

Beispiel eines Prüfberichts zur schnellen Dichtebestimmung am Beispiel Käse

Die Probe wird einfach auf ein Draht gepinnt und sofort gemessen. Weil sich die Probe durch das Wasser verändert – der Käse quillt in reinem Wasser – wird auf den Zeitpunkt 0 extrapoliert. Mehr als einen Wert zu messen ist sinnvoll, um die Unsicherheit des Ergebnisses korrekt einschätzen zu können.



IMETER V.5.5 rev.59

automatic Report (958426L16312B), IMETER / MSB Breitwieser

ID N° 15868 - Density of Solids

Title: **Gouda, mittelalt**

Remarks:

Gouda Holland g.g.A. 48% Fett i. Tr., am Stück, mittelalt. Min. 16 Wochen gereift. 100g: 31.9g Fett, davon 19.5g gesättigt, Eiweiß 26.6g, Salz 2.13g. Mhd 07-02- Milbona

Result: $\rho_{24,9^{\circ}\text{C}} = 1,0709 \pm 0,0001 \text{ g/cm}^3$
Käse Gouda, Mittelalt measured in 'Wasser' (calibration transfer)

Report

Messprinzip: Die Dichtebestimmung beruht auf der Messung von Masse und Volumen. Die Volumenbestimmung erfolgt dabei durch die hydrostatische Methode als Auftriebswägung. Diese basiert darauf, dass ein in einer Flüssigkeit untertauchender Körper um so viel leichter erscheint, wie die seinem Volumen entsprechende Flüssigkeitsmenge wiegt. Die Dichte der Flüssigkeit, hier Wasser, muss sehr genau bekannt sein. Sie ist der Maßstab. Die Bestimmung der Masse erfordert außerdem die Kenntnis des Volumens, damit der Luftauftrieb korrigiert werden kann. In dieser Messung wurde das Volumen fünf Mal gemessen. Und indem das Probenvolumen bei gleichbleibender Temperatur mehrfach bestimmt wurde, können zeitliche Effekte beobachtet werden. Die Sicherheit der Ergebnisse wird aus der Analyse der Messunsicherheiten der Einflussgrößen hergeleitet. Zu den Faktoren gehören Spezifikationen und Zustand der Instrumentierung, die Bestimmtheit der Flüssigkeitsdichte und die in der Messung beobachtete Stabilität der Kraft- und Temperaturmessung. Angaben dazu finden Sie in jeweiligen Abschnitten dieses Prüfberichts.

❖ Ermittelte Probandaten - Käse Gouda, Mittelalt

- Angaben für $\vartheta = 24,87 \pm 0,005^{\circ}\text{C}$, Luftdichte bei der Probenwägung $\rho_a = 1,1358 \pm 0,0011 \text{ kg/m}^3$ -

