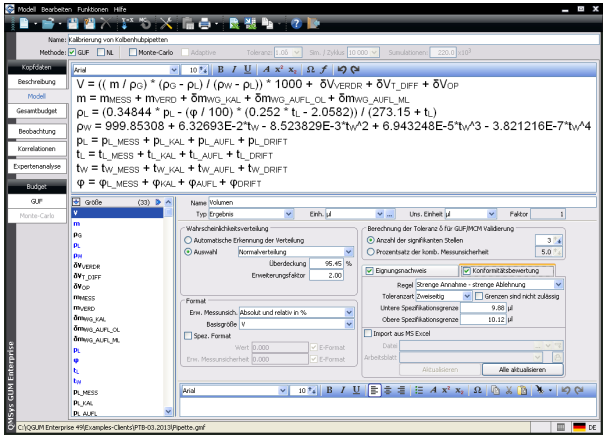
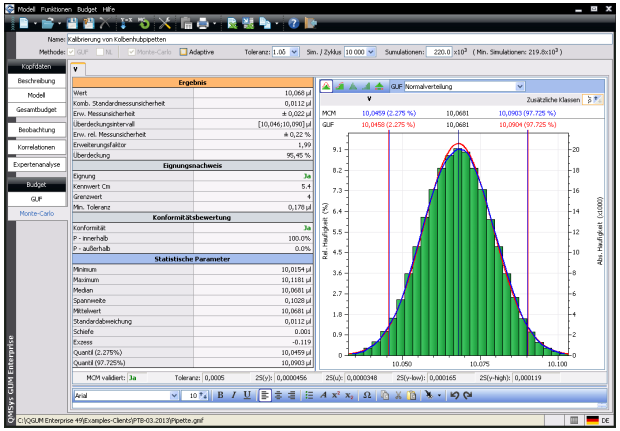
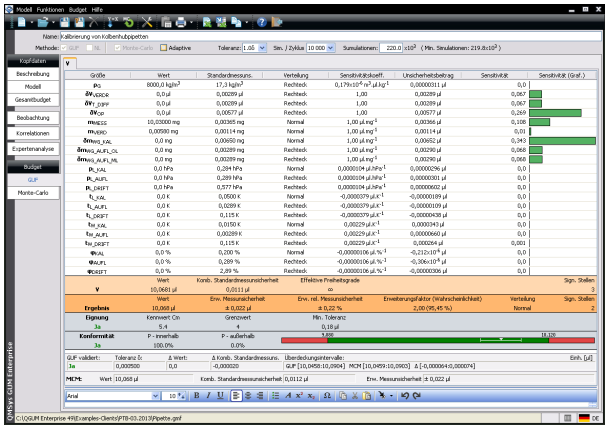
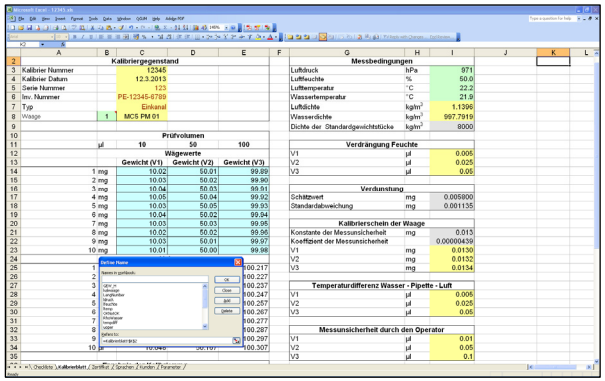
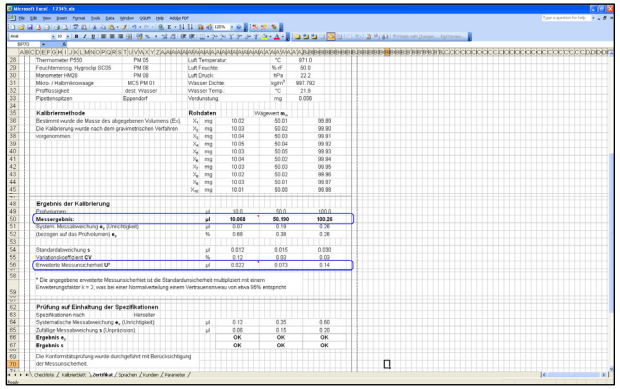
Berechnung der Messunsicherheit mit QMSys GUM Software am Beispiel der Kalibrierung von Kolbenhubpipetten

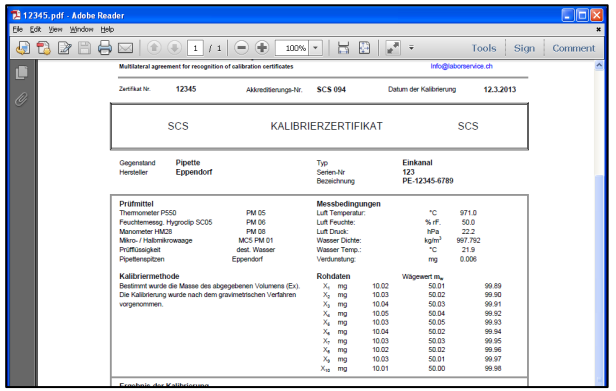












QMSys Metrology software

Einführung in der QMSys GUM Software

Methoden zur Berechnung der Messunsicherheit

- GUM Methodik für lineare und linearisierbare Modelle - GUF-Verfahren
- GUM Methode für nichtlineare Modelle – nichtlineare Sensitivitätsanalyse mit Sobol Sequenzen und Berechnung der globalen Sensitivitäten zweiter und dritter Ordnung
- Monte-Carlo Methode - die einzige geeignete Methode bei nichtlinearen Modellen mit asymmetrischer Verteilung der Ergebnisgrößen.

Berechnung der Messunsicherheit für praktisch alle Arten von Messungen

- lineare und nichtlineare Modelle des Messprozesses
- symmetrische und asymmetrische Verteilungen der Ergebnisgrößen
- mehrere korrelierten nicht normalverteilten Eingangsgrößen.

Validieren der Software mithilfe der Beispiele in den Normen und Richtlinien

- ISO Guide 98-3 (GUM) - Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen
- ISO Guide 98-3/Suppl. 1 - Supplement 1 to the "GUM"
- DAkkS-DKD-3 - Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen
- EA-4/02 - Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration.
- EURACHEM Guide CG 4 - Ermittlung der Messunsicherheit bei analytischen Messungen

Die Software unterstützt die wichtigsten Schritte bei der Messunsicherheitsermittlung: Formulierungsphase, Berechnungsphase und Zusammenfassung.

QMSys Metrology software

Schlüsselfunktionen

- Freie Modellgleichungen, mehrere Ergebnisgrößen
- Frei definierbare Messzyklen für Eingangsgrößen vom Typ A
- Import der Daten zu den Eingangs- und Ergebnisgrößen aus Excel Dateien
- Korrelationsanalyse der beobachteten Größen, Validieren und Optimieren der Korrelationsmatrix (positiv semi-definit)
- Expertenanalyse des Modells - ermittelt die geeigneten Berechnungsmethoden für das entwickelte Modell und die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ergebnisgrößen
- Monte-Carlo Methode auch bei korrelierten Eingangsgrößen
- Die besten Zufallszahlgeneratore - CMWC4096 (Complementary-Multiply-With-Carry) von Dr. Marsaglia ($6{,}58*10^{39460}$) und Matsumoto's Mersenne Twister ($4{,}32*10^{6001}$)
- Automatische Berechnung des Erweiterungsfaktors der Ergebnisgrößen zu der ausgewählten Wahrscheinlichkeitsverteilung und Überdeckungswahrscheinlichkeit
- Validierung der Ergebnisse der Monte-Carlo Methode und der GUF-Methoden
- Berechnung der erweiterten Messunsicherheit auch bei asymmetrischen Ergebnisgrößen
- Regressionsanalyse, Gleichung der Messunsicherheit für einen bestimmten Messbereich
- Eignungsnachweis und Konformitätsbewertung nach ISO 14253-1, ILAC G8, VDA 5
- kundenspezifische Druckvorlagen des Berichts, Export in Excel Dateien
- automatischer Export der Ergebnisse in konfigurierbare Excel Dateien
- Add-In QMSys GUMX für vollständige Integration der Messunsicherheitsberechnung in Microsoft Excel - selbstständige Software, Modelldateien aus GUM Enterprise / Professional

Größenübersicht

Ergebnisgröße

Verteilung
- Normalverteilung
- t-Verteilung
- Rechteckverteilung
- Dreieckverteilung
- Trapezverteilung
- Symmetrische MV
- Asymmetrische V

Erw. Messunsicherheit
- Absolut und Relativ
- Relativ auch in % oder ppm

Eignungsnachweis
- Gmp, Gms (VDA Band 5)
- TUR, TAR (NCSL)
- Cm (JCGM 106)

Konformitätsbewertung
- Entscheidungsregeln nach ISO 14253-1, ANSI B89.7.3.1
- P% innerhalb / außerhalb der Spezifikationsgrenzen

Eingangsgröße Typ A

Methode der Beobachtung
- Direkt
- Indirekt

Verteilungen
- Normalverteilung
- t-Verteilung

Ermittlung der Messunsicherheit
- Experimentell
- Schätzwert
- Standardmessunsicherheit
- Standardabweichung
- Bayesian Statistik

Import aus MS Excel
- Beobachtungen
- Kennwerte

Import aus der Zwischenablage

Eingangsgröße Typ B

Eingabe der Unsicherheit
- Erw. Messunsicherheit
- Standardmessunsicherheit
- Fehlergrenze
- Wahrscheinlichkeitsverteilung

Verteilungen
- Normalverteilung
- Log. Normalverteilung
- t-Verteilung
- Rechteckverteilung
- Dreieckverteilung
- Trapezverteilung
- Kurv. Trapezverteilung
- Quadratische Verteilung
- U-förmige Verteilung
- Kosinusverteilung
- 1/2 Kosinusverteilung
- Exponentialverteilung

Import aus MS Excel

Zwischenergebnis

Konstante

Kalibrierung der Kolbenhubpipetten

Die Kalibrierung von Kolbenhubpipetten mit Luftpolster dient der Feststellung der Abweichung des dosierten Volumens vom gewählten Prüfvolumen.

Kalibrierverfahren

- gravimetrisches Verfahren nach DIN EN ISO 8655-6
- Prüfflüssigkeit - Wasser der Qualität 3 gemäß DIN ISO 3696
- Analysenwaagen mit entsprechendem Zubehör für die Pipettenkalibrierung
- Bestimmung der Masse des Flüssigkeitsvolumens
- Berücksichtigung des Luftauftriebs
- Bestimmung der Wasserdichte und der Luftdichte
- Umrechnung der Masse in das Volumen
- Erfassung von 10 Messwerten pro Prüfvolumen und Pipettenkanal
- Drei Prüfvolumen bei der Kalibrierung von Pipetten mit variablem Volumen

Normen und Richtlinien zur Berechnung der Messunsicherheit

- DKD-R 8-1 - Kalibrierung von Kolbenhubpipetten mit Luftpolster
- ISO Guide 98-3 (GUM) - Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen
- ISO Guide 98-3/Suppl. 1 - Supplement 1 to the "GUM"
- DAkkS-DKD-3 - Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen
- DAkkS-DKD-LF-8-2 - Leitfaden für die Volumenbestimmung bei Referenzmessprozeduren in medizinischen Referenzlaboratorien Teil 1: Kalibrierflüssigkeit Wasser

QMSys Metrology software

Formulierungsphase

- Definition der Ausgangsgröße: dosiertes Volumen
- Identifikation der Eingangsgrößen, von denen die Messgröße abhängig ist
- Entwicklung eines Modells, das die Messgröße zu den Eingangsgrößen in Bezug setzt

Am Anfang wird ein Idealmodell der Messung entwickelt, das die Eingangsgrößen mit der Ausgangsgröße in Beziehung setzt.

$$V = \frac{m}{\rho_G} \cdot \frac{\rho_G - \rho_L}{\rho_W - \rho_L}$$

Das Modell wird dann durch weitere Terme erweitert, die die zusätzlichen Einflüsse auf die Messung darstellen.

