



©2006 imeter/MSB Breitwieser
MessSysteme
Tel. (+49)(0)821/706450
<http://www.imeter.de>
imeter Anwendungen

Messung der *Feststoffdichte* Reinheits- und Gehaltsbestimmung

Gold

Der Maßstab bei der Festkörperdichtemessung ist die Dichte der Flüssigkeit, um damit die exakt gemessene Auftriebskraft auf das Probenvolumen zurückzuführen. In diesem Beispiel wird die Messung von kompakten Körpern (Goldbarren) beschreiben. Zur Erhöhung der Sicherheit wird das alternierende Messverfahren für die Gewährleistung des Maßstabs und die Meniskuseliminierung für sicherste Messwerte eingesetzt. Die Reinheits- bzw. Gehaltsbestimmung wird im Bezug auf Beimengung von Silber berechnet.

Als Flüssigkeit wurde Chloroform (technische Qualität) eingesetzt. Es benetzt gut und die relativ hohe Dichte verbessert die Messauflösung. Praktisch wurde so vorgegangen: Eine *Schale*, in die hernach der Barren gelegt wird, wird leer in die Messflüssigkeit eingesetzt und zwar zur Dichtemessung¹ der Flüssigkeit. Dann wird in den Behälter das gewogene Metallstück eingesetzt, dessen Gewicht vom Anwender im Datenformular angegeben wird. Die Schale wird in die Messzelle eingesetzt und wie zuvor, wird automatisch nach Temperaturangleichung, nun die Dichte des Barrens bestimmt. Im Ergebnis wird die Schale, d.h. Masse und Volumen des vormaligen *Messkörpers* eliminiert.

Der Körper kann durch eine nächste Probe ersetzt werden oder die leere Schale wird wieder als Dichtemesskörper verwendet.² Das Verfahren ist wenig aufwendig, denn die Handgriffe und Eingaben sind einfach, kaum der Rede wert; Daten suchen oder rechnen braucht der Anwender nicht und jedweder Fehler fällt unvermeidlich auf - sei er systematischer Natur³ oder zufälligen Charakters⁴. Falls eventuell das Gewicht der Probe per Tippfehler falsch angegeben wurde, kann dies jederzeit korrigiert werden. Es kann jedoch auch ein Ablaufmodell (*Messprogramm*) eingesetzt werden, innerhalb dessen das Probengewicht bestimmt wird.

Softwareseitig wird das Verfahren auch im Bezug auf vollautomatische Messungen unterstützt.

Diesem Anwendungsbeispiel ist der zur Messung automatisch erzeugte *imeter*-Prüfbericht beigelegt. Die relative Ausführlichkeit ergibt sich aus der Forderung, dass die Variablen einer Messung dargestellt werden sollen und müssen (GxP). Variabel sind nicht nur die Messdaten selbst und deren Umstände sowie die Eigenschaften der Normale, sondern auch Abläufe und Handhabungen. Dazu verfügt *imeter* einerseits über eine Modellersprache, um Mess- bzw. Steuerungsverfahren zu gestalten („*was soll der Fall sein*“) und andererseits über analytische Fähigkeiten, um zu bewerten, *was der Fall* ist und um darüber in Berichten Rückkopplung zu geben. - *imeter* befreit kostbare Arbeitszeit, indem es nicht nur das Messen/Steuern/Regeln, sondern auch die beurteilungsreife Darstellung und Dokumentation weitgehend automatisiert.

Die Formatierungsvorgaben des Berichts bestimmen Art und Umfang der Informationsdarstellung. – Der Anwender (der Kunde oder wir) können jederzeit in die Lage versetzt werden, die Plausibilität und Validität einer Messung detailliert zu überprüfen.

Der imeter-Prüfbericht auf den folgenden Seiten enthält keine Erläuterungen (Prüfmittelüberwachung, alternative Einheiten u.a.) Bitte finden Sie Erläuterungen und zuschaltbare Features in einigen anderen, der in dieser Reihe gezeigten Beispiele.