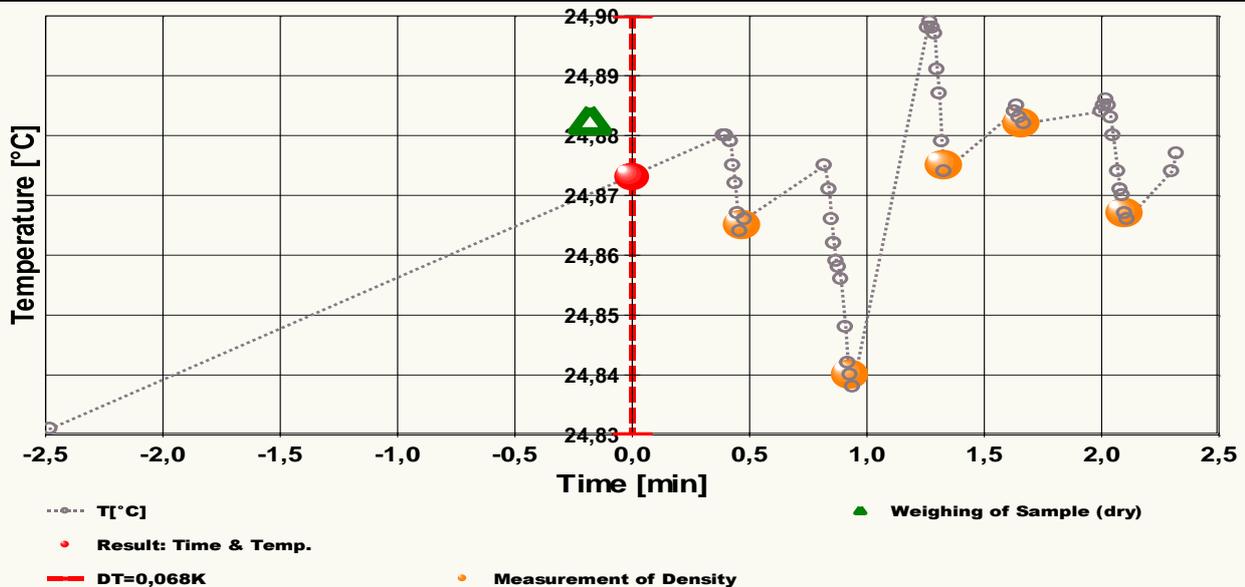
Dichte bzw. Rohdichte	ρ	1,07094	$\pm 0,00012$	g/cm^3	0,11‰
Probenvolumen	V	17,470	$\pm 0,0028$	cm^3	0,16‰
scheinbare Masse	m	18,7091	$\pm 0,00150$	g	82 ppm
Wägewert, Probengewicht	W	18,69186	$\pm 0,00150$	g	
relative Dichte	ρ_4^{ϑ}	1,07097	---	ρ_{20}^{ϑ}	1,07286
spezifisches Volumen	v_s	0,933759	cm^3/g		
- Weitere Stoff- und Körpermaßeinheiten zu $\rho_a = 1.20 \text{ kg/m}^3$ und $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ -					
konventioneller Wägewert	W_k	18,69094	g		
Gewichtskraft	G	183,3581	mN	183,2955 p	
Wichte, spez. Gewicht	γ	10,5059	N/cm^3	10,5023 p/cm ³	

Die Aufstellung gibt Materialeigenschaften zusammen mit individuellen Probandaten aus. Die Messunsicherheiten sind mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ angegeben (Details dazu finden Sie bitte weiter unten in diesem Prüfbericht). Die (Roh-)Dichte ist näherungsweise für den unbenetzten Zustand berechnet. Die Angabe der Masse als 'scheinbare Masse' drückt die Problematik aus, die sich hier aus ungefüllten neben unzugänglichen Hohlräumen im Probenmaterial ergibt. Mit dem 'Wägewert' wird der Gewichtswert angegeben, den die Waage unter der angegebenen Luftdichte anzeigt. Der Unterschied von Wägewert und Masse vergrößert sich mit der Luftdichte umso stärker, je mehr die Dichte der Probe von der Dichte des Justiergewichts der Waage abweicht. Die Masse dieser Probe ist also um 17 mg größer als der Wägewert angibt; materialbezogen beträgt der Unterschied bei der vorliegenden Luftdichte rund 0,9‰. Für die Angabe des 'konventionellen Wägewertes', der 'Gewichtskraft' und der 'Wichte' $\gamma = \rho/g/9.80665$ ('Pond': $1 \text{ p} = 9.80665 \text{ mN}$) wurde die Probenmasse mit der Standardluftdichte und -fallbeschleunigung umgerechnet. Die dimensionslose 'relative Dichte' (=Dichtezahl) ist bezogen auf Wasser bei 4°C ($\rho = 0.999975 \text{ g/cm}^3$) und 20°C ($\rho = 0.998207 \text{ g/cm}^3$). Sie ist als verlässliche Vergleichsgrößenangabe zu älteren Quellen hilfreich. Das spezifische Volumen ist die reziproke Dichte ('wie viele Milliliter ergeben ein Gramm (Masse)'). Die Dichte in der Einheit 'Unces per cubic Inch' (Unzen pro Kubikzoll) beträgt $0,619043 \text{ oz/in}^3$. Im Folgenden erhalten Sie Beschreibungen zu den Einzelheiten der durchgeführten Messung.

