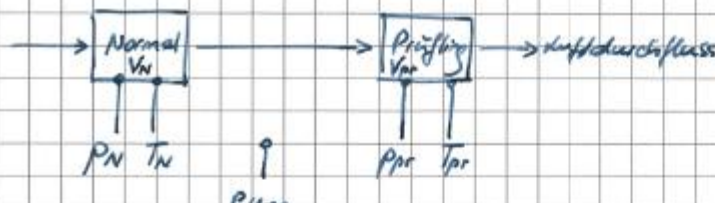


MU-Beispiel 3

Autor: BEV

Kalibrierung eines Gaszählers. Normal ist der Gaskubizierer des BEV



1. Abg.:
 $T_{pr} \neq T_N$
 $P_{pr} \neq P_N$
 \Rightarrow Korrektur nötig

u

V_{pr} ...	Luftvolumen im Prüfling	
V_N ...	Luftvolumen im Normal (m^3)	$5 \cdot 10^{-5} m^3$
$V_{pr,a}$...	Luftvolumen im Prüfling (m^3), Anzeige	$10^{-3} m^3$
P_N ...	(relativer) Druck im Normal (hPa)	0,01 hPa
P_{pr} ...	— " — in Prüfling (hPa)	0,01 hPa
P_{umg} ...	(absoluter) Druck Umgebung (hPa)	0,1 hPa
T_N ...	Temperatur im Normal (K)	0,01 K
T_{pr} ...	Temperatur im Prüfling (K)	0,01 K

es gilt:

$$V_{pr} = V_N \frac{(P_N + P_{umg})}{(P_{pr} + P_{umg})} \frac{T_{pr}}{T_N}$$

(aus $\frac{P_N}{T_N} V_N = \frac{P_{pr}}{T_{pr}} V_{pr}$)
 (aus $pV = nRT$)

Messabw. = ~~$\frac{V_{pr} - V_{pr,a}}{V_{pr}}$~~ $\frac{V_{pr} - V_{pr,a}}{V_{pr}}$

Skizze des Messprinzips

Modellgleichung:

{Die tatsächlich über den Prüfling abgegebene Luftmenge wird über die ideale Gasgleichung modelliert}

$$V_{Pr} = V_N \cdot (P_N + P_{Umg}) / (P_{Pr} + P_{Umg}) \cdot (T_{Pr} + T_0) / (T_N + T_0);$$

{Die Lesung des Prüflings ist ein zweistufiger Prozess}

$$V_{PrA} = V_{PrStop} - V_{PrStart};$$

{Das Messergebnis wird als relative Messabweichung modelliert}

$$y = (V_{PrA} - V_{Pr}) / V_{Pr} \cdot S;$$

Liste der Größen:

Größe	Einheit	Definition
y	%	Relative Anzeigenabweichung des Prüflings bezogen auf das durchgeflossene Volumen
p_N	hPa	Überdruck im Normal
p_{Pr}	hPa	Überdruck im Prüfling
p_{Umg}	hPa	Barometrischer Luftdruck
T_N	°C	Lufttemperatur im Normal
V_N	m ³	Volumen des Normals (Kubizierer)
$V_{PrStart}$	m ³	Angezeigter Wert zu Beginn der Kalibrierung
V_{PrStop}	m ³	Angezeigter Wert am Ende der Kalibrierung
T_{Pr}	°C	Lufttemperatur im Prüfling
V_{Pr}	m ³	Durchgeflossenes Volumen
V_{PrA}	m ³	Angezeigtes Volumen
S	%	Skalenfaktor zur Umrechnung in Prozent
T_0	°C	Celsius/Kelvin-Ursprung

p_N : Typ B Normalverteilung
 Wert: 19.8 hPa
 Erweiterte Messunsicherheit: 0.6 hPa
 Erweiterungsfaktor: 1

Flüssigkeitsmanometer, MM003893, Kalibrierschein E17-0572 ACHTUNG: sollte über mindestens zwei Eingangsgrößen modelliert werden!

p_{Pr} : Typ B Normalverteilung
 Wert: 19.75 hPa
 Erweiterte Messunsicherheit: 0.08 hPa
 Erweiterungsfaktor: 1

Digitalmanometer, MM002078, Kalibrierschein E19-1503/2 ACHTUNG: sollte über mindestens zwei Eingangsgrößen modelliert werden!

p_{Umg} : Typ B Normalverteilung
 Wert: 990.2 hPa
 Erweiterte Messunsicherheit: 0.8 hPa
 Erweiterungsfaktor: 1

Päzisionsaneroid-Barometer MM002062, Kalibrierschein E18-0186/1 ACHTUNG: sollte über mindestens zwei Eingangsgrößen modelliert werden!