¹ Die „Schale“ war *Probe* in einer sorgfältigen Festkörperdichte- und Dilatationsmessung und wurde dadurch ein valider Dichtemesskörper für Flüssigkeiten. Es hätte natürlich auch ein *normaler* Dichtemesskörper verwendet werden können – aber, wozu der Aufwand!

² Es muss nicht streng zwischen Fest/Flüssigkeitsdichte abgewechselt werden. Bei bekannten Probenarten oder wenn eine Kontamination der Flüssigkeit ausgeschlossen werden kann, genügt es, gelegentlich die Flüssigkeitsdichte zu bestimmen. Die imeter-Datenauswertung sucht für die Auswertung die passenden Daten selbst zusammen. Es stört nicht, wenn sich die Temperatur etwas ändert.

³ z.B. die Flüssigkeit verändert sich → eine Dichtestufe erscheint über die Vor- und Nachbestimmte Flüssigkeitsdichte.

⁴ z.B. Gasbläschen → es ergibt sich bei drei Werten schon ein unnatürlicher Trend bzw. eine starke Streuung. (Normalerweise liefern Dichtemessgeräte keine Mittelwerte oder Verläufe, das ist auch ein wichtiger Punkt der Sicherheit).

Die Messung ist technisch bedingt sehr genau: Weil durch die Differenzwägung im Messablauf Driftstörungen beseitigt werden und durch die Eliminierung des *Meniskusgewichts* auch die andere wesentliche Fehlerquelle entfällt, zudem wird die Flüssigkeitsdichte garantiert. So ist die Methode sicher, robust und genau.

Diese Messungen wurden in einem Temperiergefäß mit Deckel ausgeführt (Messzelle), die Flüssigkeit wird dabei mit dem integrierten Magnetrührwerk umgewälzt, um im Fluid eine einheitliche Temperatur zu gewährleisten. Dabei dient ein Ministat -Thermostaten (Peter Huber Kältemaschinenbau GmbH, Offenburg - www.huber-online.com) zur exakten Temperierung.

Messungen laufen selbstverständlich vollautomatisch bis zur Berichtsabgabe durch.
 ... Temperaturangleichung abwarten, umrühren, Probe heben und senken, *Meniskus auslöschen*, gerechte Werte messen, ein paar Mal wiederholen, schließlich das Ergebnis ausgeben:



imeter/MSB, Augsburg am 27.04.06

Feststoffdichte & Gehalt

Titel: Gold
Bemerkung: Standardtest - vor dem Beschicken Goldstück und Schale erwärmt!
Ergebnis: $\rho^{25,01^\circ\text{C}} = 19,273\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, $c_{\text{Gold}} = 99,94\%$ m/m
 gemessen in Chloroform (Kalibrierungsübertragung)

Bericht

• Vergleichsanalyse zu Gold

	Referenzwert	Messung	Abweichung absolut	relativ	Signifikanz
ρ	19,282	19,273	-0,009g·cm ⁻³	0,5‰	4

• Gehalt

	% m/m	% v/v	absolut [g]
Gold	99,94	99,90	49,9727
Silber	0,06	0,10	0,0279

Die Gehaltsbestimmung basiert auf vorliegenden Datenbankeinträgen und der Angabe zum $\rho_{1/2}$ -Koeffizient:

Gold, ID20216.3: $\rho_1 = f(\zeta[^\circ\text{C}]) = 19.282 - 8.272\text{E-}4 \cdot (\zeta - 25)$

Präzision: drei gültige Dezimalen.

Ref.Anmerkungen: *M 7900. Ts 1064. wLF 0,71. k 14,2. sW 0,031. eLF 45,7. RkT 3,98*.

Silber, ID20549.3: $\rho_2 = f(\zeta[^\circ\text{C}]) = 10.49 - 6.199\text{E-}4 \cdot (\zeta - 20)$

Präzision: zwei gültige Dezimalen.

Ref.Anmerkungen: *M 8160. Ts 960. wLF 1. k 19,7. sW 0,056. eLF 63. RkT 4,1*.

$\rho_{1/2}$ - Koeffizient: nicht gesetzt bzw. Angabe für ideales Verhalten der Mischungsdichte.