❖ Fünf Dichtemesswerte

Gesamtdauer der Aufzeichnungen in der Messung zwei Minuten; Temperaturänderung im Bereich von 24,8 bis 24,9°C.

(1) Diagramm 'T(t)' - zur Temperatur im Verlauf der Messung:



Im Diagramm "T(t)" wird eine Übersicht zum zeitlichen Verlauf der Vorgänge und der dabei gemessenen Temperatur gezeigt. Bedeutung der eingezeichneten Symbole: Die Kreismarkierungen zeigen die Temperaturmessungen an, die kugelförmigen Marken stehen für Zeitpunkt und Temperaturzuordnung von Auftriebsmesswerten. Ein Dreieck-Symbol am Anfang stellt den Zeitpunkt der Wägung der Probe dar. Zeitpunkt und Temperatur der Ergebnisangabe werden durch eine Kugel markiert. Die Temperaturspanne in der Messung wird durch die senkrechte gestrichelte Baste angezeigt.

Der Bezugszeitpunkt 'Null' (t^0) wurde durch das erste Untertauchen der Probe auf 2,5 Minuten nach dem Start des Messprogramms getriggert.

Das ausgegebene Messergebnis der Dichte wurde aus der Regressionsgleichung über den zeitlichen Verlauf der fünf Einzelergebnisse durch Extrapolation zum Zeitpunkt 0,1 Sekunden erhalten. Grundlage ist die Gleichung:

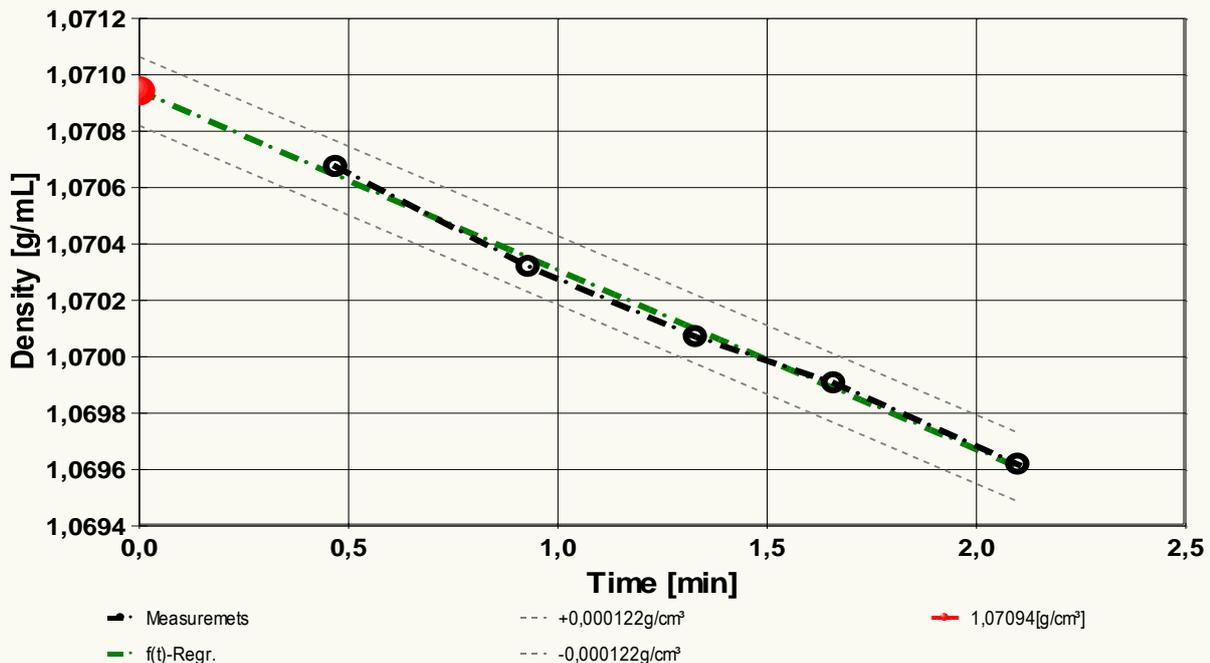
$$\rho(t) = f(t[\text{min}]) = 1,07094 - 6,35076 \cdot 10^{-4} \cdot t \quad (\text{Gl.1})$$

