

z.B.	G/T, G/U
z.K.	H39-Nilsson H23-DB-SIF
	H. Schultz, DB-SIF
	20. JAN. 1978
	H. Dr. Wagner, RUD-Jugoldst.
	H. Prof. Dr. Biechner, TU-München
	H3-Airbag

Airbag - Vortrag

TU-München

20.1.78

Herrmann

Kaltgas-Speicher

Bag : 60 Liter / 1atü

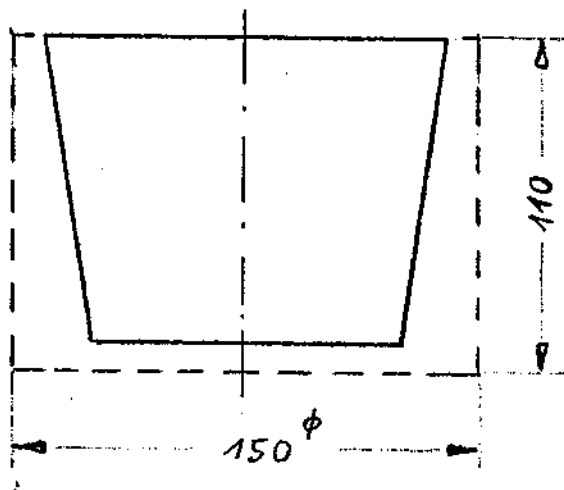
Flasche : 250atü / 20°C

$$V_F = V_B \cdot \left(\frac{P_B}{P_F} \right)^{1/\kappa} = 60 \left(\frac{2}{251} \right)^{1/1,4} = 1,9 \text{ Liter}$$

$$T_B = T_F \cdot \left(\frac{V_F}{V_B} \right)^{\kappa-1} = 293 \left(\frac{1,9}{60} \right)^{1,4-1} = 74 \text{°K} \text{ (-199°C)}$$

ohne Berücksichtigung des Joule-Thomson-Effektes (He)

$$V_0 = \frac{P_F}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T_F} \cdot V_F = \frac{251}{1} \cdot \frac{273}{293} \cdot 1,9 = 444 \text{ NL}$$



$$m_F \approx 4,5$$

Warmgas-Speicher

Bag : 60 Liter / 1atü

Flasche: 250atü / 20°C

$V_F = 0,5$ Liter angenommen

$$P_B = P_F \cdot \left(\frac{V_F}{V_B}\right)^{\kappa} = 250 \left(\frac{0,5}{60}\right)^{1,4} = 0,3 \text{ ata}$$

$$T_B = T_F \cdot \left(\frac{V_F}{V_B}\right)^{\kappa-1} = 293 \left(\frac{0,5}{60}\right)^{1,4-1} = 43 \text{°K} (-230 \text{°C})$$

$$P_{B(2)} = P_{B(1)} \cdot \frac{T_{B(2)}}{T_{B(1)}} = 0,3 \cdot \frac{293}{43} = 2 \text{ ata}$$

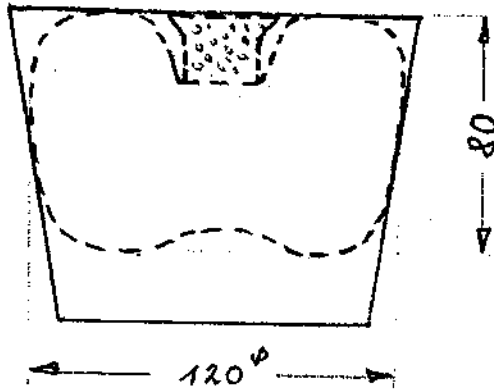
$$\Delta T = 293 - 43 = 250 \text{°K}$$

$$Q = m \cdot c_v \cdot \Delta T = \frac{P_B \cdot V_B}{R \cdot T_B} \cdot c_v \cdot \Delta T = \frac{0,3 \cdot 10^5 \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{297 \cdot 43} \cdot 0,18 \cdot 250 = 6343 \text{ cal}$$

$$m_T = \frac{Q}{q} = \frac{6343}{1500} = 4,3 \text{ g}$$

$$V_0 = \frac{P_F}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T_F} \cdot V_F = \frac{251}{1} \cdot \frac{273}{293} \cdot 0,5 = 117 \text{ NL}$$

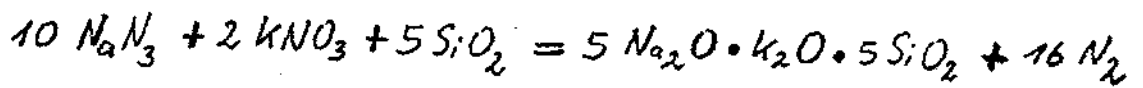
ohne Berücksichtigung der Verbrennungsgase



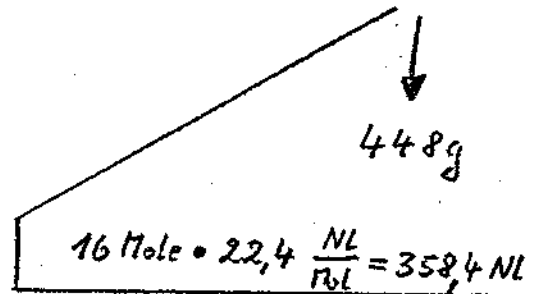
$$m_F \approx 3,5$$

Heißgas (Feststoffgasgenerator)

Bag : 60 Liter / 1 atü



$$\begin{array}{ccc} 650\text{g} & 202\text{g} & 300\text{g} \\ \hline & \Sigma & 1152\text{g} \end{array}$$