Die Berechnung der Reinheit bzw. des Gehalts beruht auf der Beziehung: $\rho_{\text{Ges}} = (m_1 + m_2) / (m_1/\rho_1 + m_2/\rho_2)$. Dabei ist ρ_{Ges} der hier gemessene Dichtewert, dessen Verhältnis in der Summe der Massen ($m_1 + m_2$) und der Volumen ($V = m/\rho$) analysiert wird. Für ρ_1 wird die Dichte der Referenz 'Gold' eingesetzt. Der $\rho_{1/2}$ - Koeffizient, der von "1" kaum sehr verschieden ist und aus ermittelten Dichtewerten der Komponentenmischung dargestellt wird (er ist Konzentrations- und Temperaturabhängig), ist der Zahlenwert, der mit ρ_1 multipliziert wird und Schwund (<1) oder Expansion (>1) durch die Wirkung der Mischung auf die Gesamtdichte ausdrückt. Der Wert '1', wie angegeben, ist für Konglomerate, Lunker, ideale Legierungen annehmbar sowie in der Regel bei geringfügigen Beimengungen.

• Ermittelte Probandaten

Dichte	$\rho = 19,273$	$\pm 0,002$	g/cm ³	0,1‰
Volumen	V = 2,5943	$\pm 0,0002$	cm ³	80ppm
Masse	m = 50,0006	$\pm 0,0002$	g	4ppm
Wägewert	W = 50,0050	$\pm 0,0002$	g	

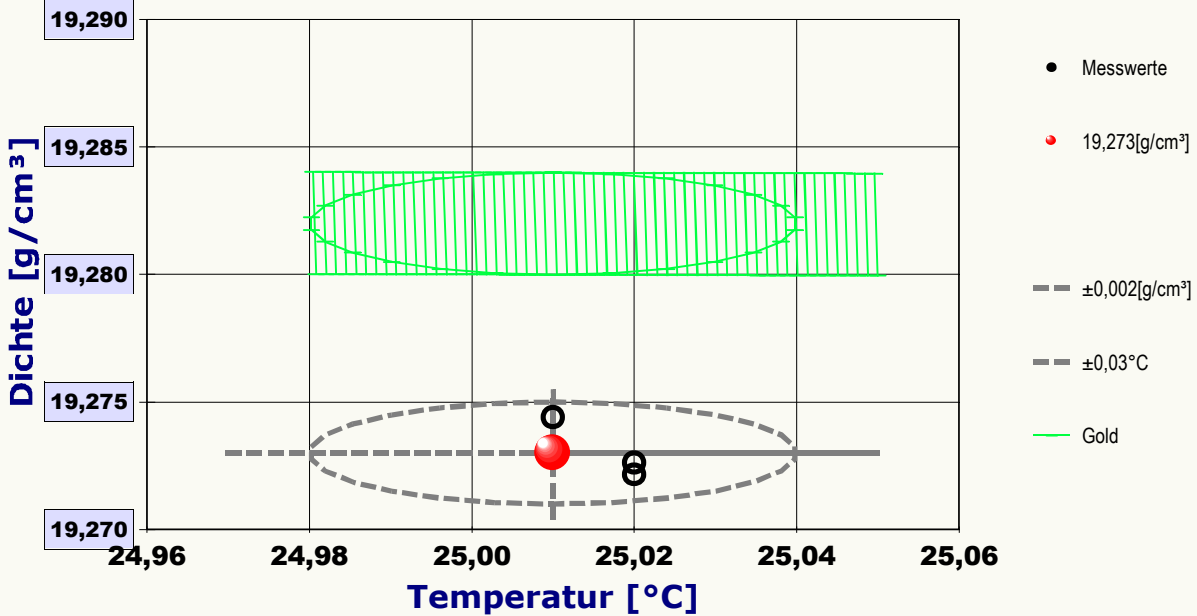
Die Masse der Probe ist um 4,4mg kleiner als der Wägewert; materialbezogen beträgt der Unterschied 90ppm.