Die Bestimmtheit der Gleichung ist, gemäß Korrelationskoeffizient $r^2=0,9952$, einigermaßen gut. Die Standardabweichung σ_ρ der Gleichung beträgt $2,8 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3$ und die Standardabweichung des Mittelwertes σ_{M_ρ} $1,3 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3$. Die empirische Streuung σ_ρ ist kleiner als die erweiterte Standardmessunsicherheit U_ρ $4,6 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3$.

Zusatz: über den Zeitpunkt t^0 des ersten Flüssigkeitskontaktes liegt die Unsicherheitsangabe $u(t^0)=4,8$ Sekunden vor. Sie führt nach Verschiebungen der Abszissenwerte und analogen Ausgleichsrechnungen zu den Intervallgrenzen $1,07089 \leq \rho_{(0,1 \text{ s})} \leq 1,07099$ und damit zur Unsicherheit $0,00008 \text{ g/cm}^3$ (71 ppm), die in vollem Umfang der kombinierten Messunsicherheit für die Ergebnisangabe zugeschlagen wurde.

Um saugfähige Stoffe vergleichen zu können, bedarf die Kontaktzeit von Probe und Fluid dieser besonderen Behandlung und der Beachtung einer zusätzlichen Einflussgröße zur Messunsicherheit.

(2) Diagramm 'Density - Time' - Dichtemesswerte in zeitlicher Reihenfolge:



Im Diagramm "Density - Time" sind die einzelnen Messwerte als Kreissymbole in zeitlicher Sequenz abgebildet. Um die Ausgleichsfunktion bzw. die Messwerte ist der Unsicherheitsbereich in Form gestrichelter Linien eingezeichnet. Bei isothermen Bedingungen und längeren Messzyklen können

nach dem Modell: $\rho_{\text{Probe}} = (W_2 \cdot \rho_a - W_1 \cdot \rho_{\text{Fl}}) / (W_2 - W_1)$ (Gl.3)

i	X _i	x _i	u(x _i)	c _i		c _i ·u(x _i) [g/cm ³]	v _i	
1	W ₁	g	18,69186	7,62·10 ⁻⁴	-4,14·10 ⁻³	1/cm ³	-3,16·10 ⁻⁶	∞
2	W ₂	g	1,2631	2,70·10 ⁻⁴	0,0613	1/cm ³	1,66·10 ⁻⁵	4
3	ρ _a	g/cm ³	0,0011358	1,10·10 ⁻⁶	-0,0725	---	-7,97·10 ⁻⁸	∞
4	ρ _{Fl}	g/cm ³	0,9978784	7,65·10 ⁻⁶	1,07	---	8,20·10 ⁻⁶	9
Y	ρ _{Probe}	g/cm ³	1,07011	$u(y) = \sqrt{(\sum c_i \cdot u(x_i))^2} =$			1,88·10 ⁻⁵	v _{eff} = 6