448g

$$16 \text{ Mole} \cdot 22,4 \frac{\text{NL}}{\text{Mol}} = 358,4 \text{ NL}$$

Gasausbeute : $\frac{448 \cdot 100}{1152} = 39\%$

$$V_0 = \frac{358,4}{1152} = 0,311 \frac{\text{NL}}{\text{g}}$$

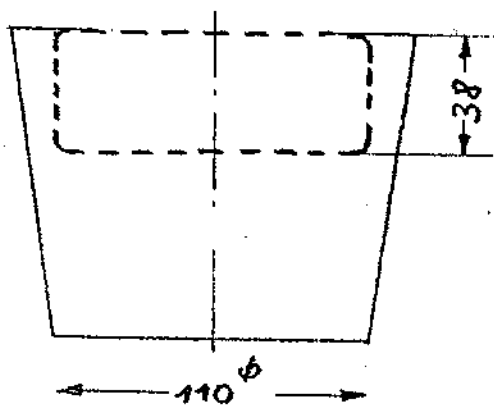
$T_{\text{Cth}} = 1800^\circ\text{K}$; $\eta = 0,8 \rightarrow T_B = 1800 \cdot 0,8 = 1440^\circ\text{K}$

$M = 28$

$C_{\text{th}}^* = 1068 \frac{\text{Ns}}{\text{kg}}$

$$m_T = \frac{V_B}{V_0} \cdot \frac{P_B}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T_B} = \frac{60}{0,311} \cdot \frac{2}{1} \cdot \frac{273}{1440} = 73\text{g}$$

$$V_0 = m_T \cdot V_0 = 73 \cdot 0,311 = 22,7 \text{ NL}$$



$$m_{\text{GG}} = 1,4 \text{ kg}$$

Theoretischer Vergleich

Kaltgas	444 NL	$150^{\circ} \times 110$	4,5 kg
Warmgas	117 NL	$120^{\circ} \times 80$	3,5 kg
Heißgas	23 NL	$110^{\circ} \times 38$	1,4 kg

Schall - Probleme

Fernfeld :
$$P_N = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot r} \cdot \frac{d\dot{m}}{dt}$$

Parameter : Abstand r von der Schallquelle \bar{u} .
Zeitliche Änderung des Massenflusses \dot{m}



Gaserzeugung (GG)

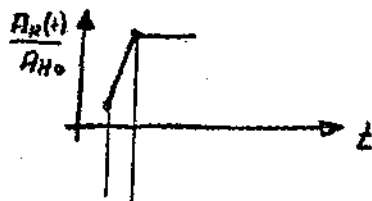


\dot{m} aus Innenballistischen Beziehungen

$$P_N = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot r} \cdot \frac{A_{H0}}{c^*} \left[\frac{d}{dt} \left(\frac{A_H(t)}{A_{H0}} \right) + \frac{1}{J} \left(\frac{A_H(t)}{A_{H0}} \right)^2 \right] \cdot P_c(t)$$

Parameter :

1. Öffnungsfunktion



2. Biennkammerdruck



Gasausbreitung (Bag)



\dot{m} aus kugelförmigen Ausbreitungs-Beziehungen

$$P_N = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot r} \cdot \frac{M}{(T_0 - T_p) \cdot t_R}$$

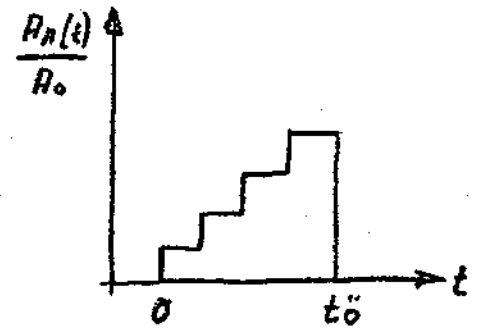
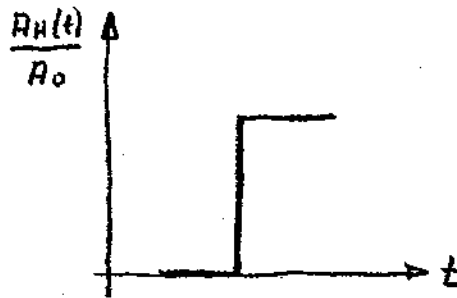
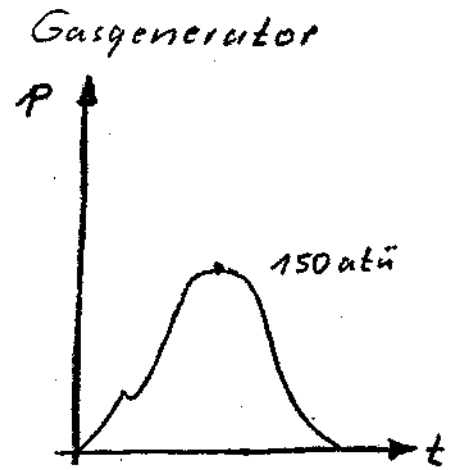
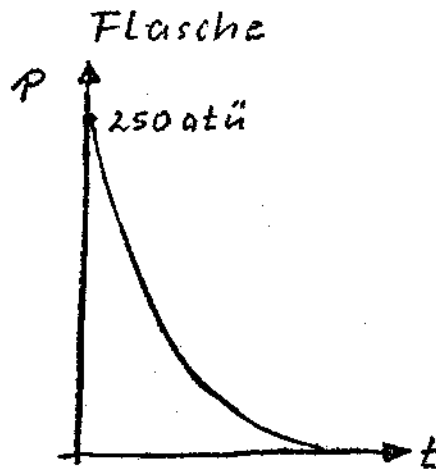
Parameter :