Arial 16 B I U A x^2 x_2 Ω ƒ

$$V = ((m / \rho_G) * (\rho_G - \rho_L) / (\rho_W - \rho_L)) * 1000 + \delta V_{VERDR} + \delta V_{T_DIFF} + \delta V_{OP}$$

$$m = m_{MESS} + m_{VERD} + \delta m_{WG_KAL} + \delta m_{WG_AUFL_OL} + \delta m_{WG_AUFL_ML}$$

$$\rho_L = (0.34844 * p_L - (\varphi / 100) * (0.252 * t_L - 2.0582)) / (273.15 + t_L)$$

$$\rho_W = 999.85308 + 6.32693E\text{-}2*t_W - 8.523829E\text{-}3*t_W\text{^}2 + 6.943248E\text{-}5*t_W\text{^}3 - 3.821216E\text{-}7*t_W\text{^}4$$

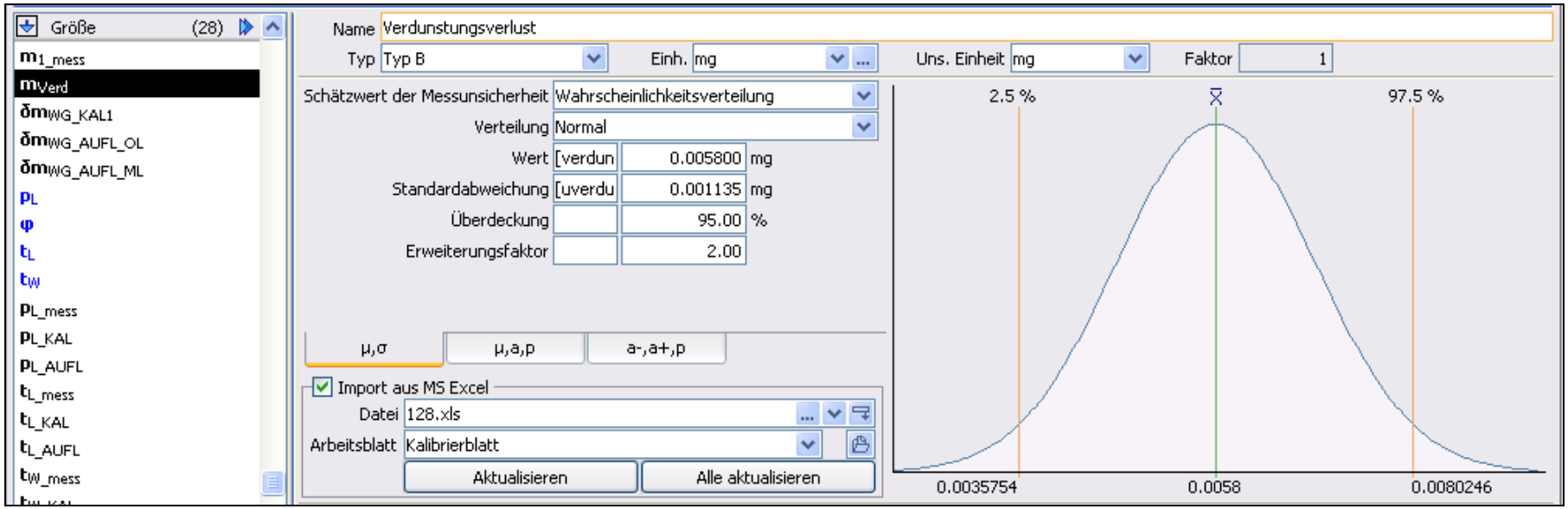
$$p_L = p_{L_MESS} + p_{L_KAL} + p_{L_AUFL} + p_{L_DRIFT}$$

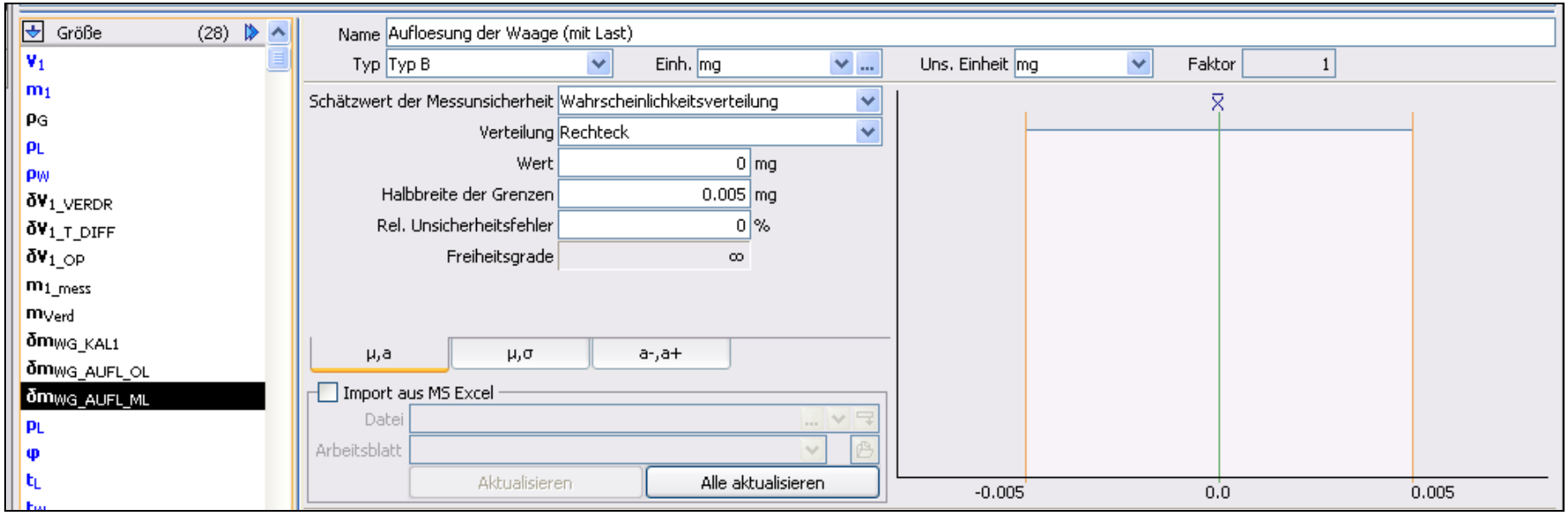
$$t_L = t_{L_MESS} + t_{L_KAL} + t_{L_AUFL} + t_{L_DRIFT}$$

$$t_W = t_{W_MESS} + t_{W_KAL} + t_{W_AUFL} + t_{W_DRIFT}$$

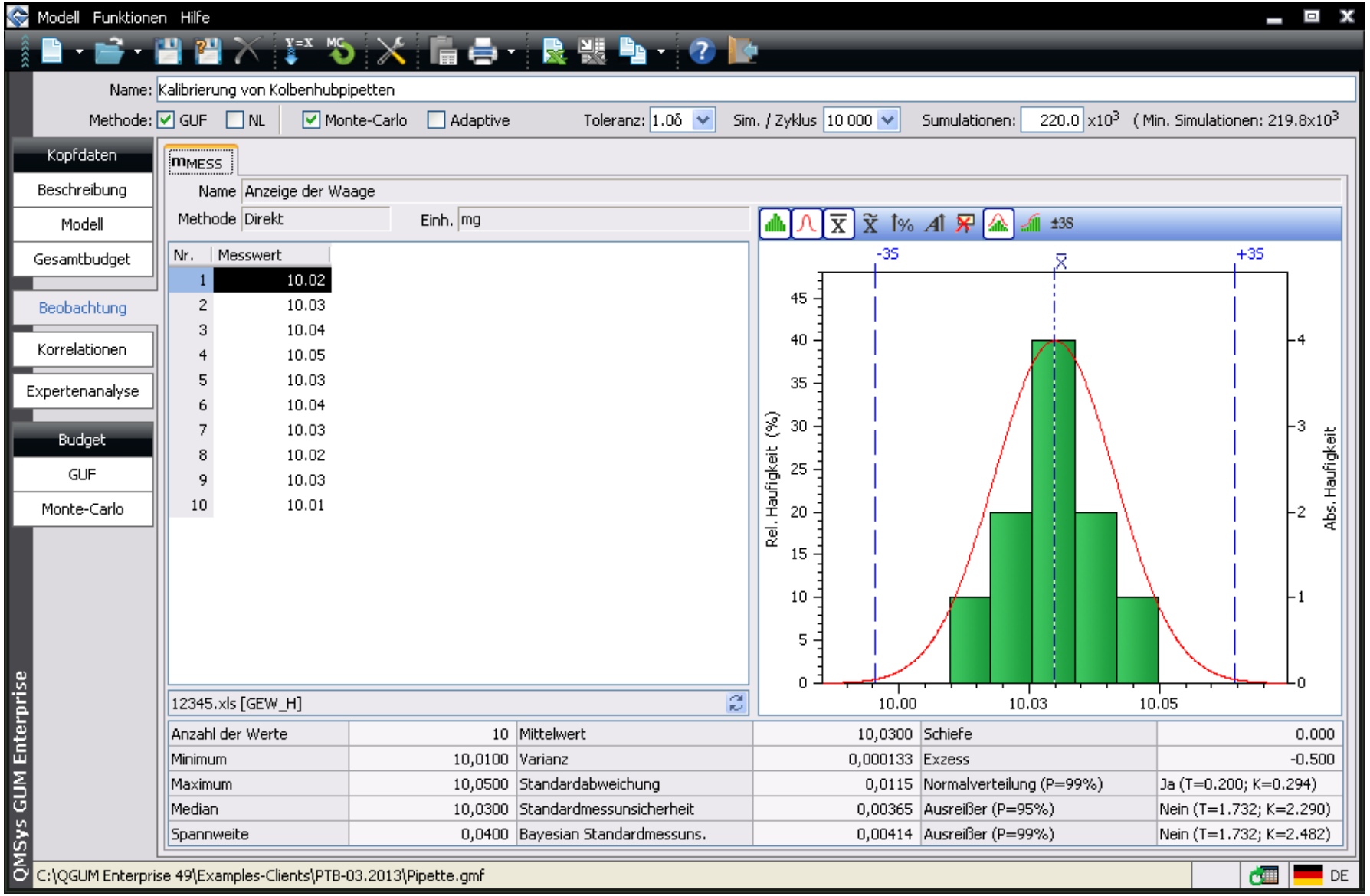
$$\varphi = \varphi_{L_MESS} + \varphi_{KAL} + \varphi_{AUFL} + \varphi_{DRIFT}$$

- Zuordnung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu den Eingangsgrößen.