Angabe der erweiterten Messunsicherheit U_ρ aus der kombinierten Standardmessunsicherheit (u_ρ 1,88·10⁻⁵ g/cm³) mit dem Erweiterungsfaktor k₉₅ = 2,45. Die Werte der Probendichte liegen in der Regel mit einer angehäuerten Wahrscheinlichkeit von 95% im Überdeckungsintervall ±4,6·10⁻⁵ g/cm³ bzw. im Bereich ±43 ppm des Messwertes. (Die Unsicherheit des Ergebnisses wird durch u(t°) um den Betrag 0,000076 g/cm³ vergrößert)

Die verwendeten Symbole entsprechen der Nomenklatur des 'GUM' (JCGM 100:2008). Die aufgeführten Eingangsgrößen werden als normalverteilt behandelt. Es bedeuten W₁ das Symbol für die Zufallsvariable X₁, des Wägewerts der Probe; ihr Wert beträgt x₁ g mit der beigeordneten Standardunsicherheit u₁(x). Der Sensitivitätskoeffizient c_i wird aus der partiellen Ableitung der Modellgleichung (Gl.3) nach X₁ mit der Variablen x₁ berechnet. Die Wurzel der summierten Varianzen u_c liefert die kombinierte Standardmessunsicherheit der Feststoffdichte (Y ρ_{Probe}). W₂ steht für die Auftriebswägungen in der Flüssigkeit. Für die Berechnung von x₂ wird der Mittelwert der Wägungen eingesetzt. Die Standardunsicherheit u₂(x) wird aus der Messunsicherheit der Waage und Unsicherheit der bei der Auftriebswägung aufgezeichneten Schwankungen der Auftriebskraft bestimmt. Die Anzahl der separaten Auftriebswägungen legt die Angabe der Freiheitsgrade v₂ fest (Anzahl - 1 = 4). Die Eingangswerte x₁ und u₁(x) für das Probengewicht W₁ wurden im Messablauf bestimmt; weitere Einzelheiten sind in den folgenden Abschnitten angegeben. Das Zeichen ρ_a steht für die Luftdichte; ihr zugehöriger Größenwert x₃ und u₃(x) wurde zur Messung angegeben. Das Symbol ρ_{Fl} steht für die Dichte der Messflüssigkeit. Der für ρ_{Fl} in x₄ eingesetzte Wert ist der Mittelwert der Flüssigkeitsdichteangaben, wobei u₄(x) aus der Unsicherheit der Referenzgleichung stammt bzw. empirisch aus zuvor und/oder danach durchgeführten Messungen der Fluidichte übernommen wurde. Die Zahl der effektiven Freiheitsgrade (v_{eff}) wird nach der Welch-Satterthwaite-Formel berechnet und angegeben. Sie hat dementsprechend Auswirkung auf den Wert des Erweiterungsfaktors k zur Intervallangabe der Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95% und 99%. Ergänzung hierzu: Für k₉₉ wird der Faktor 3,71 erhalten; Dichtewerte liegen mit nahe 99%iger Wahrscheinlichkeit im Überdeckungsintervall ±7,0·10⁻⁵ g/cm³.

Messunsicherheit der Masse - gemäß der Grundgleichung:

$$m_{\text{Probe}} = W_1 \cdot (1 - \rho_a / \rho_{\text{cal}}) / (1 - \rho_a / \rho_{\text{Probe}}) \quad (\text{Gl.4})$$

i	X _i	x _i	u(x _i)	c _i		c _i ·u(x _i) [g]	v _i	
1	W ₁	g	18,6919	7,62·10 ⁻⁴	1,00	---	7,63·10 ⁻⁴	-
2	ρ _a	g/cm ³	0,0011358	1,10·10 ⁻⁶	15,2	cm ³	1,67·10 ⁻⁵	-
3	ρ _{cal}	g/cm ³	8,000	8·10 ⁻³	3,32·10 ⁻⁴	cm ³	2,66·10 ⁻⁶	-
4	ρ _{Probe}	g/cm ³	1,07011	1,88·10 ⁻⁵	-0,0186	cm ³	-3,49·10 ⁻⁷	-
Y	m _{Probe}	g	18,7091	$u(y) = \sqrt{(\sum c_i \cdot u(x_i))^2} =$			7,63·10 ⁻⁴	v _{eff} -

Angabe der erweiterten Messunsicherheit mit dem Erweiterungsfaktor k = 2. Die Masse der Probe m_{Probe} wird zu 18,7091 ±1,5·10⁻³ g bestimmt. Die relative Messunsicherheit beträgt 82 ppm.