1. Gasmasse (Bagvolumen) M

2. Gesamtfüllerzeit T_0

3. Bag-Auswerfe- bzw. -Anhalte-Zeit t_R

Gaserzeugung



$P = \text{Hoch}$

$$\frac{d}{dt} \frac{A_H(t)}{A_0} \rightarrow \infty$$



$> 170 \text{ dBA}$

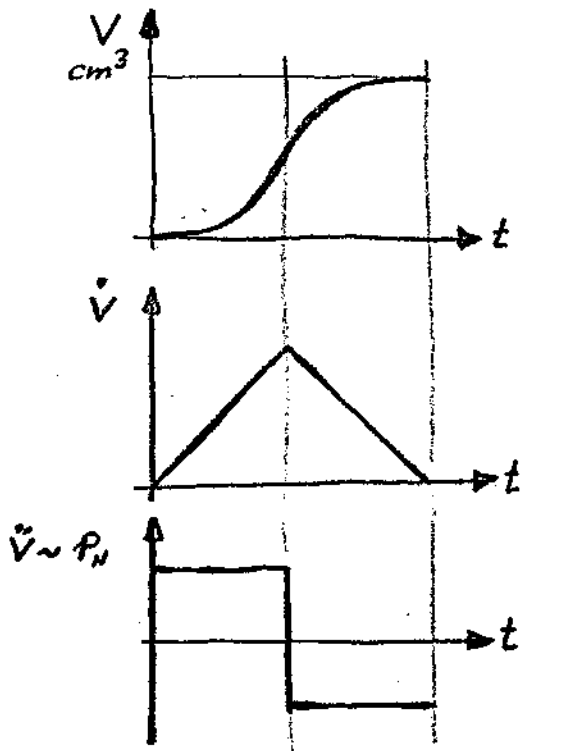
$P = \text{Mittel}$

$$\frac{d}{dt} \frac{A_H(t)}{A_0} \rightarrow \frac{t}{t_0}$$



$< 160 \text{ dBA}$

Gas (Bag) - Ausbreitung



$$60 \text{ Liter} = 6 \cdot 10^4 \text{ cm}^3$$

$$t/2 = 12,5 \text{ ms}$$

$$V = a \cdot t^2 \quad 0 < t < t/2$$

$$a = \frac{6/2 \cdot 10^4}{(12,5 \cdot 10^{-3})^2} = 1,9 \cdot 10^8 \text{ cm}^3/\text{s}^2$$

$$\dot{V} = 2 \cdot a \cdot t$$

$$\dot{V} = 2 \cdot 1,9 \cdot 10^8 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3} = 4,8 \cdot 10^6 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$\ddot{V} = 2 \cdot a$$

$$\ddot{V} = 2 \cdot 1,9 \cdot 10^8 = 3,8 \cdot 10^8 \text{ cm}^3/\text{s}^2$$

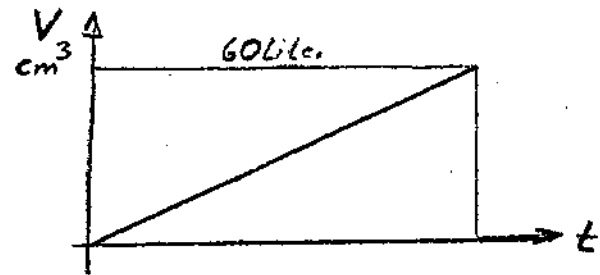
$$3,8 \cdot 10^2 \text{ m}^3/\text{s}^2$$

$$P_N = \frac{S}{2 \cdot \pi \cdot r} \cdot \ddot{V} =$$

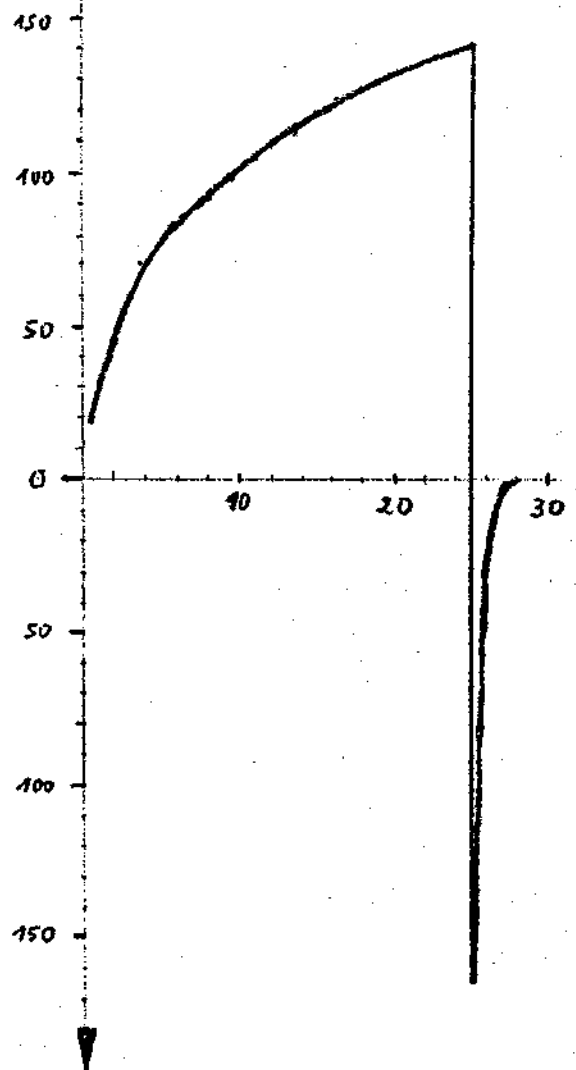
$$= \frac{1,25}{6,28 \cdot 0,5} \cdot 3,8 \cdot 10^2 = 150 \text{ N/m}^2$$