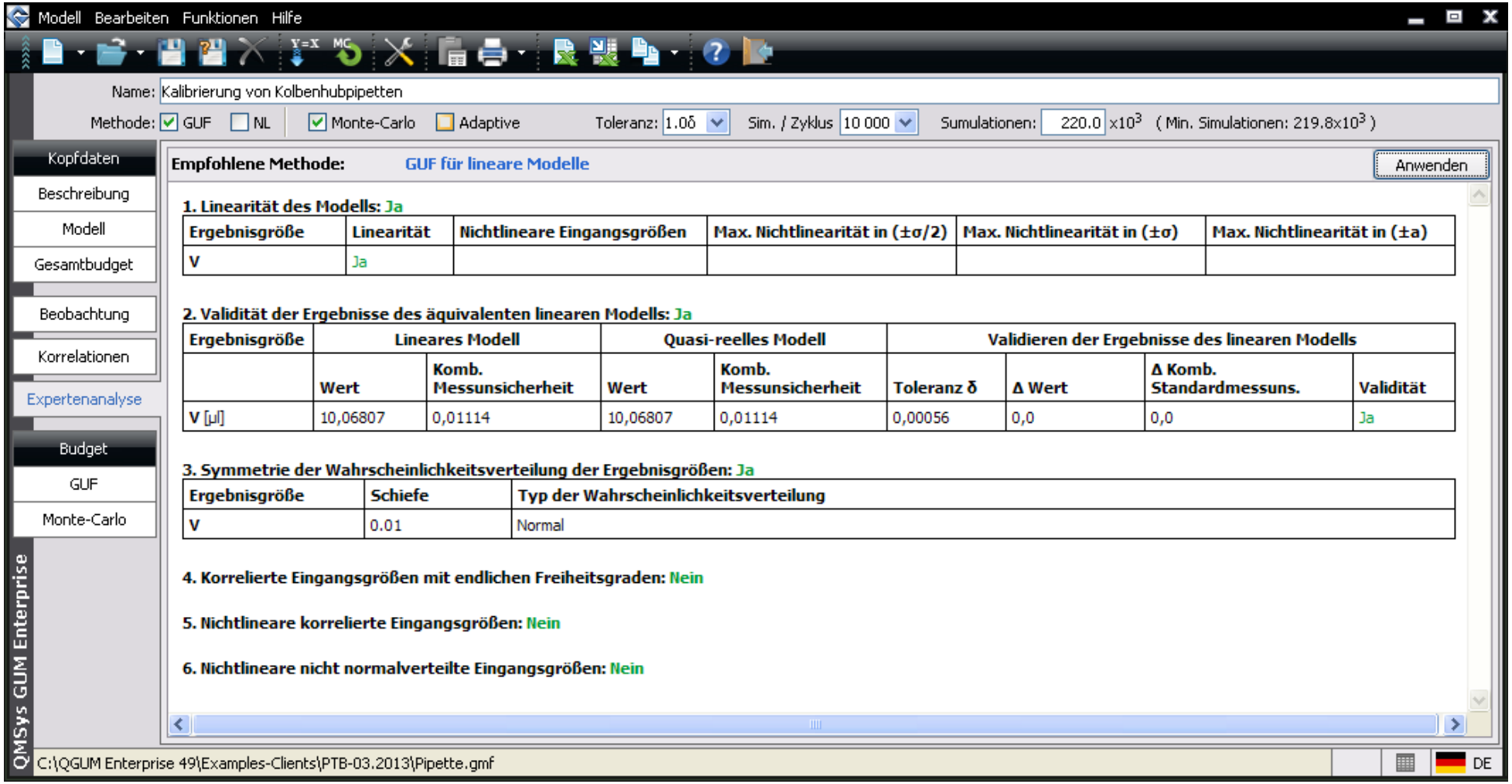


- Erfassung der Messwerte

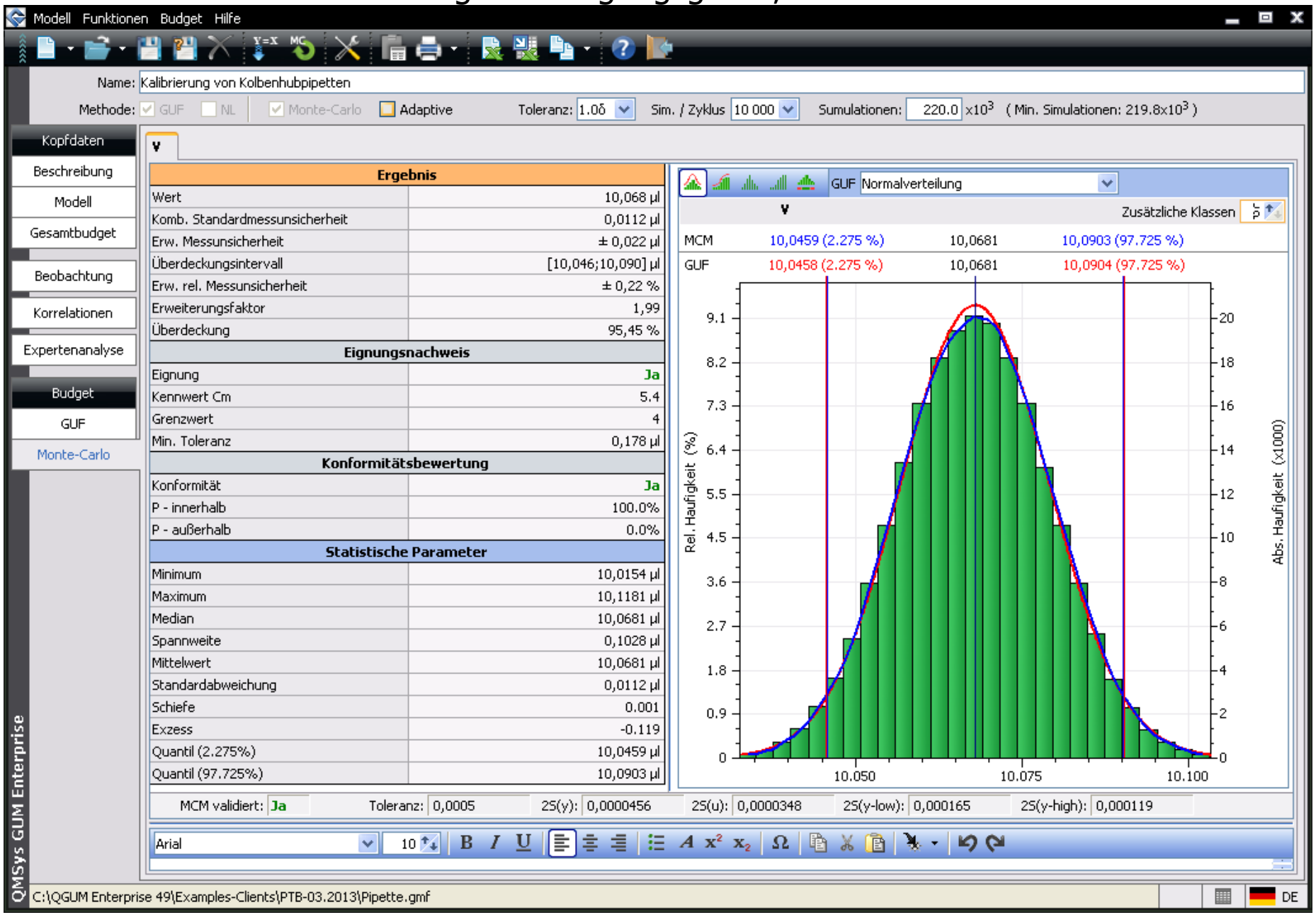


Berechnungsphase

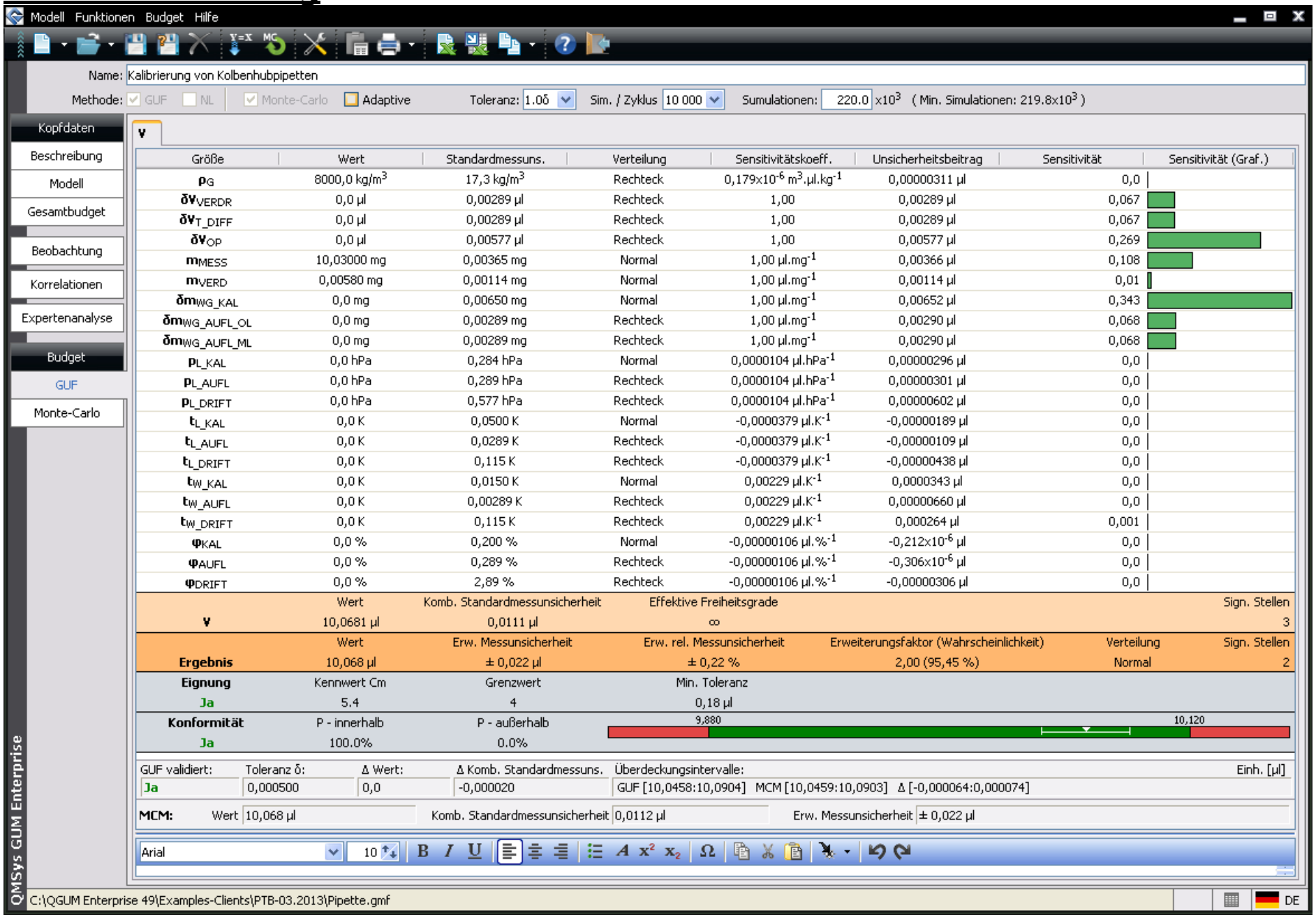
- Überprüfung der Bedingungen für die Anwendung der einzelnen Verfahren zur Berechnung der Messunsicherheit nach GUM Supplement 1, Kapitel 5.7, 5.8 und 5.10
- Auswahl der passenden Berechnungsmethoden für das entwickelte Modell



- Fortpflanzung der Verteilungen der Eingangsgrößen durch das Modell der Messung
- Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ausgangsgröße, Kennwerte

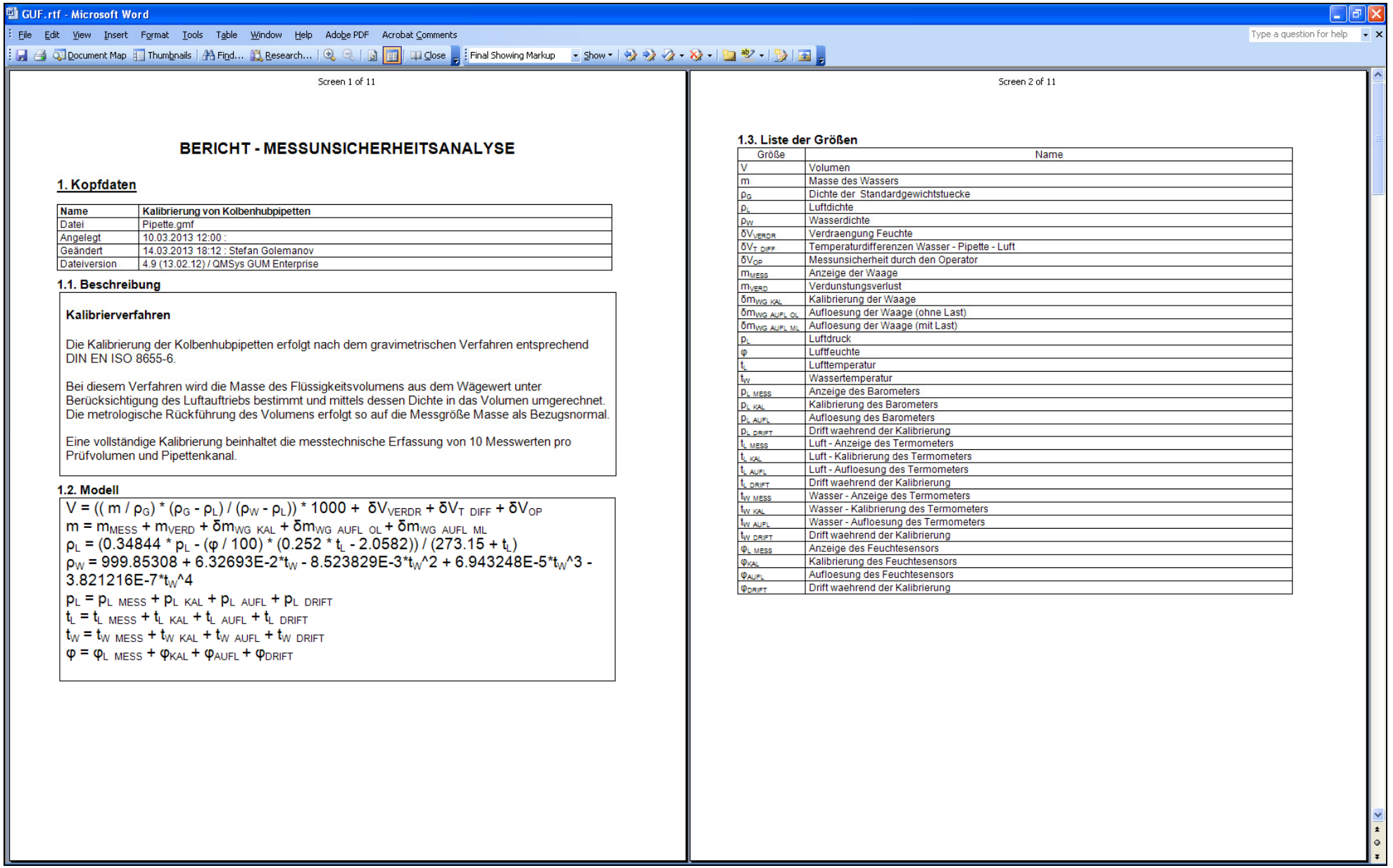


Zusammenfassung



Berichte und Export nach Microsoft Excel

- Messunsicherheitsbericht



- Messunsicherheitsbericht

GUF.rtf - Microsoft Word

File Edit View Insert Format Tools Table Window Help Adobe PDF Acrobat Comments

Document Map Thumbnails Find... Research... Close Final Showing Markup Show

Type a question for help

1.4. Beschreibung der Größen

Größe	Beschreibung	Kommentar
V	Typ: Ergebnis Einh.: µl Uns. Einheit: µl Faktor: 1 Format: Absolut und relativ in % Verteilung: Normalverteilung Überdeckungswahrsch. (%): 95.45 Eignungsnachweis: Ja Toleranz oder Verteilungsintervall: 0.24 µl Eignungskennwert-Grenzwert: Cm = 4 Konformitätsbewertung : Zweiseitig Untere Spezifikationsgrenze: 9.88 µl Obere Spezifikationsgrenze: 10.12 µl Regel: Strenge Annahme - strenge Ablehnung	
m	Typ: Zwischenergebnis Einh.: mg Uns. Einheit: mg Faktor: 1	
ρ_G	Typ: Typ B Einh.: kg/m³ Uns. Einheit: kg/m³ Faktor: 1 Schätzwert der Messunsicherheit: Wahrscheinlichkeitsverteilung Verteilung: Rechteck Wert: 8000kg/m³ Halbbreite der Grenzen: 30kg/m³ Rel. Unsicherheitsfehler: 0	
ρ_L	Typ: Zwischenergebnis Einh.: kg/m³ Uns. Einheit: kg/m³ Faktor: 1	
ρ_W	Typ: Zwischenergebnis Einh.: kg/m³ Uns. Einheit: kg/m³ Faktor: 1	