Der angegebene Dichtewert wurde aus dem Mittelwert der Einzelergebnisse gebildet. Die Standardabweichung beträgt absolut $9,6 \cdot 10^{-4} \text{g/cm}^3$. Da die Streuung kleiner ist, als die Fehlerschätzung, kann von einer formalen Richtigkeit der Messung ausgegangen werden.

• Drei Dichtemesswerte

Gesamte Dauer 3,9 Minuten; Temperaturverlauf im gesamten Zeitraum nahezu isotherm bei 25,01°C.

Diagramm 'Temperaturabhängigkeit'



Im Diagramm zur Temperatur- und Zeitabhängigkeit ist der Werteverlauf von "Gold" entsprechend der Referenzdaten eingezeichnet. Die für den Prüfkörper berechnete Messunsicherheit wird durch die Breite der Schraffur für den Referenzverlauf als Dichtebereich ausgewiesen. (Die vorhandene Unsicherheit der Referenzangabe wird im Diagramm nicht dargestellt.)

Diagramm 'Dichte-Zeitverlauf'

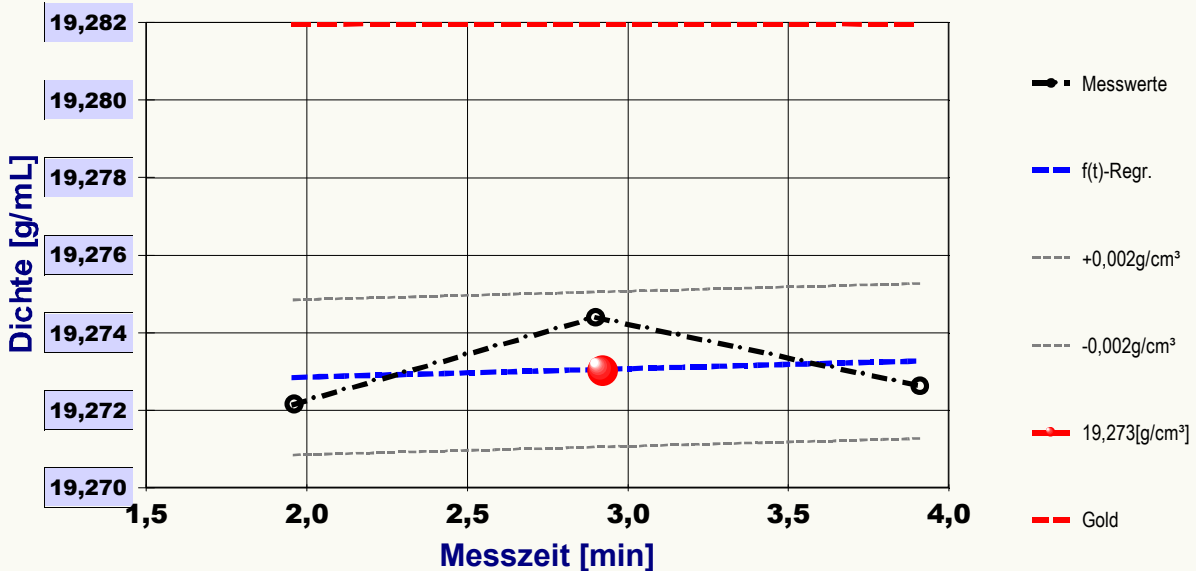


Tabelle der Detaildaten:

N°	Zeit	T	ρ_{Fl}	ρ_{Probe}	V_{Probe}	$\Delta t_{Akqu.}$	ΔT	$\Delta \rho_{Probe}$	N
1.	1,9	25,02	1,46802	19,2722	2,59445	1,2	-	-	2
2.	2,9	25,01	1,46804	19,2744	2,59415	1,2	-	-	2
3.	3,9	25,02	1,46802	19,2726	2,59439	1,2	-	-	2