Die Standardmessunsicherheit von ρ_{Probe} ist die kombinierte Standardmessunsicherheit der Dichtemessung im vorigen Abschnitt. Das Symbol ρ_{cal} steht für die Dichte des Kalibriergewichtes der Waage.

Messunsicherheit des Volumens - über das Verhältnis: $V_{\text{Probe}} = m_{\text{Probe}} / \rho_{\text{Probe}}$

$$u(V_{\text{Probe}}) = \sqrt{(u(m_{\text{Probe}}) / \rho_{\text{Probe}})^2 + (-m_{\text{Probe}} \cdot u(\rho_{\text{Probe}}) / \rho_{\text{Probe}}^2)^2} = 0,00078 \text{ cm}^3 \quad (\text{Gl.5})$$

Die erweiterte Messunsicherheit des Probenvolumens wird mit dem Erweiterungsfaktor k = 2 angegeben, sie beträgt 0,00155 cm³ bzw. relativ 89 ppm.

Die Standardmessunsicherheit der Probenmasse u(m_{Probe}) ist die kombinierte Standardmessunsicherheit der Massebestimmung im vorigen Abschnitt.

❖ Zur Dichte der Messflüssigkeit

Messflüssigkeit 'Wasser': experimentell vor- und nachbestimmt in Messung IDN°15862 und 15869. Durch die so erfolgte Übertragung, sind die hier gemessenen Werte der Probendichte an das Dichtemessnormal Ref.N°35 von der Flüssigkeitsdichtebestimmung angeschlossen. Die Flüssigkeitsdichte ρ_{Fl} wurde gemäß folgender Bestimmungsgleichung zur jeweiligen Temperatur ϑ berechnet:

$$\rho_{\text{Fl}} = f(\vartheta[^\circ\text{C}]) = ((6.5592063\text{E-}05 \cdot \vartheta^5 - 1.1225639\text{E-}02 \cdot \vartheta^4 + 1.0026530 \cdot \vartheta^3 - 90.968893 \cdot \vartheta^2 + 679.48991 \cdot \vartheta + 9998425.9) / 1\text{E}7) + 0,0008 \quad (\text{Gl.6})$$

Beiträge zur Unsicherheit der Flüssigkeitsdichte u(ρ_{Fl}) wurden aus 10 Einzelmesswerten der Flüssigkeitsdichte bezogen (u(ρ_{L,Equ.}) = 7,27·10⁻⁶ g/cm³) sowie aus der Messunsicherheit der Temperatur (u(ρ_{L,Temp.}) = 2,36·10⁻⁶ g/cm³) bestimmt und belaufen sich damit auf 7,65·10⁻⁶ g/cm³.

Die Übertragung der Kalibrierung ermöglicht durch den exakt ausgemessenen Flüssigkeitsdichtemesskörper ein maximales Sicherheitsniveau des Maßstabs zu erreichen - die Flüssigkeit ist beliebig. Probenmessungen und die Bestimmung der Messflüssigkeitsdichte erfolgen (normalerweise) im gleichen Flüssigkeitsgefäß und zeitnah unter vergleichbaren Umgebungsbedingungen. Die Bestimmungsgleichung der Originalflüssigkeit wird wiedergegeben, dabei wird über die angehängte Konstante der 'Offset' zwischen Soll- und Istwert herausgestellt. Die Unsicherheit der Flüssigkeitsdichte wird durch die Präzision der Temperaturangabe wesentlich mitbestimmt. Neben der vom System vorgegebenen Messunsicherheit der Temperatur (0,0051 K) wird die während der Messung registrierte Schwankung von (0,0109 K) berücksichtigt.