δV_{VERDR}	Typ: Typ B Einh.: µl Uns. Einheit: µl Faktor: 1 Schätzwert der Messunsicherheit: Wahrscheinlichkeitsverteilung Verteilung: Rechteck Wert: 0µl Halbbreite der Grenzen: 0.005µl Rel. Unsicherheitsfehler: 0	0,1% bei einer Aenderung von 10% der Feuchte 0,05% Fehler vom gemessenen Volumen bei +- 5% Aenderung der Feuchte
$\delta V_{T\ DIFF}$	Typ: Typ B Einh.: µl Uns. Einheit: µl Faktor: 1 Schätzwert der Messunsicherheit: Wahrscheinlichkeitsverteilung Verteilung: Rechteck Wert: 0µl Halbbreite der Grenzen: 0.005µl Rel. Unsicherheitsfehler: 0	0,2% bei einer Aenderung von 1°C der Temperatur 0,1% Fehler vom gemessenen Volumen bei +- 0.2K Temperaturdifferenz Wasser - Pipette - Luft
δV_{OP}	Typ: Typ B Einh.: µl Uns. Einheit: µl Faktor: 1 Schätzwert der Messunsicherheit: Wahrscheinlichkeitsverteilung Verteilung: Rechteck Wert: 0µl Halbbreite der Grenzen: 0.01µl Rel. Unsicherheitsfehler: 0	0,1% Fehler vom gemessenen Volumen
m_{MESS}	Typ: Typ A Einh.: mg Uns. Einheit: mg Faktor: 1 Methode der Beobachtung: Direkt Art der Messwerte: Messwerte Anzahl der Beobachtungen: 10 Ermittlung der Messunsicherheit: Experimentell Schätzwert der Messunsicherheit: Standardmessunsicherheit Verteilung: Normal Freiheitsgrade: ∞	

- Messunsicherheitsbericht

GUF.rtf - Microsoft Word

File Edit View Insert Format Tools Table Window Help Adobe PDF Acrobat Comments

Document Map Thumbnails Find... Research... Close Final Showing Markup Show

Screen 9 of 11

	Wert: 0% Rel. Messunsicherheit: 0.4% Überdeckungswahrsch. (%): 95.45 Erweiterungsfaktor: 2.00 Standardmessunsicherheit: 0.2000%	
φ_{AUFL}	Typ: Typ B Einh.: % Uns. Einheit: % Faktor: 1 Schätzwert der Messunsicherheit: Wahrscheinlichkeitsverteilung Verteilung: Rechteck Wert: 0% Halbbreite der Grenzen: 0.5% Rel. Unsicherheitsfehler: 0	
φ_{DRIFT}	Typ: Typ B Einh.: % Uns. Einheit: % Faktor: 1 Schätzwert der Messunsicherheit: Wahrscheinlichkeitsverteilung Verteilung: Rechteck Wert: 0% Halbbreite der Grenzen: 5% Rel. Unsicherheitsfehler: 0	

1.5. Korrelationsmatrix (Eingangsgrößen)

Größe 1	Größe 2	Korrelationskoeffizient
		0

2. Beobachtungen

Größe	Einheit	Anzahl der Beobachtungen	Beobachtungen	Mittelwert	Standardmessunsicherheit	Bayesian Standardmessuns.
m_{MESS}	mg	10	10.02 10.03 10.04 10.05 10.03 10.04 10.03 10.02 10.03 10.01	10,0300	0,00365	0,00414

Screen 10 of 11

3. Messunsicherheitsbudget

3.1. Budget

Größe	Wert	Standardmessuns.	Verteilung	FG	Sensitivitätskoeffizient	Sensitivität (Graf.)
ρ_G	8000,0 kg/m³	17,3 kg/m³	Rechteck	∞	0,179x10⁻⁶ m³.µl.kg⁻¹	
δV_{VERDR}	0,0 µl	0,00289 µl	Rechteck	∞	1,00	
$\delta V_{T\ DIFF}$	0,0 µl	0,00289 µl	Rechteck	∞	1,00	
δV_{OP}	0,0 µl	0,00577 µl	Rechteck	∞	1,00	
m_{MESS}	10,03000 mg	0,00365 mg	Normal	∞	1,00 µl.mg⁻¹	
m_{VERD}	0,00580 mg	0,00114 mg	Normal	∞	1,00 µl.mg⁻¹	
$\delta m_{WG\ KAL}$	0,0 mg	0,00650 mg	Normal	∞	1,00 µl.mg⁻¹	
$\delta m_{WG\ AUFL\ OL}$	0,0 mg	0,00289 mg	Rechteck	∞	1,00 µl.mg⁻¹	
$\delta m_{WG\ AUFL\ ML}$	0,0 mg	0,00289 mg	Rechteck	∞	1,00 µl.mg⁻¹	
$p_{L\ MESS}$	971 hPa					
$p_{L\ KAL}$	0,0 hPa	0,284 hPa	Normal	∞	0,0000104 µl.hPa⁻¹	
$p_{L\ AUFL}$	0,0 hPa	0,289 hPa	Rechteck	∞	0,0000104 µl.hPa⁻¹	
$p_{L\ DRIFT}$	0,0 hPa	0,577 hPa	Rechteck	∞	0,0000104 µl.hPa⁻¹	
$t_{L\ MESS}$	22,2 °C					
$t_{L\ KAL}$	0,0 K	0,0500 K	Normal	∞	-0,0000379 µl.K⁻¹	
$t_{L\ AUFL}$	0,0 K	0,0289 K	Rechteck	∞	-0,0000379 µl.K⁻¹	
$t_{L\ DRIFT}$	0,0 K	0,115 K	Rechteck	∞	-0,0000379 µl.K⁻¹	
$t_{W\ MESS}$	21,9 °C					
$t_{W\ KAL}$	0,0 K	0,0150 K	Normal	∞	0,00229 µl.K⁻¹	
$t_{W\ AUFL}$	0,0 K	0,00289 K	Rechteck	∞	0,00229 µl.K⁻¹	
$t_{W\ DRIFT}$	0,0 K	0,115 K	Rechteck	∞	0,00229 µl.K⁻¹	
$\varphi_{L\ MESS}$	50,0 %					
φ_{KAL}	0,0 %	0,200 %	Normal	∞	-0,00000106 µl.%⁻¹	
φ_{AUFL}	0,0 %	0,289 %	Rechteck	∞	-0,00000106 µl.%⁻¹	
φ_{DRIFT}	0,0 %	2,89 %	Rechteck	∞	-0,00000106 µl.%⁻¹	

3.2. Kombinierte Standardmessunsicherheit

Größe	Komb. Standardmessunsicherheit	Komb. rel. Messunsicherheit	Effektive Freiheitsgrade
V	0,0111 µl	0,00111	∞

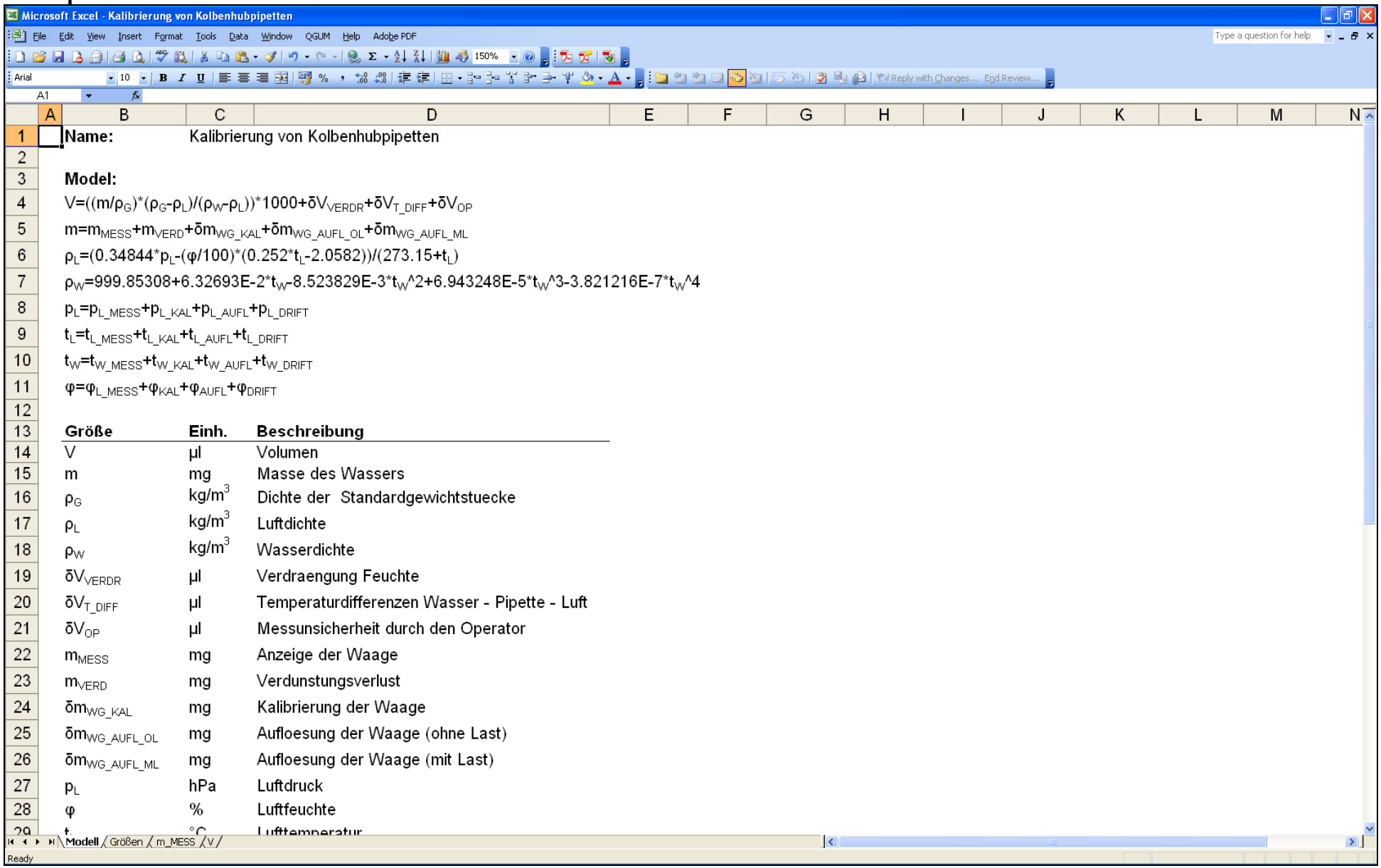
3.3. Ergebnis

Größe	Wert	Erw. MU	Erw. rel. MU	Erweiterungsfaktor	Überdeckung	Verteilung
V	10,068 µl	± 0,022 µl	± 0,22 %	2.00	95.45 %	Normal

