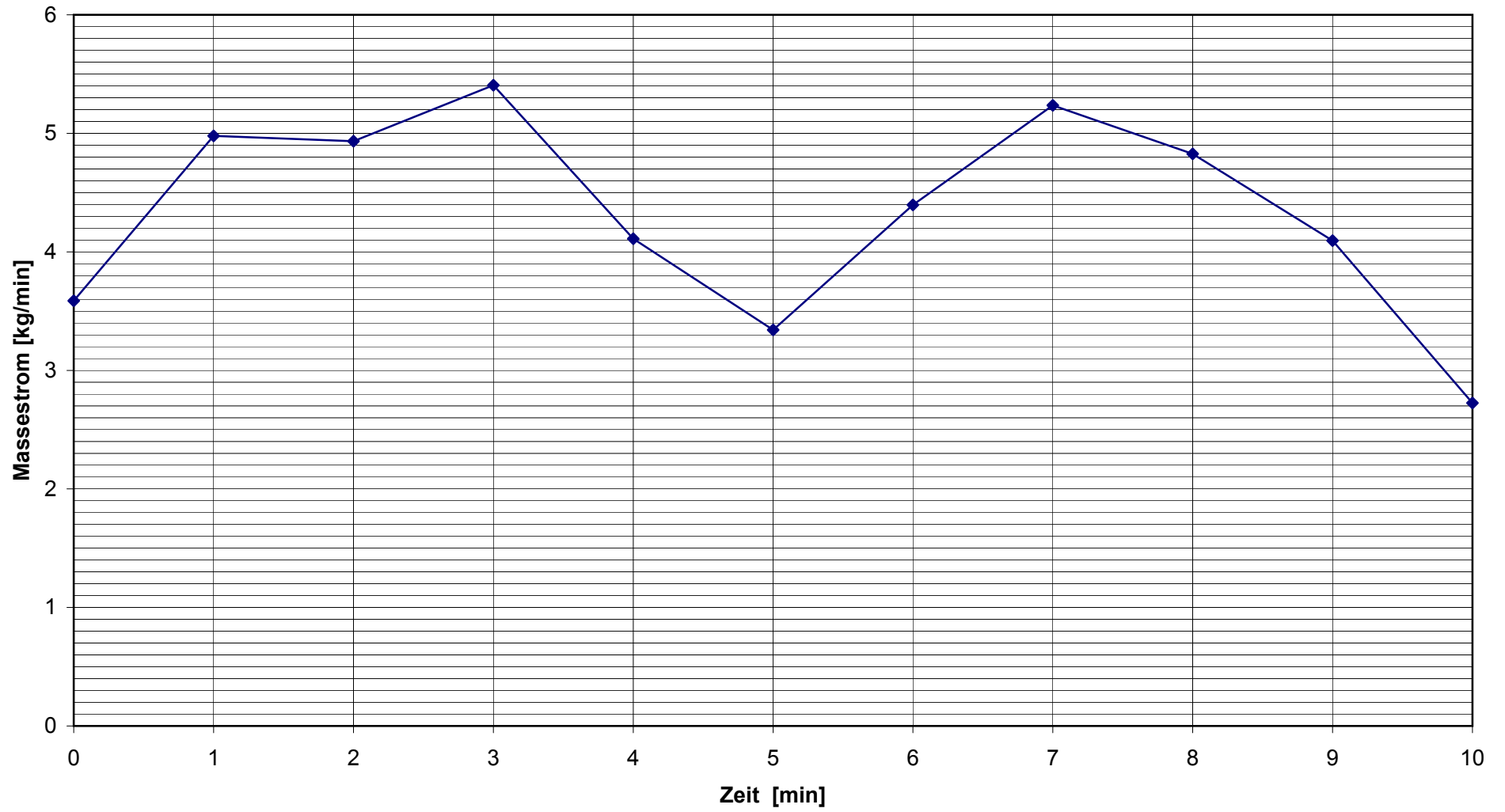
Berechnete Werte

Δt [min]	1
D [mm]	82
p _{amb} [Pa]	99020
ΔV=V ₂ -V ₁ [m ³]	28,4

Berechnung der Masse m mit Mittelwerten

$\bar{T}_1 = \frac{T_0 + T_{10}}{2}$	16,965	$\bar{p}_1 = \frac{p_0 + p_{10}}{2}$	640,00	p _{1abs} = p _{amb} + p ₁ [Pa]	99660,00
$\bar{\rho}$ [kg / m ³]	1,196721649				
m [kg]	33,99				