• Auswertungshinweise

Messflüssigkeit 'Chloroform', experimentell vor- und nachbestimmt in Messung **N°7211 und 7217**. Die Übertragung der Kalibrierung des Flüssigkeitsdichtemesskörpers (ID339) durch das alternierende Messverfahren - bindet die angegebene Dichte automatisch an die Dichte des Messkörpers an. Die Unsicherheit des Zahlenwertes der Flüssigkeitsdichte wurde aus der Messunsicherheit der zugehörigen Flüssigkeitsdichtebestimmung übernommen. Die Flüssigkeitsdichte, $\rho_{Fl.}$, wurde demnach gemäß folgender Bestimmungsgleichung zur Temperatur berechnet:

$$\rho_{Fl.} = f(\zeta[^\circ C]) = (1.4800 - 1.892E-3 \cdot (\zeta - 25)) - 0,01194, \text{ Unsicherheit } \pm 0,00006 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}.$$

Die Übertragung der Kalibrierung ermöglicht mit einem korrekt ausgemessenen Flüssigkeitsdichtemesskörper, ein maximales Sicherheitsniveau des Maßstabs zu erreichen.

• Technik

Einsatz der Prüfkörperaufnahme 'Aluschale [8.23.1]' (ID340). Diese wird mit 29,632g in der Messung untertauchendes Befestigungsmaterial mit der Dichte $2,8561 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ bei 25°C - mit dem kubischen Ausdehnungskoeffizienten $62 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ - berücksichtigt. In der angewandten Patentmethode, dem Meniskuseliminierverfahren, wurde der Aufhängungsquerschnitt mit $0,0314 \text{ mm}^2$ angegeben. Über den Niveau-Unterschied von durchweg 9,236mm zwischen Bezugskraft- und Auftriebskraft-Messung ergibt sich ein Beitrag von $0,29 \text{ mm}^3$ (~Mikroliter), um den der Volumenauftrieb korrigiert wird. Das Gewicht von Prüfkörper und Halterung (gesamt 79,629g) wurde im Datenblatt angegeben.

• Meldungen

Vorsicht! Die Flüssigkeitsdichte weist einen relativen Unterschied von 0,8% zur erwarteten Dichte auf. Dadurch kann der Ausdehnungskoeffizient beeinflusst sein und der Messfehler ist ggf. größer als angegeben.

• Datenbankvergleiche

1. Gold ¹	19,282	0,0%	
2. Wolfram ¹	19,3	0,1%	
3. Rhenium ²	21,02	9,1%	
4. Platin ¹	21,4	11,0%	
5. Platin, analytisch ²	21,46	11,3%	
6. Platin-Iridium(10%) ¹	21,6	12,1%	
7. Tantal ¹	16,6	13,9%	
8. Iridium ¹	22,42	16,3%	
9. Gold 750 (Schmuck) ²	15,3	20,6%	Au750: 14.8 - 15.9g/cm ³
10. Gold 585 (Schmuck) ²	13,9	27,9%	je nach Farbton 13.0 bis 14.4g/cm ³
11. Quecksilber ¹	13,54	29,8%	*M - Ts -38,9. wLF 0,02. k 1823. sW 0,033. eLF 1,06. RkT 1*
12. Hafnium ²	13,29	31,0%	Ts 2150.
13. Rhodium ²	12,41	35,6%	S 1960 kp3700
14. Palladium ²	12,02	37,6%	

¹: Für $25,01^\circ\text{C}$ berechneter Referenzwert, ²: Tabellierter Referenzwert.
(Auswahl nur aus Referenzdaten, Stand 27.04.06)

In diesem Bericht werden nicht alle verfügbaren Diagramme ausgegeben. Sie können die Ausgabe der Grafiken durch Aktivierung der entsprechenden "Checkboxen" (unter der Registerkarte "Optionen") bewirken.

Nicht angezeigte Charts: Das Diagramm 1 "Temperaturverlauf und Ereignisse" zeigt eine Übersicht zum Verlauf der Messung, insbesondere auch, die Temperaturentwicklung und Ereignisse bei der Messung. Diagramme 4 und 5 zu Probenvolumen und prozentualer Dichteänderung werden erst ab vier Messwerten erzeugt.

Berichtseinstellungen - aktivierte Ausgabeeinstellungen: Datenbankvorschläge anzeigen, Detaillierte Ergebnisse, Allgemeine Angaben, Vergleichsanalyse, Bearbeitungshinweise, formatierte Tabellen, Prüfmittelüberwachung, Berichtseinstellungen.