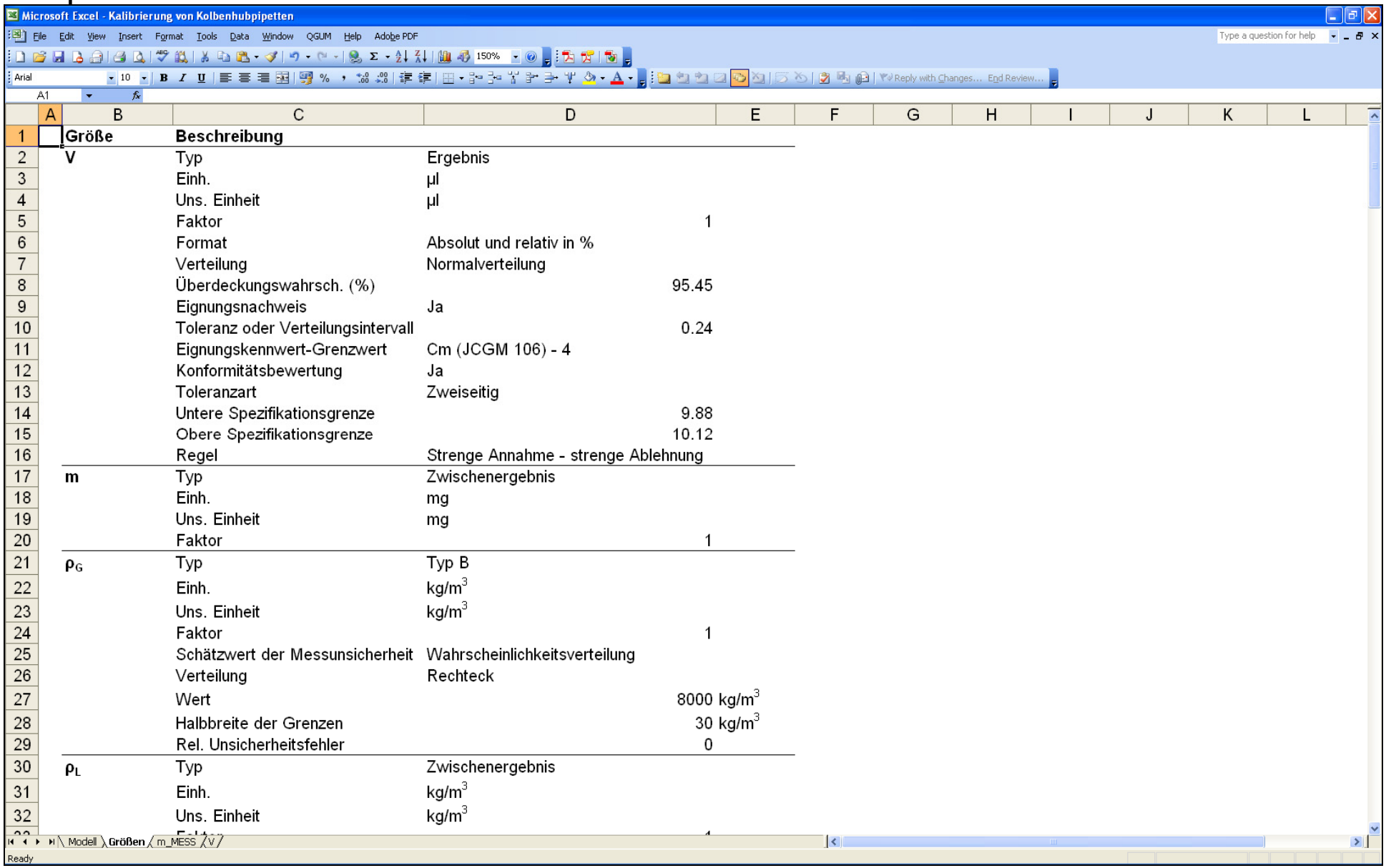
3.4. Eignungsnachweis und Konformitätsbewertung

Größe	Eignung	Kennwert	Grenzwert	Konformität	P-innerhalb	P-außerhalb
V	Ja	Cm = 5.4	4	Ja	100.000%	0.000%
	9,880				10,120	

- Export nach Microsoft Excel

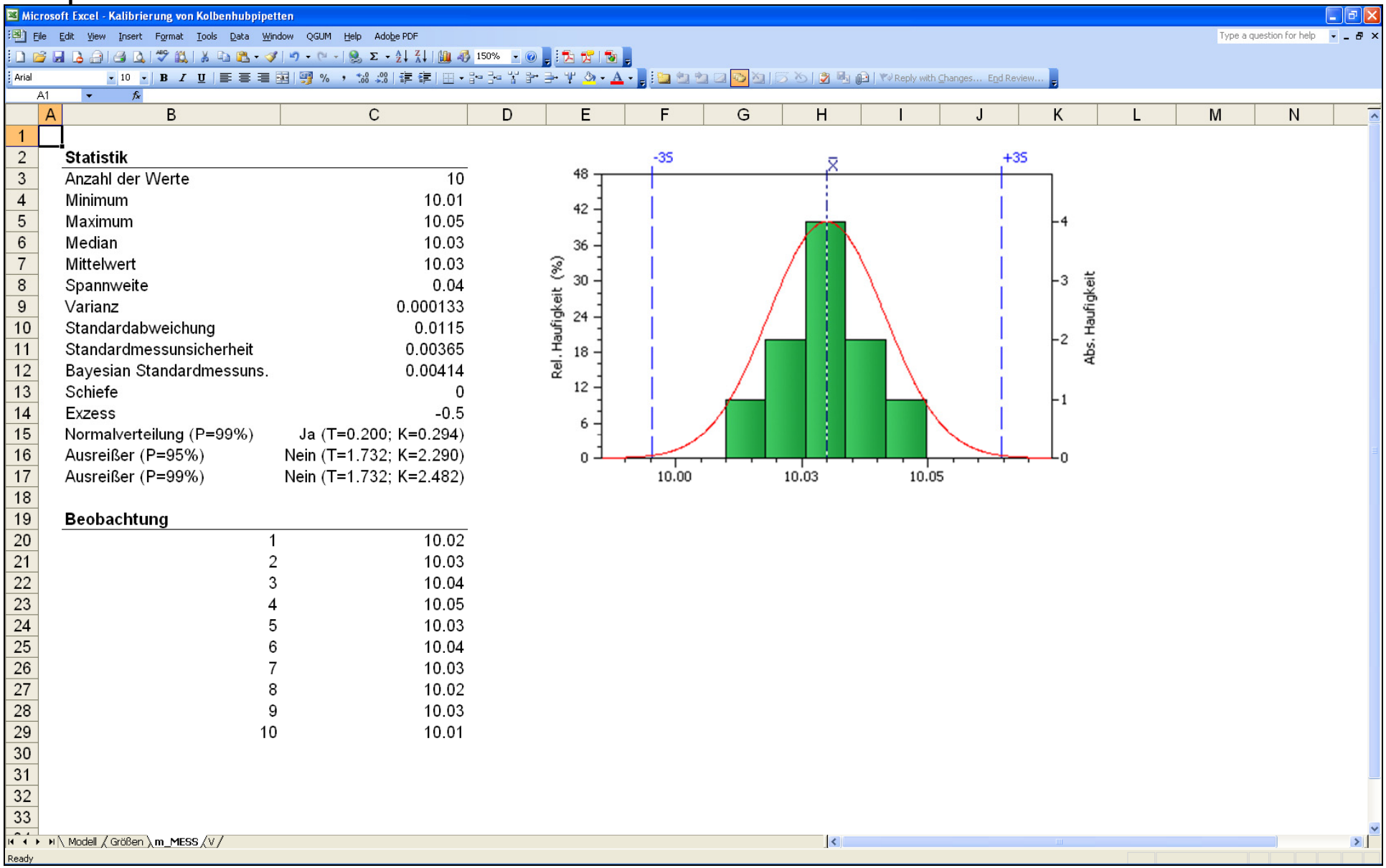


- Export nach Microsoft Excel

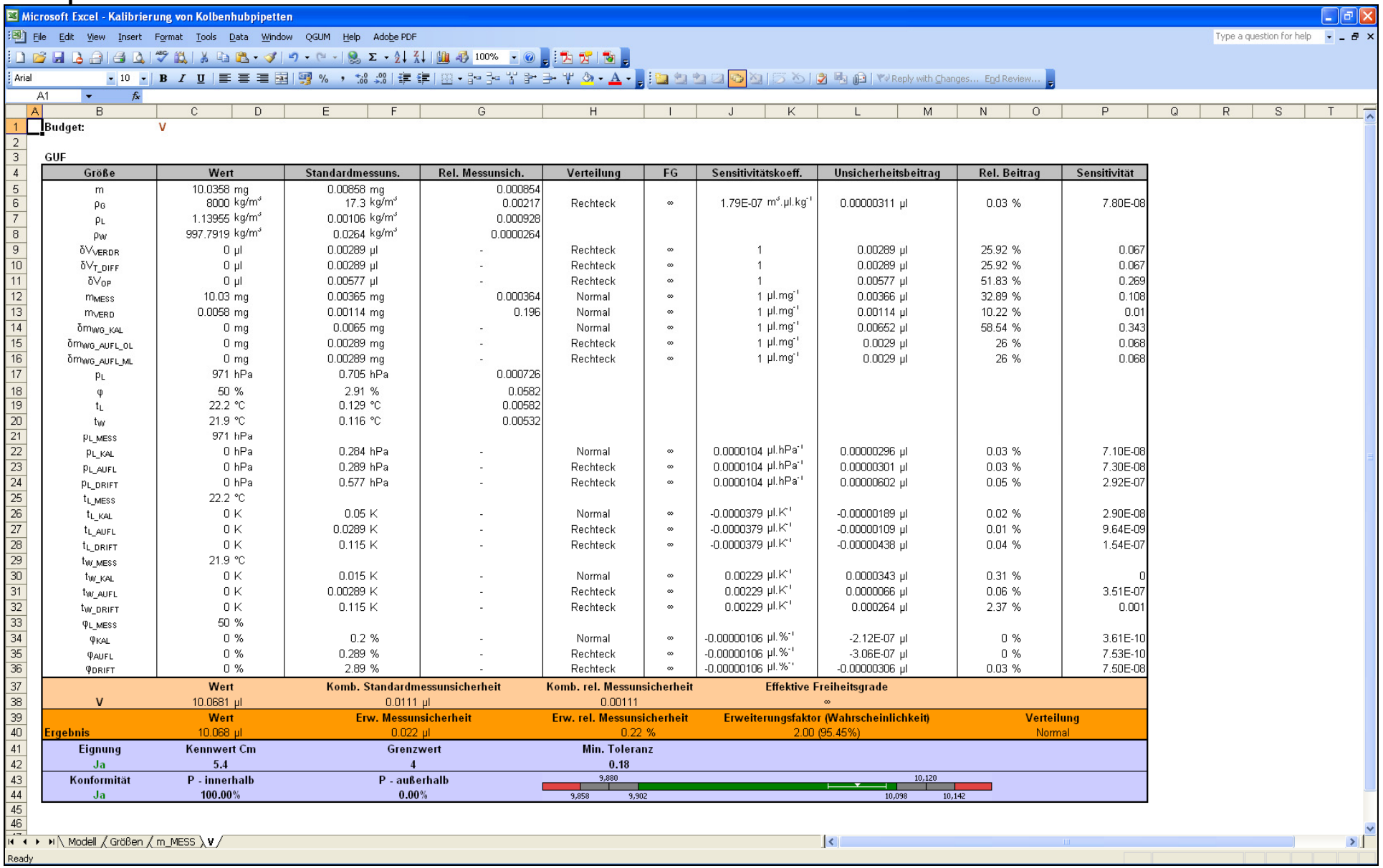


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		**Größe**	**Beschreibung**									
2		**V**	Typ	Ergebnis								
3			Einh.	µl								
4			Uns. Einheit	µl								
5			Faktor		1							
6			Format	Absolut und relativ in %								
7			Verteilung	Normalverteilung								
8			Überdeckungswahrsch. (%)		95.45							
9			Eignungsnachweis	Ja								
10			Toleranz oder Verteilungsintervall		0.24							
11			Eignungskennwert-Grenzwert	Cm (JCGM 106) - 4								
12			Konformitätsbewertung	Ja								
13			Toleranzart	Zweiseitig								
14			Untere Spezifikationsgrenze		9.88							
15			Obere Spezifikationsgrenze		10.12							
16			Regel	Strenge Annahme - strenge Ablehnung								
17		**m**	Typ	Zwischenergebnis								
18			Einh.	mg								
19			Uns. Einheit	mg								
20			Faktor		1							
21		**ρ_G**	Typ	Typ B								
22			Einh.	kg/m^3								
23			Uns. Einheit	kg/m^3								
24			Faktor		1							
25			Schätzwert der Messunsicherheit	Wahrscheinlichkeitsverteilung								
26			Verteilung	Rechteck								
27			Wert		8000 kg/m^3							
28			Halbbreite der Grenzen		30 kg/m^3							
29			Rel. Unsicherheitsfehler		0							
30		**ρ_L**	Typ	Zwischenergebnis								
31			Einh.	kg/m^3								
32			Uns. Einheit	kg/m^3								