Massestrom-Zeit-Diagramm



Gegeben

R [J/kgK]	287,05
κ	1,4
β	0,75
d [mm]	61,5
C	0,6

Berechnete Werte

Δt [min]	1
D [mm]	82
p_{amb} [Pa]	101180
$\Delta V = V_2 - V_1$ [m ³]	38,7

Zeit t [min]	V [m ³]	p1 [Pa]	p1-p2 [Pa]	ϑ [mA]	ϑ [°C]	ε	ρ [kg/m ³]	Volumenstrom [m ³ /min] (1.Näherung)	Massestrom [kg/min] (1. Näherung)	η	ν
0	3081323	660	310	9,23	17,00	0,9989	1,2228	2,9092	3,5572	1,8033E-05	1,4748E-05
1		1210	600	9,31	17,26	0,9978	1,2283	4,0340	4,9548	1,8045E-05	1,4692E-05
2		1220	590	9,45	17,71	0,9978	1,2265	4,0033	4,9099	1,8067E-05	1,4731E-05
3		1480	710	9,64	18,33	0,9974	1,2270	4,3888	5,3849	1,8097E-05	1,4749E-05
4		880	410	9,74	18,66	0,9985	1,2184	3,3504	4,0822	1,8112E-05	1,4865E-05
5		610	270	9,78	18,79	0,9990	1,2147	2,7244	3,3093	1,8119E-05	1,4916E-05
6		1100	470	9,94	19,31	0,9983	1,2184	3,5865	4,3696	1,8144E-05	1,4892E-05
7		1390	670	10,17	20,05	0,9975	1,2187	4,2784	5,2141	1,8179E-05	1,4917E-05
8		1200	570	10,35	20,64	0,9979	1,2140	3,9553	4,8018	1,8207E-05	1,4998E-05
9		900	410	10,48	21,06	0,9985	1,2087	3,3638	4,0659	1,8228E-05	1,5080E-05
10	3081361,7	400	180	10,4	20,80	0,9993	1,2039	2,2352	2,6909	1,8215E-05	1,5131E-05

Zeit t [min]	Re	C	Volumenstrom [m ³ /min] (2.Näherung)	Massestrom [kg/min] (2. Näherung)	Volumen [m ³]/Zeitintervall	Masse [kg]/Zeitintervall
0	5,1050E+04	0,6051	2,9340	3,5876		
1	7,1057E+04	0,6028	4,0528	4,9779	3,4934	4,2828
2	7,0328E+04	0,6029	4,0224	4,9334	4,0376	4,9557
3	7,7005E+04	0,6023	4,4057	5,4056	4,2141	5,1695
4	5,8327E+04	0,6041	3,3734	4,1103	3,8895	4,7580
5	4,7267E+04	0,6057	2,7505	3,3410	3,0620	3,7257
6	6,2326E+04	0,6037	3,6084	4,3963	3,1795	3,8687
7	7,4223E+04	0,6025	4,2965	5,2361	3,9525	4,8162
8	6,8249E+04	0,6031	3,9755	4,8263	4,1360	5,0312
9	5,7726E+04	0,6042	3,3874	4,0944	3,6814	4,4603
10	3,8230E+04	0,6076	2,2635	2,7250	2,8255	3,4097

Umgesetzte Masse/Volumen (Summe über Zeit)

m [kg]	44,4777
V [m ³]	36,4714

Bei dieser geringen Dichteänderung und linearer Volumenstromänderung ist die Ermittlung der Masse mit dem Drehkolbenzähler genauer, da der relative Fehler des errechneten Volumenstroms (Blende) bereits 4,9 % beträgt. Dieser lässt sich durch kürzere Zeitintervalle minimieren. Ändert sich die der Volumenstrom nichtlinear mit der Zeit, ist die Ermittlung der Masse mit der Blende genauer, da sich auch die Dichte des Stoffs nichtlinear ändert und so ein gemittelter Wert zu ungenau ist.

$$V \approx \sum_i \frac{1}{2} (V_i + V_{i-1}) (t_i - t_{i-1})$$

$$m \approx \sum_i \frac{1}{2} (m_i + m_{i-1}) (t_i - t_{i-1})$$