$$1,5 \text{ mbar}$$

$$20 \cdot \log \frac{1,5}{2 \cdot 10^{-7}} = 138 \text{ dB}$$

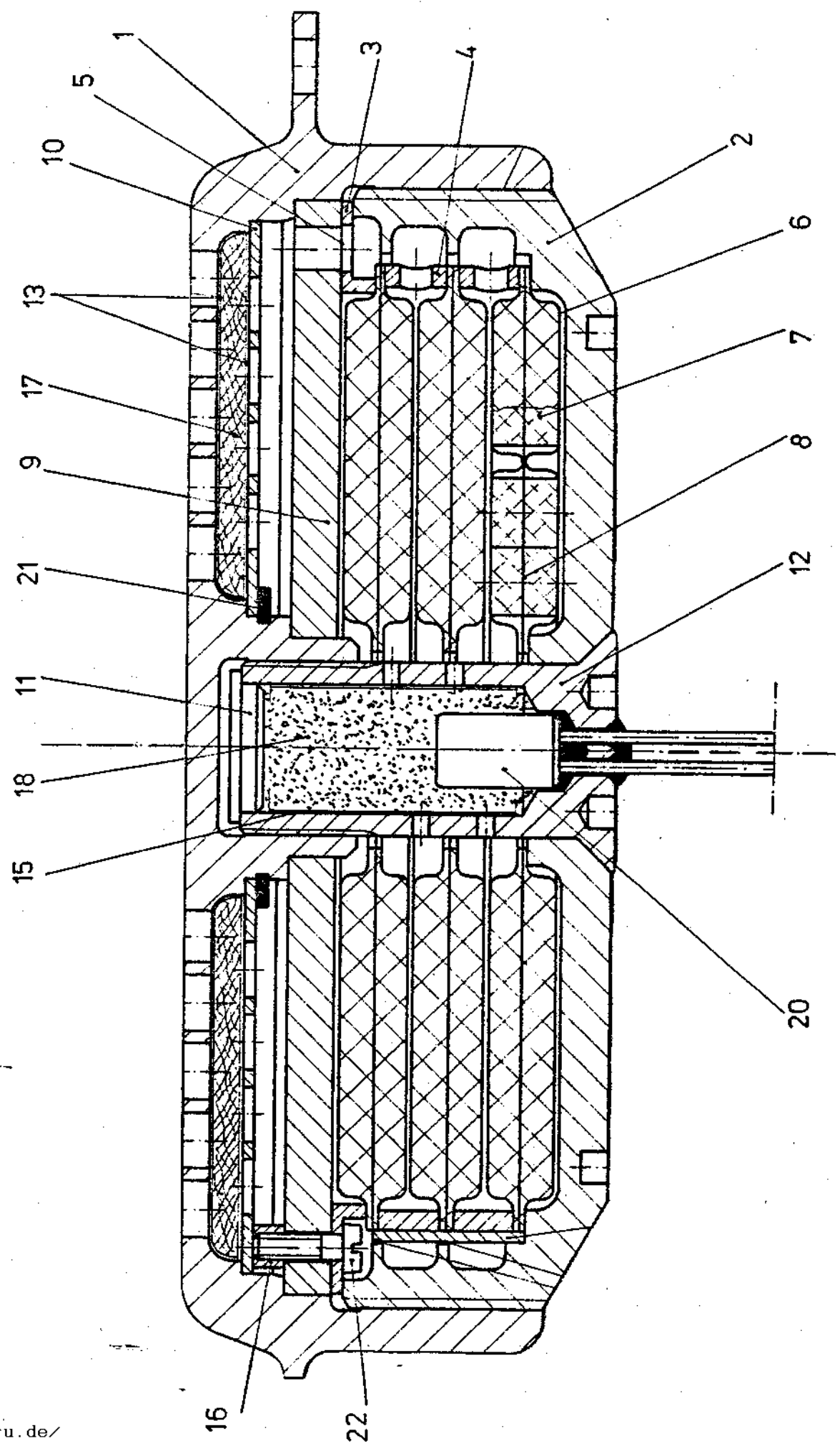


$P_N \Delta \text{ dB}$

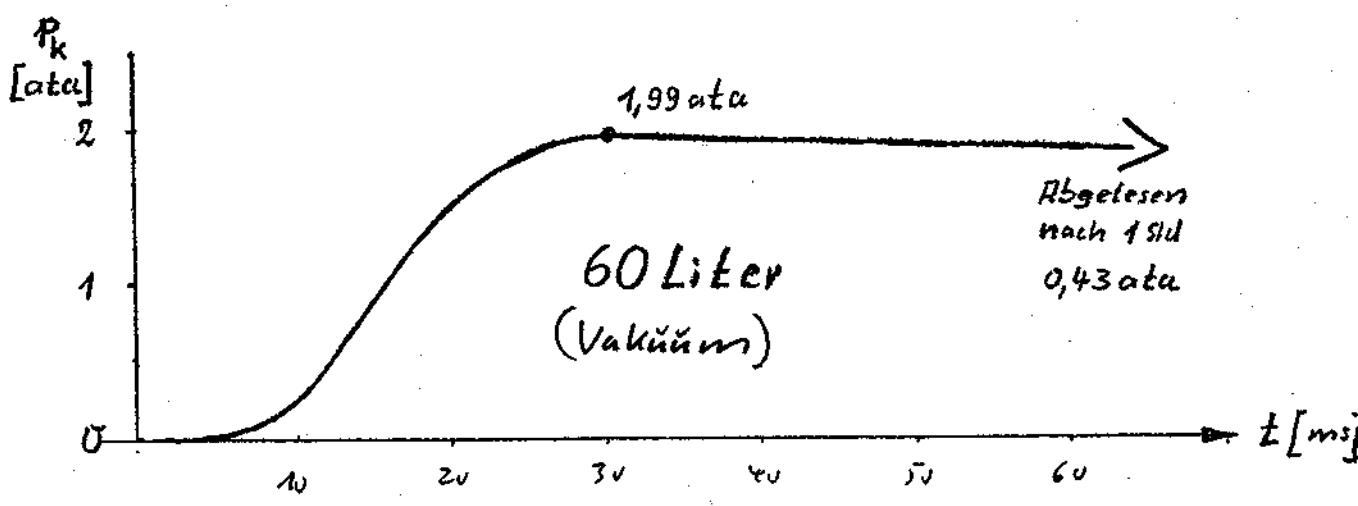
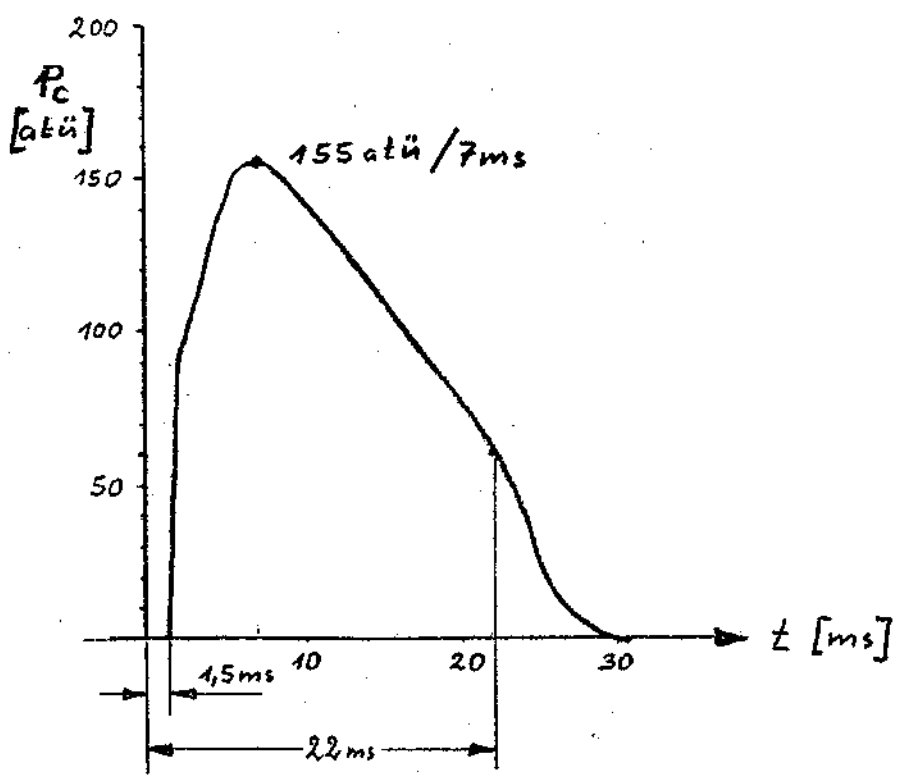


Airbag - Feststoffgasgenerator

Skizze 13



20°C



Auswertung

$$T_k(P_k \text{ max}) = \frac{V}{V_0} \cdot \frac{P_k}{P_0} \cdot T_0 = \frac{60}{22,7} \cdot \frac{1,99}{1} \cdot 273 = 1434 \text{ K}$$

! Siehe Seite 3

$$\text{Raumliter} : \frac{P_k(\text{R.T.})}{P_0} \cdot V_k = \frac{0,43}{1} \cdot 60 = 26 \text{ Liter}$$

$$\text{Kannentliter} : \frac{P_k(\text{max})}{P_0} \cdot V_k = \frac{1,99}{1} \cdot 60 = 119 \text{ Liter}$$

$$\text{Bag-Liter} : \frac{\kappa}{\kappa-1} \cdot \text{Kannentliter} = \frac{7}{9} \cdot 119 = 93 \text{ Liter}$$

$$\int P_c \cdot dt = 2,54 \text{ at} \cdot \text{s}$$

$$C^* = \frac{A_H(\text{eff})}{m_T(\text{Gas})} \cdot \int P_c \cdot dt = \frac{1,94 \cdot 0,6}{0,073 \cdot 0,39} \cdot 2,54 \cdot 9,81 = 1026 \text{ N}^2/\text{kg}$$