Beschränkte Informationsausgabe durch negierte Optionen: Erläuterungstexte, alternative Einheiten, Zusatzinformationen, Audit-Trail, Online-Protokoll, Status und Ausführungshinweise, Authentifizierungen werden nicht angezeigt.

Prüfmittel

Das Wägesystem (WZ224-CW) wurde 0,3 Stunden vor dieser Messung von imeter bei einem 1-Tage Intervall der Prüfmittelüberwachung justiert. Die letzte vollständige Überprüfung/Justierung der Positioniervorrichtung von **imeter** (ID16405542) erfolgte am 06.01.05. Systemdaten: Auflösung des Wägesystems 0,1mg, Messunsicherheit 0,2mg, Dichte der Justiermasse $8,000 \text{ g/cm}^3$, Luftdichte $1,2 \text{ kg/m}^3$, Umrechnungen von Masse nach Kraft mit dem Wert $9,80769 \text{ m/sec}^2$ für die Fallbeschleunigung^{*}. Die Messauflösung der Temperaturmessung beträgt 0,01K, die Unsicherheit[†] 0,03K. Akquisitions-Softwareversion imeter 4.1.108, LizenzN° *3037-4759*, Windows 5.1-Betriebssystem auf PC Ser.N°143431694 (C, iTop).

<0000007216>

Verifikation

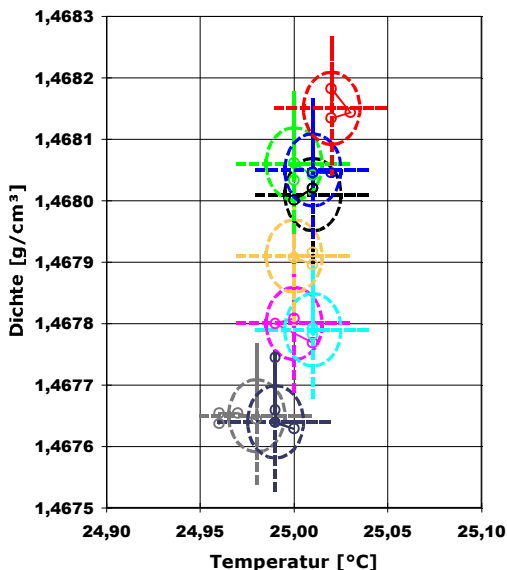


Diagramm: Zur schnellen Überprüfung der Messflüssigkeit, wurden die im Verlauf der Kampagne erhaltenen Flüssigkeitsdichten durch eine Zusammenschau begutachtet⁵. Das Diagramm zeigt, da die Temperatur um ein paar Hundertstel Grad im Verlauf anstieg, die aufeinander folgenden Messergebnisse der Flüssigkeitsdichten schräg übereinander. Die Dichtezunahmen zeigen sich als geringfügig und stetig, obwohl in der Testreihe neben Gold auch Sand, Honig, Gipspulver, Salz, Zinngranulat gemessen wurden.

(Der für die Qualität der Messungen bedeutungslose Dichteanstieg kann auch erklärt werden: und zwar entweder durch einen Verlust eines weniger dichten Stabilisators oder einer anderen spezifisch leichteren, flüchtigen Verunreinigung, oder gar durch Aufkonzentration einer höherdichten Verunreinigung infolge der Verdunstung des Chloroforms (technischer Qualität). Wie auch immer – kein Sprung, kein Problem!)