- Export nach Microsoft Excel



- Export nach Microsoft Excel



Microsoft Excel - Kalibrierung von Kolbenhubpipetten

File Edit View Insert Format Tools Data Window QGUM Help Adobe PDF

Budget: V

GUF

Größe	Wert	Standardmessuns.	Rel. Messunsich.	Verteilung	FG	Sensitivitätskoeff.	Unsicherheitsbeitrag	Rel. Beitrag	Sensitivität
m	10.0358 mg	0.00858 mg	0.000854						
ρ_G	8000 kg/m³	17.3 kg/m³	0.00217	Rechteck	∞	1.79E-07 m³.µl.kg⁻¹	0.00000311 µl	0.03 %	7.80E-08
ρ_L	1.13955 kg/m³	0.00106 kg/m³	0.000928						
ρ_W	997.7919 kg/m³	0.0264 kg/m³	0.0000264						
δV_{VERDR}	0 µl	0.00289 µl	-	Rechteck	∞	1	0.00289 µl	25.92 %	0.067
δV_{T_DIFF}	0 µl	0.00289 µl	-	Rechteck	∞	1	0.00289 µl	25.92 %	0.067
δV_{OP}	0 µl	0.00577 µl	-	Rechteck	∞	1	0.00577 µl	51.83 %	0.269
m_{MESS}	10.03 mg	0.00365 mg	0.000364	Normal	∞	1 µl.mg⁻¹	0.00366 µl	32.89 %	0.108
m_{VERD}	0.0058 mg	0.00114 mg	0.196	Normal	∞	1 µl.mg⁻¹	0.00114 µl	10.22 %	0.01
δm_{WG_KAL}	0 mg	0.0065 mg	-	Normal	∞	1 µl.mg⁻¹	0.00652 µl	58.54 %	0.343
$\delta m_{WG_AUFL_OL}$	0 mg	0.00289 mg	-	Rechteck	∞	1 µl.mg⁻¹	0.0029 µl	26 %	0.068
$\delta m_{WG_AUFL_ML}$	0 mg	0.00289 mg	-	Rechteck	∞	1 µl.mg⁻¹	0.0029 µl	26 %	0.068
p_L	971 hPa	0.705 hPa	0.000726						
φ	50 %	2.91 %	0.0582						
t_L	22.2 °C	0.129 °C	0.00582						
t_W	21.9 °C	0.116 °C	0.00532						
p_{L_MESS}	971 hPa								
p_{L_KAL}	0 hPa	0.284 hPa	-	Normal	∞	0.0000104 µl.hPa⁻¹	0.00000296 µl	0.03 %	7.10E-08
p_{L_AUFL}	0 hPa	0.289 hPa	-	Rechteck	∞	0.0000104 µl.hPa⁻¹	0.00000301 µl	0.03 %	7.30E-08
p_{L_DRIFT}	0 hPa	0.577 hPa	-	Rechteck	∞	0.0000104 µl.hPa⁻¹	0.00000602 µl	0.05 %	2.92E-07
t_{L_MESS}	22.2 °C								
t_{L_KAL}	0 K	0.05 K	-	Normal	∞	-0.0000379 µl.K⁻¹	-0.00000189 µl	0.02 %	2.90E-08
t_{L_AUFL}	0 K	0.0289 K	-	Rechteck	∞	-0.0000379 µl.K⁻¹	-0.00000109 µl	0.01 %	9.64E-09
t_{L_DRIFT}	0 K	0.115 K	-	Rechteck	∞	-0.0000379 µl.K⁻¹	-0.00000438 µl	0.04 %	1.54E-07
t_{W_MESS}	21.9 °C								
t_{W_KAL}	0 K	0.015 K	-	Normal	∞	0.00229 µl.K⁻¹	0.0000343 µl	0.31 %	0
t_{W_AUFL}	0 K	0.00289 K	-	Rechteck	∞	0.00229 µl.K⁻¹	0.0000066 µl	0.06 %	3.51E-07
t_{W_DRIFT}	0 K	0.115 K	-	Rechteck	∞	0.00229 µl.K⁻¹	0.000264 µl	2.37 %	0.001
φ_{L_MESS}	50 %								
φ_{KAL}	0 %	0.2 %	-	Normal	∞	-0.00000106 µl.%⁻¹	-2.12E-07 µl	0 %	3.61E-10
φ_{AUFL}	0 %	0.289 %	-	Rechteck	∞	-0.00000106 µl.%⁻¹	-3.06E-07 µl	0 %	7.53E-10
φ_{DRIFT}	0 %	2.89 %	-	Rechteck	∞	-0.00000106 µl.%⁻¹	-0.00000306 µl	0.03 %	7.50E-08

	Wert	Komb. Standardmessunsicherheit	Komb. rel. Messunsicherheit	Effektive Freiheitsgrade
V	10.0681 µl	0.0111 µl	0.00111	∞

	Wert	Erw. Messunsicherheit	Erw. rel. Messunsicherheit	Erweiterungsfaktor (Wahrscheinlichkeit)	Verteilung
Ergebnis	10.068 µl	0.022 µl	0.22 %	2.00 (95.45%)	Normal

Eignung	Kennwert Cm	Grenzwert	Min. Toleranz
Ja	5.4	4	0.18

Konformität	P - innerhalb	P - außerhalb
Ja	100.00%	0.00%

9,880 10,120
9,858 9,902 10,098 10,142

Modell / Größen / m_MESS / V

Ready

Microsoft Excel Add-In QMSys GUMX

Schlüsselfunktionen

- selbstständige Software für die Berechnung der Messunsicherheit in Microsoft Excel
- Basiert auf die Modelldateien, entwickelt mit der Software GUM Enterprise / Professional
- Lesen der Daten zu den Eingangsgrößen aus den aktuellen Excel Datei
- Funktionen zur Berechnung der Messunsicherheit, identisch mit den Methoden in der Software GUM Enterprise / Professional
- automatisches Importieren der berechneten Ergebnisse über codierte Einträge in der gleichen Excel Datei
- Eintragen der Codierungen in die Zellen oder in die Kommentarfelder der Zellen
- Import der Auswertung der Eingangsgrößen vom Typ A und der Ergebnisgrößen

Kalibrierung in mehreren Messpunkten

- Berechnung der Messunsicherheit für unbegrenzte Anzahl von Messpunkten
- Anwendung von einer Modelldatei für nur einen Messpunkt
- vereinfacht das Modellieren des Messprozesses
- Definieren von Zellenbereichen in der Excel Datei und Zuordnung zu den entsprechenden Einganggrößen in der Modelldatei
- Eintragen der Codierungen der berechneten Ergebnisse nur für den ersten Messpunkt
- Ergebnisse können spaltenweise oder zeilenweise importiert werden

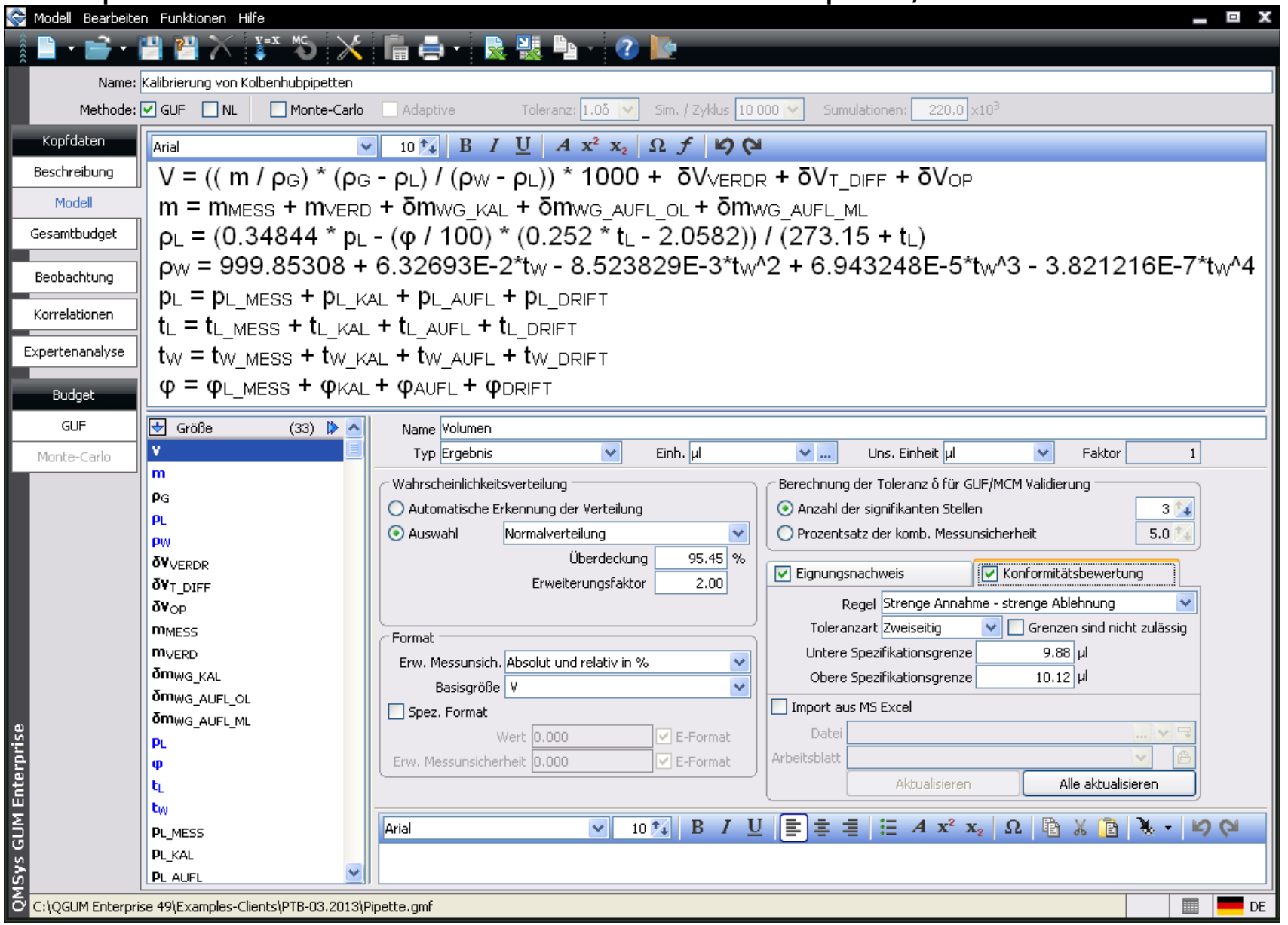
QMSys Metrology software

Importdaten der Eingangsgrößen vom Typ A und der Ergebnisgrößen

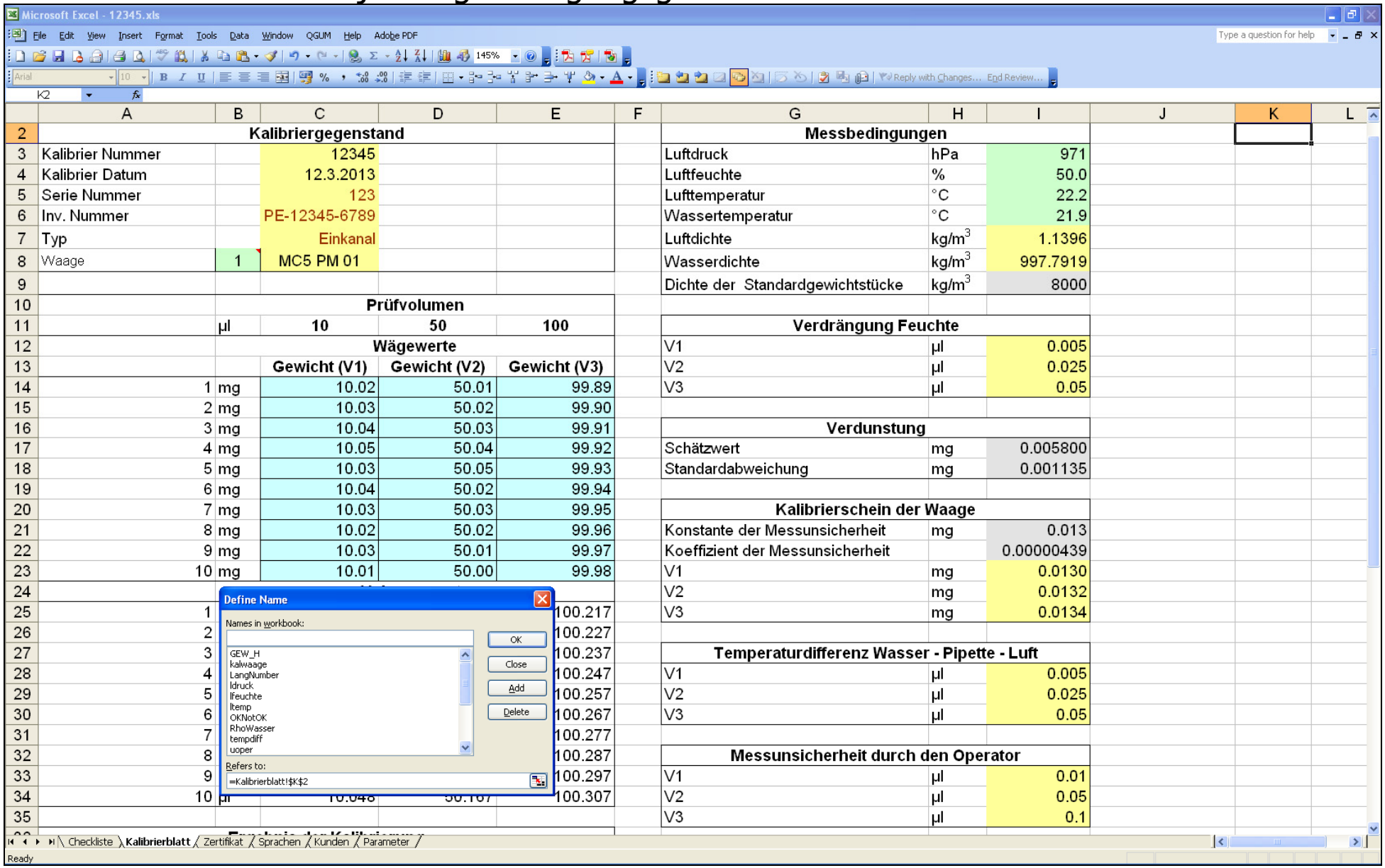
Typ A Eingangsgrößen	Ergebnisgrößen
Größe	Größe
Anzahl der Werte	Schätzwert
Minimum	Kombinierte Standardmessunsicherheit
Maximum	Wahrscheinlichkeitsverteilung
Median	Erweiterungsfaktor
Mittelwert	Überdeckungswahrscheinlichkeit
Spannweite	Erweiterte absolute Messunsicherheit
Varianz	Erweiterte relative Messunsicherheit
Standardabweichung	Untere Intervallgrenze
Standardmessunsicherheit	Obere Intervallgrenze
Bayesian Standardmessunsicherheit	Eignung (Text oder Code)
Schiefe	Eignungskennwert
Exzess	Eignungsgrenzwert
Test auf Normalverteilung (P=99%)	Minimale Toleranz
Ausreißertest (P=95%)	Konformität
Ausreißertest (P=99%)	P-innerhalb / außerhalb
	Untere und obere Spezifikationsgrenze