❖ Probenhandhabung und Messtechnik

Die Gewichtsbestimmung der Probe zu 18,69186 g erfolgte auf dem System am Beginn des Messablaufs; die Messunsicherheit wurde aus den Umständen der Wägung zu 0,762 mg bestimmt. Der Auftrieb der Probe wurde unmittelbar und ohne weitere Hilfsmittel bestimmt - der Prüfkörper wurde direkt mit der Kraftleitung verbunden. Ein Korrekturwert zur Berücksichtigung von Meniskuskraft und Suspensionsauftrieb ist im Datenblatt mit dem Betrag 0,1 mg ausgewiesen. Die Unsicherheit des Korrekturwertes trägt mit ±0,05 mg Gewicht zur Unsicherheit des Probenauftriebs bei.

Jedem messtechnischen Größenwert ist ein Unsicherheitsbetrag zugeordnet. Die Unsicherheitsbeiträge sind voneinander unabhängig und wirken sich über die Fortpflanzung der Messunsicherheit (in $u(W_1)$ und $u(W_2)$) in der Unsicherheit der Ergebnisse dieser Messung direkt aus. Nachfolgend sind die Unsicherheitsbeiträge aus Zustands- und Eigenschaftsdaten der Waage zusammengefasst - Messunsicherheit des Probengewichts $u(W_1)$: \Rightarrow Unsicherheitsbeiträge der Probenwägung mit Verteilungsfaktoren: Nullpunkt der Anzeige $u(W\delta_{Zero})=0,10 \text{ mg} / \sqrt{3}$, registrierte Schwankung bei der Ablesung $u(W\Delta_W)=0,76 \text{ mg}$, Linearität der Anzeige $u(W\delta_{Lin})=17 \mu\text{g} / \sqrt{3}$, Justier/Kalibrierreferenz, OIML E2, $u(W\delta_{mcal})=80 \text{ ng} / 2$, Temperaturunterschied bei Wägung und Justierung, 1 ppm pro K, $u(W\Delta_{Tcal})=9,3 \mu\text{g} / \sqrt{3}$, Zeit seit letzter Justierung, 50 $\mu\text{g}/\text{Tag}$, $u(W\Delta_{ical})=17 \mu\text{g} / \sqrt{3}$. - und entsprechende Messunsicherheitsbeiträge bei der Auftriebswägung als Rückkopplung zu $u(W_2) \Rightarrow$ Unsicherheitsbeiträge der Auftriebswägung, kurz: $u(W\delta_{Rep})=50 \mu\text{g} / \sqrt{3}$, $u(W\delta_{Zero})=0,10 \text{ mg} / \sqrt{3}$, $u(W\Delta_W)=0,58 \text{ mg} / \sqrt{5}$, $u(W\delta_{Lin})=1,1 \mu\text{g} / \sqrt{3}$, $u(W\delta_{mcal})=1,2 \mu\text{g} / 2$, $u(W\Delta_{Tcal})=0,63 \mu\text{g} / \sqrt{3}$, $u(W\Delta_{ical})=17 \mu\text{g} / \sqrt{3}$.

Die Tabelle unten zeigt die besten Treffer in der Datenbank und deren prozentuale Abweichung zum Dichtemesswert. Einige der Referenzeinträge sind mit Zusatzinformationen versehen. Bei Mineralien werden oft die Mohs-Härte 'MH', Strichfarbe 'SF', metallischer/nichtmetallischer Glanz 'mG/nmG' und andere Angaben ausgegeben. .