Dichtemessen mit imeter heißt vereinfacht, aus Temperatur und Dichte der Flüssigkeit (Festkörperdichtemessung) / des Festkörpers (=Flüssigkeitsdichtemessung) die jeweils andere Größe zu erhalten. Wenn *alle drei* Größen

bekannt sind, ergibt die Messung einen exakten Zirkelschluss. Und was Sicherheit und Richtigkeit generell betrifft – auf imeter kann jede Komponente für sich geprüft werden: Die Wägezelle schlicht mit einem zusätzlichen, externen Justiergewicht (möglichst geeicht), das Thermometer in Eiswasser, der Messkörper am Justiergewicht, ... oder insgesamt, indem reines Wasser (oder eine andere als Referenzsubstanz taugliche Flüssigkeit) mit der Dichte- & Dilatationsmessung und mit einem Normalkörper (Messkörper mit exakter Dichte) gemessen wird. Falls Komponenten nicht korrekt funktionieren, fällt dies per Bericht unmittelbar auf. Aufwand und Kosten zum Kalibrieren sind darum sehr gering, und eine Nullpunktsdrift des sensorischen Kerns, der Waage, wird frei jeden Aufwands, *automatisch* ausgeschlossen – zudem, Quarz-, Glas- oder Edelmetallkörper ändern ihre Masse oder Volumen nicht sehr schnell – zumindest nicht in menschlichen Zeitskalen. Verbrauchsmaterial gibt es nicht und Wartungskosten sind sehr gering.

Zurück zur Messung bzw. dem Bericht. Die Auswertung gibt die folgende erklärungsbedürftige Meldung aus⁶:

„Vorsicht! Die Flüssigkeitsdichte weist einen relativen Unterschied von 0,8% zur erwarteten Dichte auf. Dadurch kann der Ausdehnungskoeffizient beeinflusst sein und der Messfehler ist ggf. größer als angegeben.“

Dies ist so zu verstehen, die Auswertung prüft die zeitlich umliegenden Fluidmessungen. Stimmen Zeitrahmen und dass das Fluid namentlich in der Datenbank bekannt ist – und bei der aktuellen Messung *nichts* angegeben ist, (so unterstellt die Software, dass *hier die Dichtedaten einzusetzen sind*“) wird das Fluid mit dem Sollwert verglichen. Dieser weicht hier ab, weil das technische CHCl_3 nicht rein ist⁷, und das muss dem Anwender natürlich mitgeteilt werden. Genauso, dass eine Kalibrierungsübertragung eingesetzt wird. Auch darum der Bericht. Der Anwender muss Rückkopplung und Sicherheit darüber erhalten, ob es die Software auch so interpretiert, wie es gemeint ist. Jedenfalls, es macht doppelt nichts aus, dass die Dichte des Chloroforms abweicht (dies wurde separat geprüft). Der softwaretechnische Aufwand wurde veranstaltet, damit der Anwender nicht gezwungen ist, isotherm zu messen.^{8 9}

Eine genaue Dichtemessung bedeutet für binäre Mischungen auch Genauigkeit in einer Gehaltsbestimmung. Die Präzision wächst automatisch mit dem Probenvolumen und der Flüssigkeitsdichte. Hauptkomponenten bei 99% chromatographisch oder spektroskopisch direkt zu bestimmen, ist ziemlich kompliziert, erst recht bei Konglomeraten und organisch/anorganischen Gemengen. Die Präzision der *imeter*-Dichtemessung übertrifft die

⁵Das Vergleichsdiagramm erhält man auf Knopfdruck, indem die Messungen aus einem Browserfenster *zusammengedrückt* werden.

⁶Wir möchten uns bei den freien Mitdenkern im www herzlich bedanken, die uns durch hilfreiche Hinweise in die Lage versetzt haben, einige Schönheitsfehler der Berichtsausgaben und der logischen Aufbereitung zu korrigieren.

⁷normal sind 0.5 bis 1% Ethanol zur Stabilisierung gegen die Phosgenentwicklung enthalten

⁸Wie kann die Auswertung sagen „Vor- und Nachbestimmt“? Im Jetzt der Messung wird nur der vorige Wert eingesetzt, klar. Sieht man später, nachdem wieder eine Flüssigkeit (gleichen Namens und im Zeitrahmen) gemessen wurde, diese Aufnahme an, dann prüft die Software das ab und mittelt bzw. interpoliert die beiden umliegenden Flüssigkeitsdichtewerte zum Maßstab dieser Messung.