$$\eta = \frac{C^*}{C_{th}^*} = \frac{1026}{1068} = 0,96$$

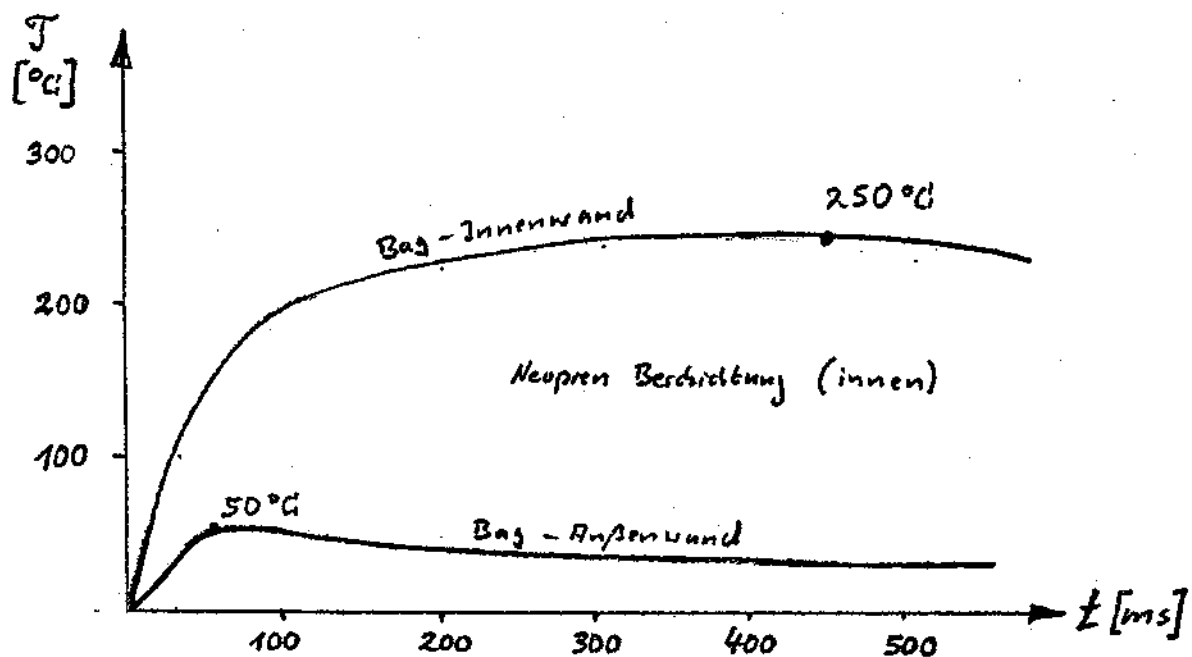
Gaschromatistische - Analyse

H ₂	52.600 ppm
N ₂	937.700 "
CO	4.600 "
CH ₄	3.900 "
CO ₂	500 "
C ₂ H ₄	600 "