Anwendung des MS Excel Add-In QMSys GUMX bei der Pipetten-Kalibrierung

- Erstellen einer Modelldatei für die Berechnung der Messunsicherheit bei der Kalibrierung von Pipetten mit der Software Editionen GUM Enterprise / Professional



- Erstellen einer Excel Datei mit der Daten der Eingangsgrößen, Definieren von Zellenbereichen für die jeweiligen Eingangsgrößen



Microsoft Excel - 12345.xls

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	Kalibriergegenstand						Messbedingungen					
3	Kalibrier Nummer		12345				Luftdruck	hPa	971			
4	Kalibrier Datum		12.3.2013				Luftfeuchte	%	50.0			
5	Serie Nummer		123				Lufttemperatur	°C	22.2			
6	Inv. Nummer		PE-12345-6789				Wassertemperatur	°C	21.9			
7	Typ		Einkanal				Luftdichte	kg/m³	1.1396			
8	Waage	1	MC5 PM 01				Wasserdichte	kg/m³	997.7919			
9							Dichte der Standardgewichtstücke	kg/m³	8000			
10		Prüfvolumen										
11		µl	10	50	100		Verdrängung Feuchte					
12		Wägewerte					V1	µl	0.005			
13			Gewicht (V1)	Gewicht (V2)	Gewicht (V3)		V2	µl	0.025			
14	1	mg	10.02	50.01	99.89		V3	µl	0.05			
15	2	mg	10.03	50.02	99.90							
16	3	mg	10.04	50.03	99.91		Verdunstung					
17	4	mg	10.05	50.04	99.92		Schätzwert	mg	0.005800			
18	5	mg	10.03	50.05	99.93		Standardabweichung	mg	0.001135			
19	6	mg	10.04	50.02	99.94							
20	7	mg	10.03	50.03	99.95		Kalibrierschein der Waage					
21	8	mg	10.02	50.02	99.96		Konstante der Messunsicherheit	mg	0.013			
22	9	mg	10.03	50.01	99.97		Koeffizient der Messunsicherheit		0.00000439			
23	10	mg	10.01	50.00	99.98		V1	mg	0.0130			
24							V2	mg	0.0132			
25	1				100.217		V3	mg	0.0134			
26	2				100.227							
27	3				100.237		Temperaturdifferenz Wasser - Pipette - Luft					
28	4				100.247		V1	µl	0.005			
29	5				100.257		V2	µl	0.025			
30	6				100.267		V3	µl	0.05			
31	7				100.277							
32	8				100.287		Messunsicherheit durch den Operator					
33	9				100.297		V1	µl	0.01			
34	10	µl	10.048	50.167	100.307		V2	µl	0.05			
35							V3	µl	0.1			

Define Name

Names in workbook:

GEW_H
kalwaage
LangNumber
ldruck
lfeuchte
ltemp
OKNotOK
RhoWasser
tempdiff
uoper

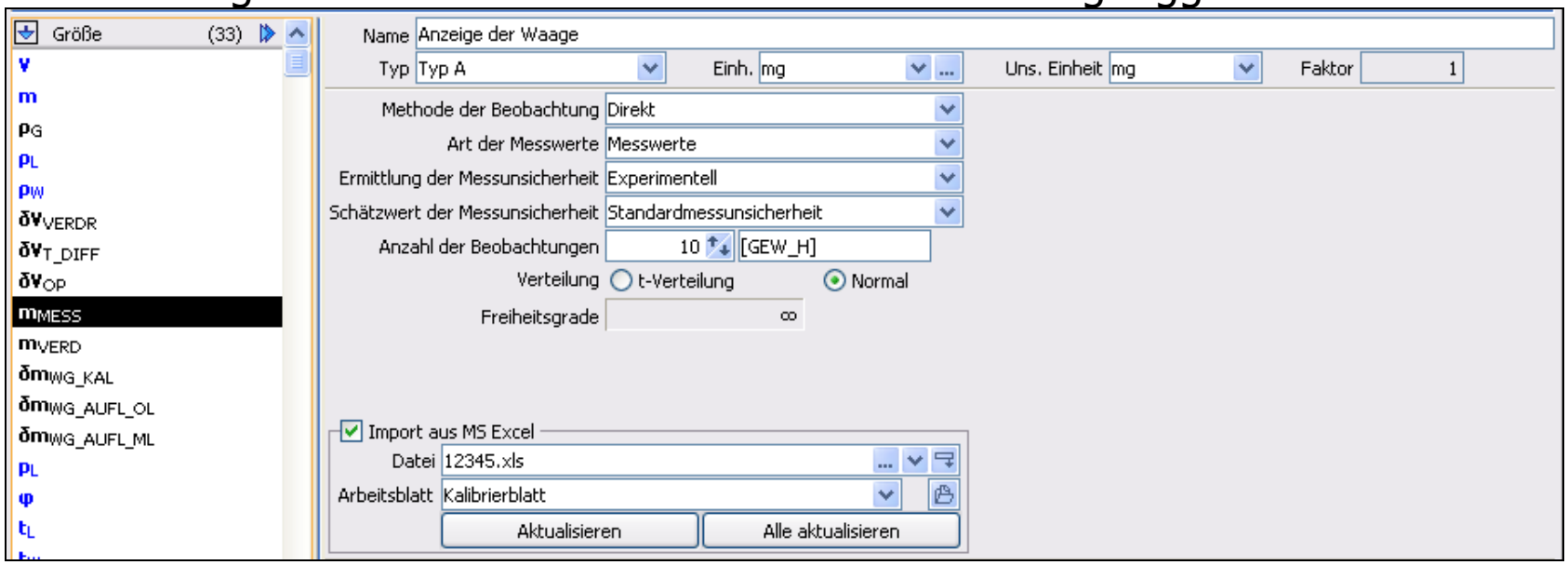
OK | Close | Add | Delete

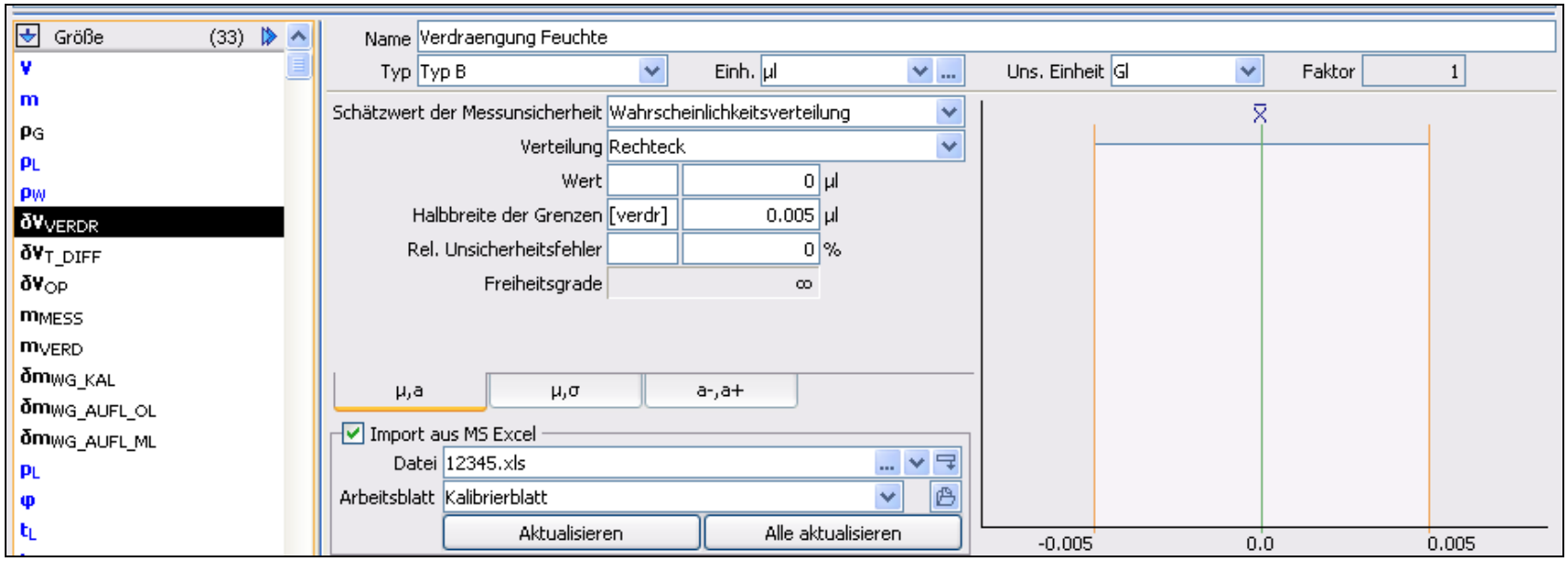
Refers to: =Kalibrierblatt!K2

Checkliste | Kalibrierblatt | Zertifikat | Sprachen | Kunden | Parameter

Ready

- Zuordnung der Namen der Zellenbereiche zu den Eingangsgrößen in der Modelldatei





- Verknüpfen der Modelldatei zu der Excel Datei

- Eintragen der Codierungen der Berechnungsergebnisse für das erste Prüfvolumen

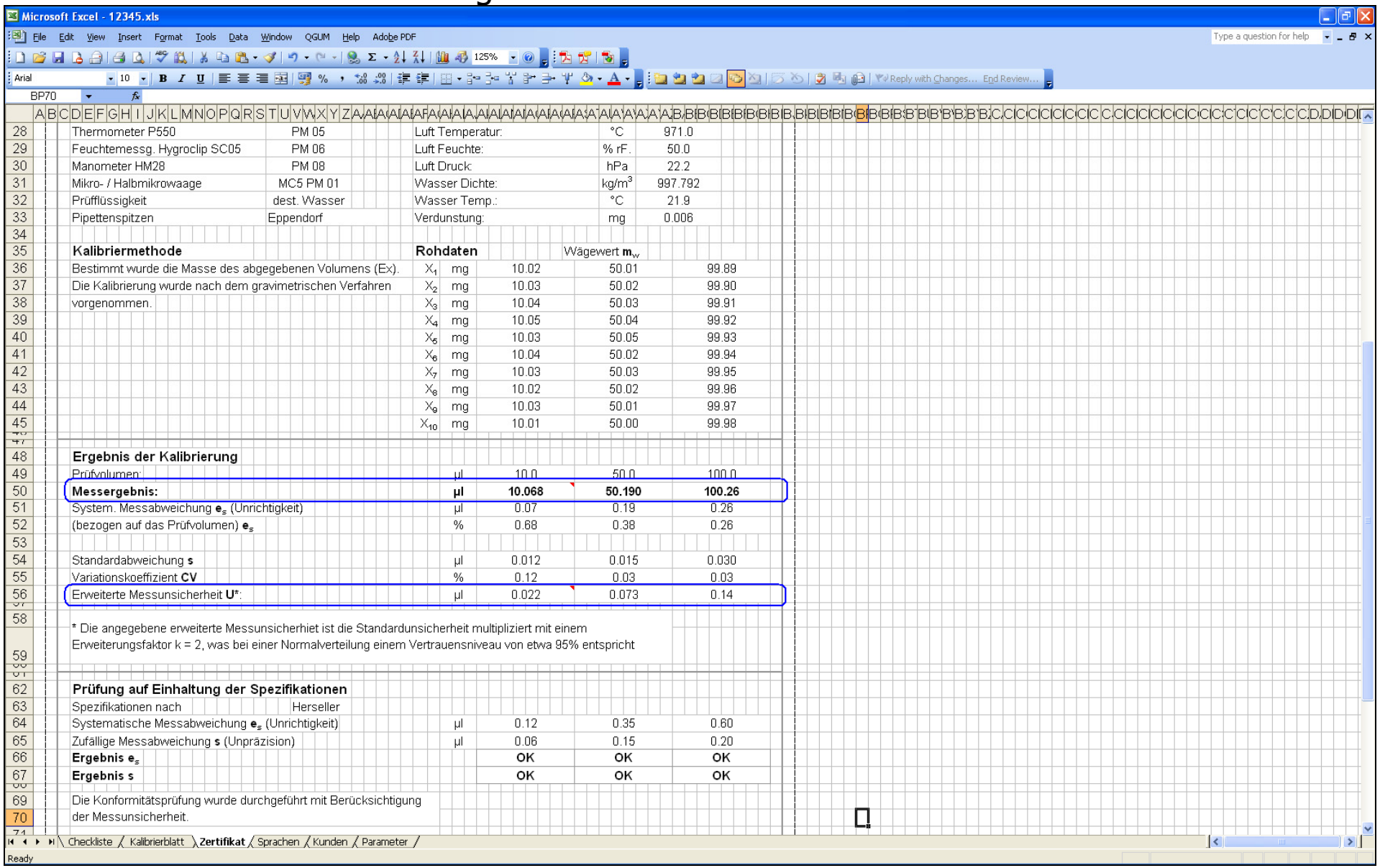
48	**Ergebnis der Kalibrierung**				
49	Prüfvolumen:	µl	10.0		
50	**Messergebnis:**	**µl**			
51	System. Messabweichung e_s (Unrichtigkeit)	µl	0.07		
52	(bezogen auf das Prüfvolumen) e_s	%	0.68		
53					
54	Standardabweichung **s**	µl	0.012	0.015	0.030
55	Variationskoeffizient **CV**	%	0.12	0.03	0.03
56	Erweiterte Messunsicherheit **U***:	µl			

$G02I01H#

55	Variationskoeffizient **CV**	%	0.12		
56	Erweiterte Messunsicherheit **U***:	µl			
58					
	* Die angegebene erweiterte Messunsicherhiet ist die Standardunsicherheit multipliziert mit eine				
59	Erweiterungsfaktor k = 2, was bei einer Normalverteilung einem Vertrauensniveau von etwa 95%				

$G07I01H#

- Die eingestellte Excel Datei wird für mehrmalige Datenrefassung, Berechnung der Messunsicherheit und Erstellung des Kalibrierzertifikats verwendet.