Vergleichstabelle

--- REFERENZ -----	g/cm ³ -----	ABWEICHUNG -----	INFO -----
1. Gouda (Käse) ²	1,071 (25°C)	+56 ppm	Gouda, mittelalt. ID15868
2. Emmentaler (Käse) ²	1,075 (25°C)	+3,8‰	Emmentaler vgl. ID15865
3. Gruyère (Käse) ²	1,08 (20°C)	+0,85%	Gruyère Käse. ID15860
4. PPO, mod. ²	1,06	-1,0%	Polyphenylenether, Glastemperatur 215 °C
5. Bergkäse ²	1,084 (25°C)	+1,2%	Österr. Bergkäse. ID15867
6. ABS ²	1,05	-2,0%	
7. Bitumen ²	1,05	-2,0%	
8. SAN ²	1,03	-3,8%	
9. Rohmontanwachs ²	1,011 (25°C)	-5,6%	Wachs "Rohmontanwachs", Clariant, ID N° 15894

¹Wert für 24,9°C berechnet, ²tabellierter Referenzwert. Stoffdaten nur aus dem Referenzdatenbestand

Die Liste wird in fallender Reihenfolge der Übereinstimmung aus den besten Treffern in den Einträgen der Referenzdatenbank generiert. Die Vergleichsdaten werden in der Präzision der jeweiligen Eintragsangabe formatiert und die relative Abweichung zum Angabewert der Messung angegeben.

Programm

Data created during execution of the IMPro "Lance_Method1", type 9/34. IMPro finished as projected.

Prüfmittel

Das Wägesystem (WZA224) wurde 8,3 Stunden vor dieser Messung von M. Breitwieser justiert.

IMETER ID23903733: Technische Daten: Auflösung des Wägesystems 0,1 mg, Messunsicherheit (Linearität) 0,2 mg, Dichte der Justiermasse ρ_{cal} 8,000 g/cm³, Luftdichte ρ_a 1,1358 kg/m³; Schwerebeschleunigung g 9,80769 m/sec². Pt100-Temperaturmessung: Auflösung 0,001[K], Messunsicherheit $\pm 0,0051$ [K], R° 100,0018[Ohm], AutoCal 30[min] (BN³, -10/150°C, 4S, FS15, Offset: -0,0214). Die Messauflösung der sekundären Temperaturmessung beträgt 0,01 K, die Unsicherheit 0,03 K. Akquisitions-Softwareversion IMETER 7.1.10, LizenzN° *3037-4759*, Windows 6.2-Betriebssystem auf PC Ser.N°6995684 (C, SSD).



„Der automatische Bericht präsentiert die Datenlage und führt eine (Vor-)Interpretation aus. Die Tabellendaten sind in Spalten Tab-separiert und können somit sehr einfach z.B. in Excel weiteranalysiert werden.

Jeder, der Messreihen zusammenfasst, forscht, auswertet, QS-Statistiken führt etc., kennt den Fall, dass manche Werte nicht ins Bild passen. Ausreißer? Die Dokumentation von Messungen, wie sie IMETER bietet, erlaubt es, sehr viel später noch die Plausibilität zu überprüfen. Das spart Zeit, Geld und Nerven, gibt Sicherheit und fördert Entdeckungen.



Messtechnik - intelligent! nachhaltig! Zusammengefasst!

- ◆ [Feststoff- und Flüssigkeitsdichte](#), [Ausdehnungskoeffizienten](#)
- ◆ [Grenz-, Oberflächenspannung und Kontaktwinkel](#)
- ◆ [Viskosität, Rheologie, DiVA, Konsistenz, Textur](#)
- ◆ [Porosität, Sorptivität, Oberflächenenergie](#) u.v.a.
- ◆ [freie und spezifische Automationen](#)

©2017 IMETER/MSB Breitwieser MessSysteme
Verantwortung: Michael Breitwieser,
Morellstrasse 4, D-86159 Augsburg
Tel. (+49/0)821/706450, Fax (0)821/7473489
www.imeter.de

IMETER - DIENSTLEISTUNGEN
 Probieren Sie's einfach einmal!