99,99 Vol %

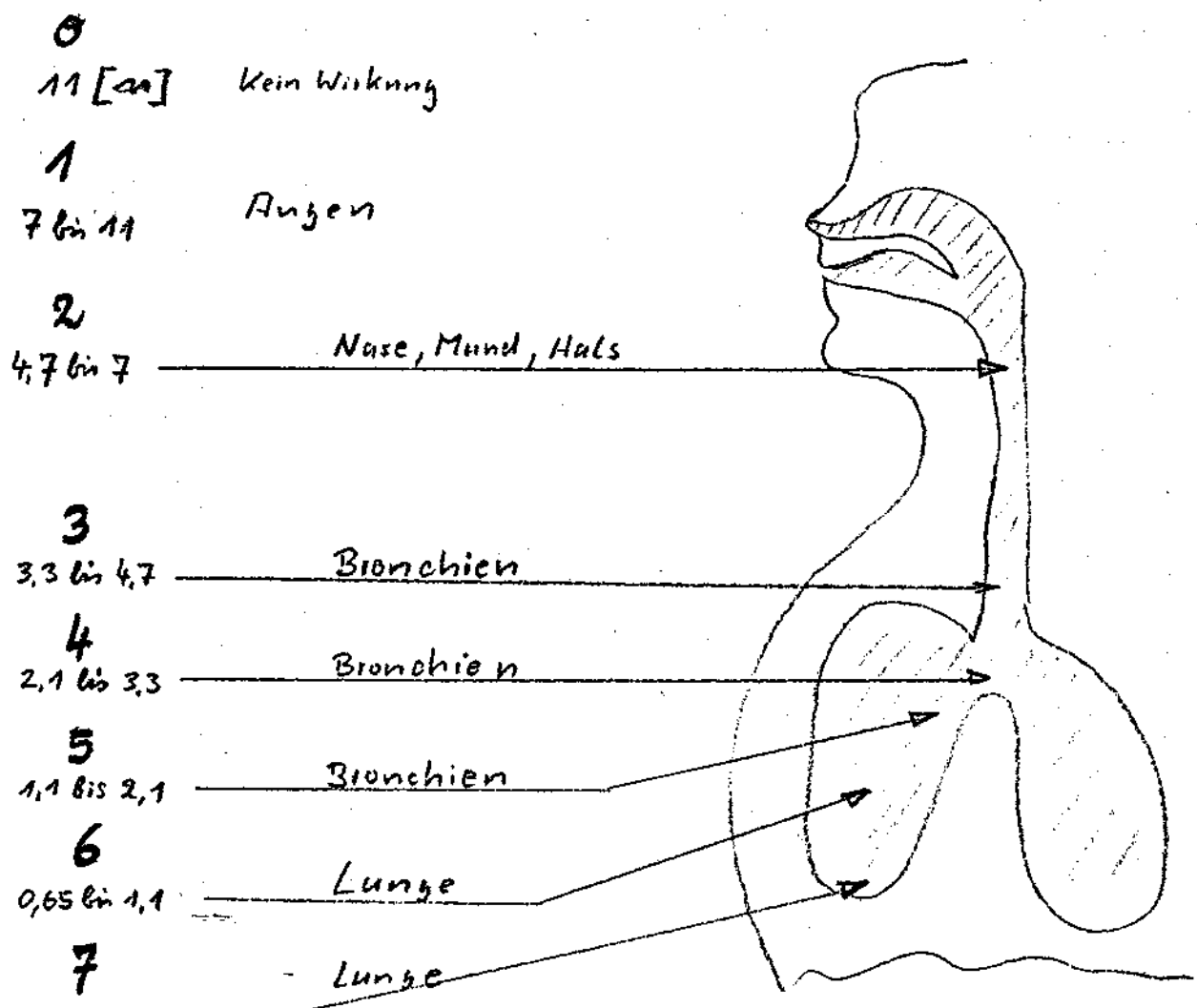
davon 94% Stickstoff

Temperatur - Analyse

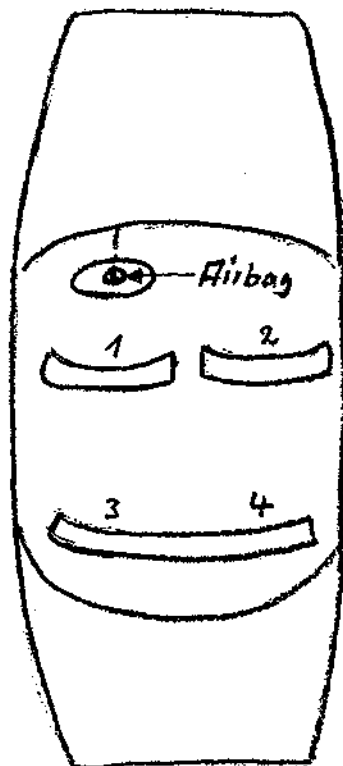
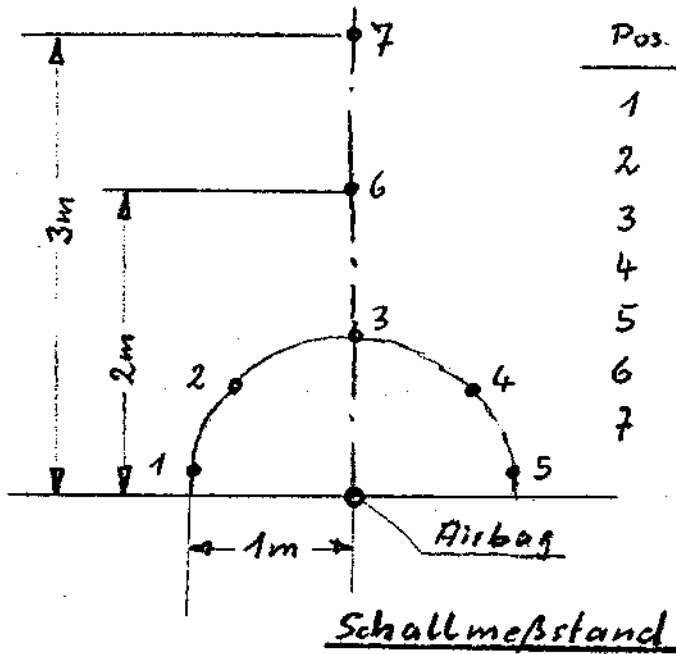


Festkörper - Partikel - Auswurf

Sammelstufe	Teilchengröße [µm]	Menge
0	11 µ größer	1 mg
1	7 bis 11	1 "
2	4,7 " 7	1 "
3	3,3 " 4,7	3 "
4	2,1 " 3,3	3 "
5	1,1 " 2,1	10 "
6	0,65 " 1,1	28 "
7	0,43 " 0,65	20 "
		67 mg