Microsoft Excel - 12345.xls

Thermometer P550	PM 05	Luft Temperatur:	°C	971.0		
Feuchtemessg. Hygroclip SC05	PM 06	Luft Feuchte:	% rF.	50.0		
Manometer HM28	PM 08	Luft Druck:	hPa	22.2		
Mikro- / Halbmikrowaage	MC5 PM 01	Wasser Dichte:	kg/m³	997.792		
Prüfflüssigkeit	dest. Wasser	Wasser Temp.:	°C	21.9		
Pipettenspitzen	Eppendorf	Verdunstung:	mg	0.006		

Kalibriermethode	**Rohdaten**		Wägewert m_w		
Bestimmt wurde die Masse des abgegebenen Volumens (Ex).	X_1	mg	10.02	50.01	99.89
Die Kalibrierung wurde nach dem gravimetrischen Verfahren	X_2	mg	10.03	50.02	99.90
vorgenommen.	X_3	mg	10.04	50.03	99.91
	X_4	mg	10.05	50.04	99.92
	X_5	mg	10.03	50.05	99.93
	X_6	mg	10.04	50.02	99.94
	X_7	mg	10.03	50.03	99.95
	X_8	mg	10.02	50.02	99.96
	X_9	mg	10.03	50.01	99.97
	X_{10}	mg	10.01	50.00	99.98

Ergebnis der Kalibrierung				
Prüfvolumen:	µl	10.0	50.0	100.0
Messergebnis:	**µl**	**10.068**	**50.190**	**100.26**
System. Messabweichung e_s (Unrichtigkeit)	µl	0.07	0.19	0.26
(bezogen auf das Prüfvolumen) e_s	%	0.68	0.38	0.26
Standardabweichung **s**	µl	0.012	0.015	0.030
Variationskoeffizient **CV**	%	0.12	0.03	0.03
Erweiterte Messunsicherheit **U***:	µl	0.022	0.073	0.14

* Die angegebene erweiterte Messunsicherhiet ist die Standardunsicherheit multipliziert mit einem Erweiterungsfaktor k = 2, was bei einer Normalverteilung einem Vertrauensniveau von etwa 95% entspricht

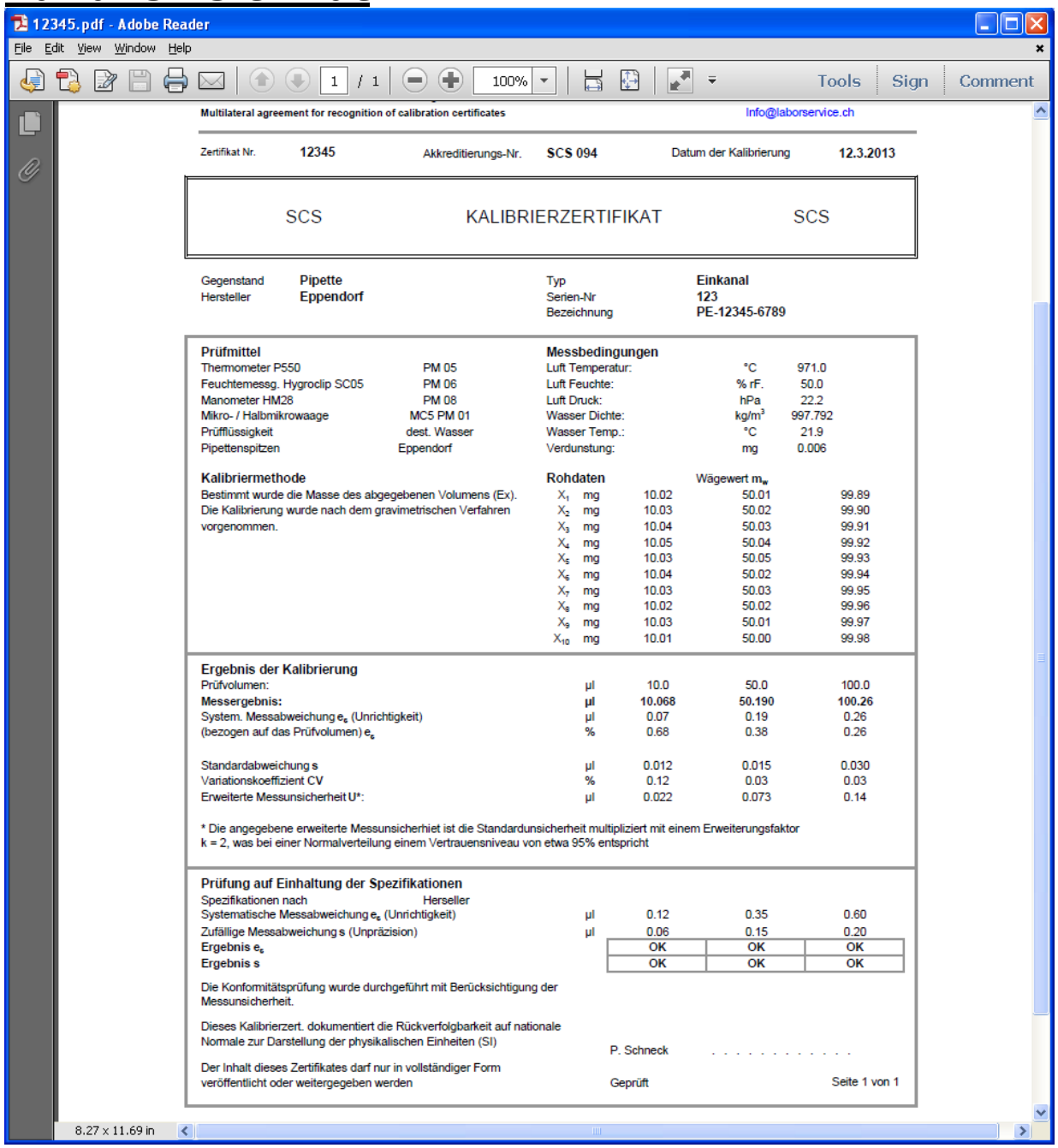
Prüfung auf Einhaltung der Spezifikationen				
Spezifikationen nach	Herseller			
Systematische Messabweichung e_s (Unrichtigkeit)	µl	0.12	0.35	0.60
Zufällige Messabweichung **s** (Unpräzision)	µl	0.08	0.15	0.20
Ergebnis e_s		**OK**	**OK**	**OK**
Ergebnis s		**OK**	**OK**	**OK**

Die Konformitätsprüfung wurde durchgeführt mit Berücksichtigung der Messunsicherheit.

Checkliste / Kalibrierblatt / **Zertifikat** / Sprachen / Kunden / Parameter

Ready

Kalibrierzertifikat



12345.pdf - Adobe Reader

File Edit View Window Help

1 / 1 100% Tools Sign Comment

Multilateral agreement for recognition of calibration certificates info@laborservice.ch

Zertifikat Nr. **12345** Akkreditierungs-Nr. **SCS 094** Datum der Kalibrierung **12.3.2013**

SCS KALIBRIERZERTIFIKAT SCS

Gegenstand **Pipette** Typ **Einkanal**
Hersteller **Eppendorf** Serien-Nr **123**
Bezeichnung **PE-12345-6789**

Prüfmittel

Thermometer P550	PM 05
Feuchtemessg. Hygroclip SC05	PM 06
Manometer HM28	PM 08
Mikro- / Halbmikrowaage	MC5 PM 01
Prüfflüssigkeit	dest. Wasser
Pipettenspitzen	Eppendorf

Messbedingungen

Luft Temperatur:	°C	971.0
Luft Feuchte:	% rF.	50.0
Luft Druck:	hPa	22.2
Wasser Dichte:	kg/m³	997.792
Wasser Temp.:	°C	21.9
Verdunstung:	mg	0.006

Kalibriermethode

Bestimmt wurde die Masse des abgegebenen Volumens (Ex). Die Kalibrierung wurde nach dem gravimetrischen Verfahren vorgenommen.

Rohdaten

			Wägewert m_w	
X_1	mg	10.02	50.01	99.89
X_2	mg	10.03	50.02	99.90
X_3	mg	10.04	50.03	99.91
X_4	mg	10.05	50.04	99.92
X_5	mg	10.03	50.05	99.93
X_6	mg	10.04	50.02	99.94
X_7	mg	10.03	50.03	99.95
X_8	mg	10.02	50.02	99.96
X_9	mg	10.03	50.01	99.97
X_{10}	mg	10.01	50.00	99.98

Ergebnis der Kalibrierung

Prüfvolumen:	µl	10.0	50.0	100.0
Messergebnis:	**µl**	**10.068**	**50.190**	**100.26**
System. Messabweichung e_s (Unrichtigkeit)	µl	0.07	0.19	0.26
(bezogen auf das Prüfvolumen) e_s	%	0.68	0.38	0.26
Standardabweichung s	µl	0.012	0.015	0.030
Variationskoeffizient CV	%	0.12	0.03	0.03
Erweiterte Messunsicherheit U*:	µl	0.022	0.073	0.14

* Die angegebene erweiterte Messunsicherhiet ist die Standardunsicherheit multipliziert mit einem Erweiterungsfaktor k = 2, was bei einer Normalverteilung einem Vertrauensniveau von etwa 95% entspricht

Prüfung auf Einhaltung der Spezifikationen

Spezifikationen nach		Herseller		
Systematische Messabweichung e_s (Unrichtigkeit)	µl	0.12	0.35	0.60
Zufällige Messabweichung s (Unpräzision)	µl	0.06	0.15	0.20
Ergebnis e_s		OK	OK	OK
Ergebnis s		OK	OK	OK

Die Konformitätsprüfung wurde durchgeführt mit Berücksichtigung der Messunsicherheit.

Dieses Kalibrierzert. dokumentiert die Rückverfolgbarkeit auf nationale Normale zur Darstellung der physikalischen Einheiten (SI)

P. Schneck . . . . . .

Der Inhalt dieses Zertifikates darf nur in vollständiger Form veröffentlicht oder weitergegeben werden

Geprüft Seite 1 von 1

8.27 x 11.69 in

Vorteile der Anwendung der Software QGUMX

- selbstständige Software für die Berechnung der Messunsicherheit in Microsoft Excel
- Ergebnisse werden durch validierte Messmodelle gewonnen, entwickelt mit der Software Editionen GUM Enterprise / Professional
- universelle und flexible Lösung, die problemlos in der Laborpraxis integriert wird
- kundenspezifische Excel Vorlagen und Zertifikate, die der Benutzer mit der Standardsoftware Microsoft Excel selbst erstellen oder anpassen kann
- genaue und plausible Berechnung der Messunsicherheit für alle Prüfvolumen
- kleinere Messunsicherheiten für das mittlere bzw. untere Prüfvolumen

	Nennvolumen 100 ml	Prüfvolumen 50 ml	Prüfvolumen 10 ml
Berechnung nach DKD-R 8-1	0.14 µl	0.11 µl (75 %)	0.070 µl (50 %)
Berechnung mit GUM Software	0.14 µl	0.073 µl (52 %)	0.022 µl (16 %)

Nach DKD-R 8-1 berechnet sich die erweiterte Messunsicherheit für das mittlere bzw. untere Prüfvolumen zu 75 % bzw. 50 % der erweiterten Messunsicherheit des Nennvolumens.

- größere Übereinstimmungsbereiche und kleinere Messunsicherheitsbereiche für die Konformitätsbewertung der Kalibrierergebnisse
- besser Eignungskennwert des Kalibrierprozesses über alle Prüfvolumen
- besser Leistungsumfang zu einem günstigeren Preis im Vergleich mit anderer Software für Messunsicherheitsberechnung, basierend auf Microsoft Excel.