⁹Allgemein sind Automatismen und Handhabungen entgegenkommend, einheitlich und rückkoppelnd. Gerade um auch die zahlreichen anderen imeter-Messtechniken einfach anwendbar zur Verfügung zu stellen. Der Anwender schmachtet nicht in der *Optionenhölle* oder wird mit zahllosen Einstellungen behelligt. Die Kommunikation ist implizit. D.h. die Präzision ergibt sich aus bekannt werdenden Daten; Mittelwerte, Temperatur- oder Zeitabhängigkeiten, Messfehler, ob zur Dilatation Aussagen möglich sind, welche Technik eingesetzt wurde – es ergibt sich.

anderer Methoden in der Regel bei weitem. Wie in der Analytik allgemein, sind Grenzen durch außerhalb der Methode liegende Parameter gesetzt, die abzuklären sind.
 In diesem Fall wäre begleitend sicherzustellen, ist es wirklich *Gold* (z.B. durch Wärmeleitfähigkeit), ist die Hauptverunreinigung Silber, Quecksilber (z.B. Spektralanalyse) oder, ob es Einschlüsse (z.B. Ultraschallprüfung) geben könnte.

Für Quecksilber

Ergebnis: $\rho^{25,01^{\circ}\text{C}} = 19,273\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, $c_{\text{Gold}} = 99,89\%$ m/m

...

• **Gehalt**

		% m/m	% v/v	absolut [g]
Gold	:	99,89	99,84	49,9456
Quecksilber	:	0,11	0,16	0,0550

Die Gehaltsbestimmung basiert auf vorliegenden Datenbankeinträgen und der Angabe zum $\rho_{1/2}$ -Koeffizient:

Gold, ID20216.3: $\rho_1 = f(\zeta[^{\circ}\text{C}]) = 19,282 - 8,272\text{E-}4 \cdot (\zeta - 25)$

Präzision: drei gültige Dezimalen.

Ref.Anmerkungen: *M 7900. Ts 1064. wLF 0,71. k 14,2. sW 0,031. eLF 45,7. RkT 3,98*.

Quecksilber, ID101279.1: $\rho_2 = f(\zeta[^{\circ}\text{C}]) = 13,545848 - 2,4595\text{E-}3 \cdot (\zeta - 20)$

Oder für Einschlüsse (Luft) oder für einen winzigen 5mg-Diamant auf einem schweren Ring

		% m/m	% v/v	absolut [g]
Gold	:	100,00	99,95	50,0006
Luft	:	0,00	0,05	0,0000

...

		% m/m	% v/v	absolut [g]
Gold	:	99,99	99,94	49,9954
Diamant	:	0,01	0,06	0,0052

Selbstverständlich ist um Sachverstand kein umhinkommen. *Nur der Experte für die Messung ist automatisiert.*



imeter intelligenter messen.*

imeter

**und oft auch genauer, schneller, einfacher und umweltfreundlicher.*

imeter

*intelligent, integriert,
 automatisiert -
 physikalische Messtechnik
 verfeinert, kombiniert und
 zusammengefasst -
 ein besseres Messgerät für*

- ♦ Flüssigkeitsdichte
- ♦ Festkörperdichte
- ♦ Oberflächenspannung
- ♦ Viskosität
- ♦ Sedimentation
- ♦ Konsistenz u.A.

*Kreative Freiräume
 einfache Handhabung
 Überlegene Technik*



Weitere Beispiele zur Dichtemessung (Weblink):

http://www.imeter.de/interim/6_DichteFK.htm#Beispiele

Allgemeine Infos zum Thema Dichte & Messung (Weblink):

http://www.imeter.de/interim/2_DichteFL_A.htm

Übersicht zu **imeter** (PDF-Dokument):

<http://www.imeter.de/download/imeter-kompakt.pdf>

Wir setzen imeter auch gerne für Messungen & Auftragsuntersuchungen ein. Warum probieren Sie es nicht einfach aus?

©2006 imeter/MSB Breitwieser MessSysteme

Verantwortung: Michael Breitwieser,

Morellstrasse 6, D-86159 Augsburg

Tel. (+49)0821/706450, Fax 0821/7473489

<http://www.imeter.de>