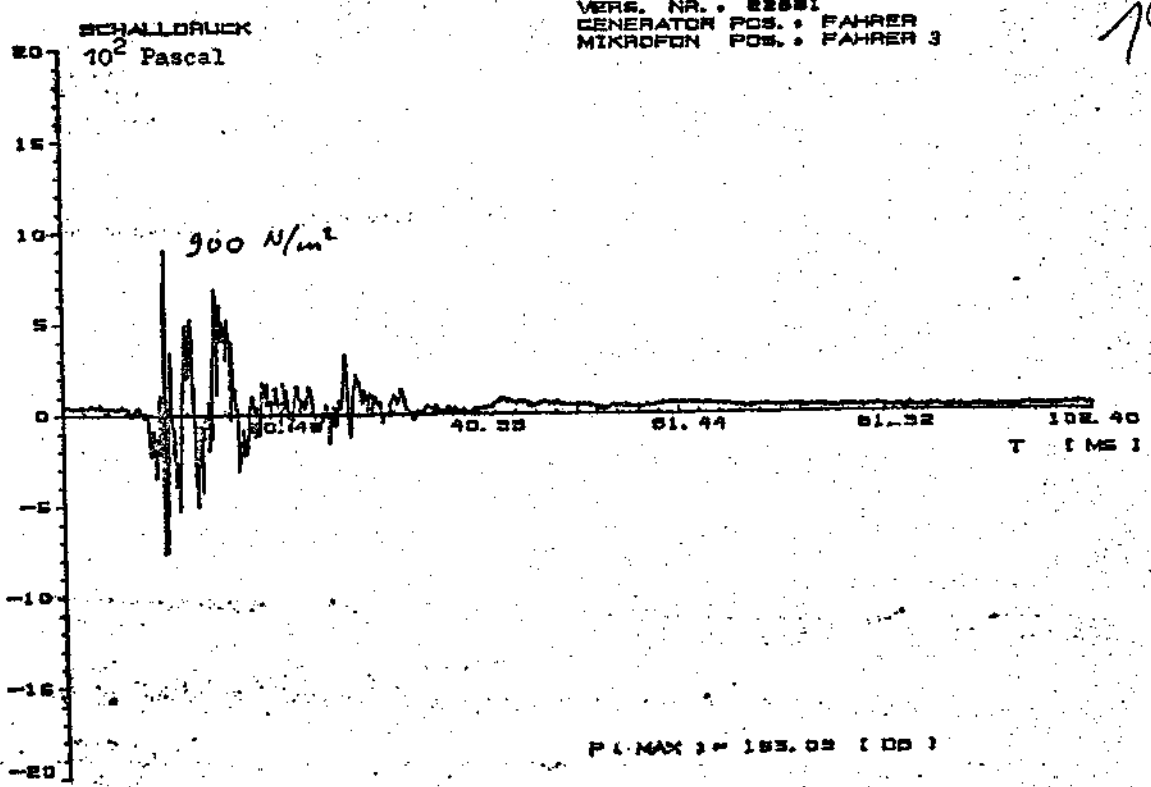
Schallauswertung



Pos.	Peak [dB]	A-Dauer [ms]
1	160	35
2	156	40
3	155	—
4	154	—

Fahrzeug

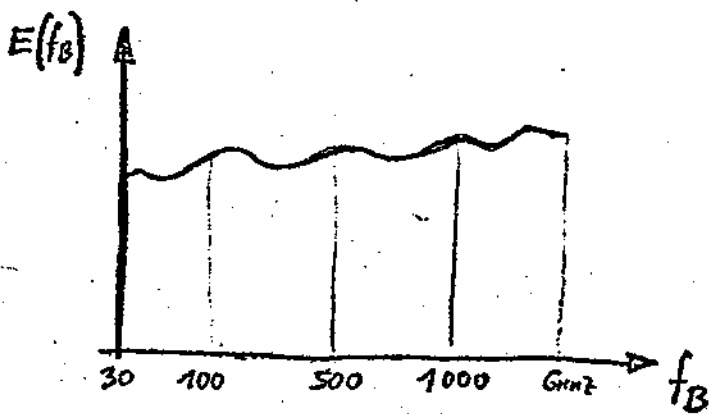
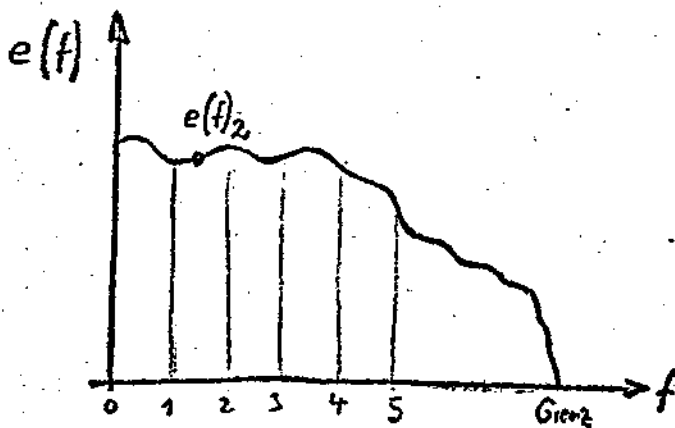
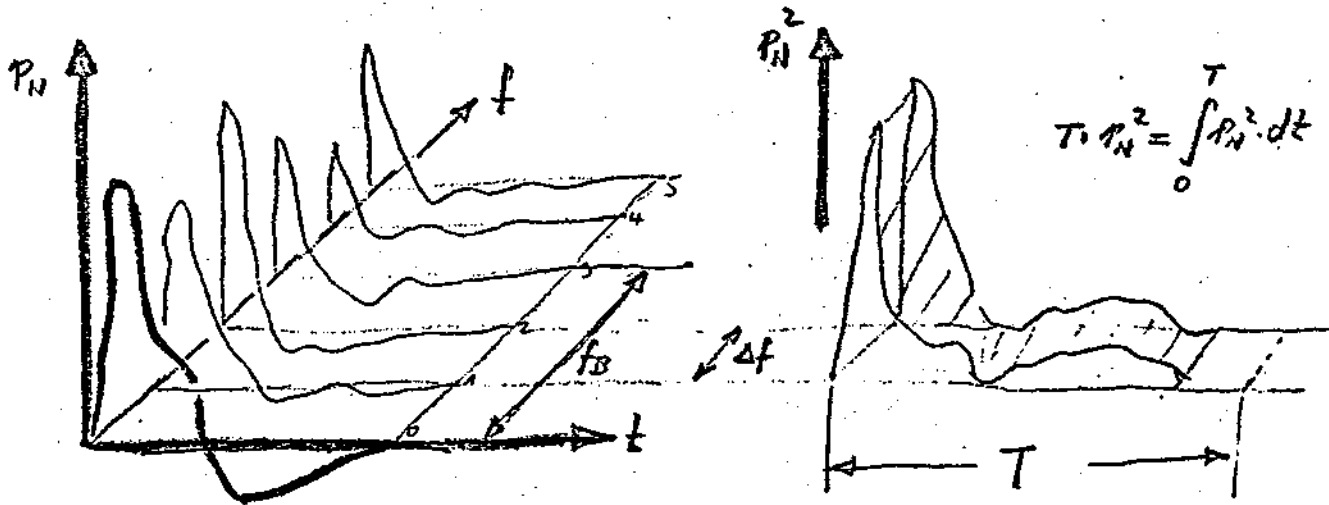
12



14

$$900 \text{ N/m}^2 \rightarrow 9 \text{ mbar}$$
$$20 \cdot \log \frac{9}{2 \cdot 10^{-7}} = 153 \text{ dB}$$

Schall-Energie



Energiedichte:

$$E(f) = \frac{T \cdot p_N^2}{\Delta f}$$

$$E_0 = \frac{T_0 \cdot p_{N0}^2}{\Delta f_0}$$

$$e(f) = 10 \log \frac{E(f)}{E_0} \quad [dB]$$

Energie:

$$E(f_B) = \int_0^{f_B} e(f) \cdot df$$

$$E(f_B) = 10 \log \frac{E(f_B)}{E_0} \quad [dB]$$

Schallmessstand

Pos.	3	2	4
E	139	137	138 dB

Fahrzeug

Pos.	1	2
E	149	142 dB