T_N : Typ B Normalverteilung
 Wert: 22.1 °C
 Erweiterte Messunsicherheit: 0.06 °C
 Erweiterungsfaktor: 2

Aus Kalibrierschein bla bla Hier fehlt die UNSicherheit der eigentlichen Temperaturmessung! ACHTUNG: sollte über mindestens zwei Eingangsgrößen modelliert werden!

V_N : Typ B Normalverteilung
 Wert: 0.503 m^3
 Erweiterte Messunsicherheit: 0.00005 m^3
 Erweiterungsfaktor: 2

Hier ist lediglich der Wert aus einen (gedachten) Kalibrierschein angegeben! ACHTUNG: sollte über mindestens zwei Eingangsgrößen modelliert werden!

$V_{PrStart}$: Typ B Normalverteilung
 Wert: 321.0 m^3
 Erweiterte Messunsicherheit: 0.0001 m^3
 Erweiterungsfaktor: 1

Zählwertanzeige, Teilungswert 0,2 L, Ein erfahrener Benutzer kann eine Unsicherheit von 0,1 L erreichen.

V_{PrStop} : Typ B Normalverteilung
 Wert: 321.500 m^3
 Erweiterte Messunsicherheit: 0.0001 m^3
 Erweiterungsfaktor: 1

Zählwertanzeige, Teilungswert 0,2 L, Ein erfahrener Benutzer kann eine Unsicherheit von 0,1 L erreichen.

T_{Pr} : Typ B Rechteckverteilung
 Wert: $22.2 \text{ }^\circ\text{C}$
 Halbbreite der Grenzen: $0.1 \text{ }^\circ\text{C}$

Quick and dirty aus einen (gedachten) Prüfungsschein Auch hier fehlt die Unsicherheit der eigentlichen Temperaturmessung! ACHTUNG: sollte über mindestens zwei Eingangsgrößen modelliert werden!

V_{PrA} : Zwischenergebnis
 Differenz aus Start- und Stopp-Wert

S: Konstante
 Wert: 100 %

Dies ist die Methode mit diesen Programm eine Anzeige in % zu erhalten. Das Zeichen muss aus Dimensionsgründen sowohl bei dieser Konstante als auch beim Ergebnis als Einheit angegeben werden.

T_0 : Konstante
 Wert: $273.15 \text{ }^\circ\text{C}$

Zur Umrechnung von Celsius in Kelvin-Temperaturwerten

Zwischenergebnisse:

Größe	Wert	Std.-Mess-unsicherheit
V_{Pr}	0.503195 m^3	$322 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
V_{PrA}	0.500000 m^3	$141 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Messunsicherheits-Budgets:

y: Relative Anzeigenabweichung des Prüflings bezogen auf das durchgeflossene Volumen

Größe	Wert	Std.-Mess-unsicherheit	Verteilung	Sensitivitäts-koeffizient	Unsicher-heitsbeitrag	Index
p_N	19.800 hPa	0.600 hPa	Normal	-0.098	-0.059 %	72.0 %
p_{Pr}	19.7500 hPa	0.0800 hPa	Normal	0.098	$7.9 \cdot 10^{-3}$ %	1.3 %
p_{Umg}	990.200 hPa	0.800 hPa	Normal	$4.9 \cdot 10^{-6}$	$3.9 \cdot 10^{-6}$ %	0.0 %
T_N	22.1000 °C	0.0300 °C	Normal	0.34	0.010 %	2.1 %
V_N	0.5030000 m ³	$25.0 \cdot 10^{-6}$ m ³	Normal	-200	$-4.9 \cdot 10^{-3}$ %	0.5 %
$V_{PrStart}$	321.000000 m ³	$100 \cdot 10^{-6}$ m ³	Normal	-200	-0.020 %	8.2 %
V_{PrStop}	321.500000 m ³	$100 \cdot 10^{-6}$ m ³	Normal	200	0.020 %	8.2 %
T_{Pr}	22.2000 °C	0.0577 °C	Rechteck	-0.34	-0.019 %	7.8 %
V_{Pr}	0.503195 m ³	$322 \cdot 10^{-6}$ m ³				
V_{PrA}	0.500000 m ³	$141 \cdot 10^{-6}$ m ³				
S	100.0 %					
T_0	273.15 °C					
y	-0.6350 %	0.0696 %				

Der Messwert im Sinne des GUM.

Ergebnisse:

Größe	Wert	Erw.-Mess-unsicherheit	Erweiter-ungsfaktor	Überdeckungs-wahrscheinlichkeit
y	-0.63 %	0.14 %	2.00	95% (Normal)