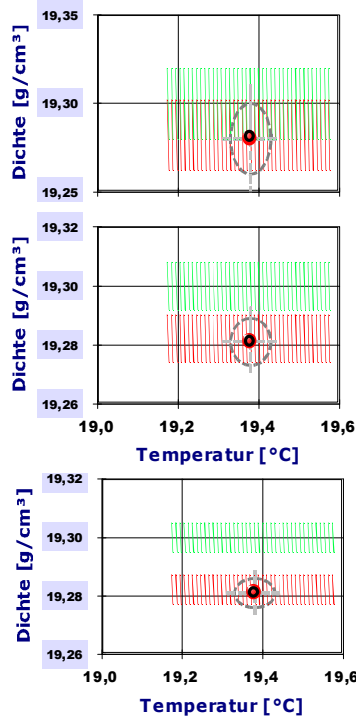


## Feststoffdichte: - Einfache Messung - Die Dichte eines Goldstücks

Eine simple Messung nach Art der klassischen, hydrostatischen Methode (also ohne die „Highlights“ Meniskus-eliminierverfahren und alternierende Flüssigkeitsdichtebestimmung). Zuerst wurde dabei die Kraft, die auf einen Haken (Lastträger) in Kontakt mit dem Wasser in der vorgesehenen Eintauchtiefe wirkt, bestimmt (im Mittel 0.54mg), dann wurde der Probekörper mit einer abgewogenen Menge Kupferdraht (0.3134g) umwickelt und in der assistierten Messung wurde zuerst das Gewicht an Luft, dann, nach einer Temperierzeit in Wasser bestimmt.

Diagramme: Die Genauigkeit mit der die Flüssigkeitsdichte angegeben werden kann, bestimmt die Präzision des Ergebnisses. Im oberen Diagramm wurden 0.005 g/cm<sup>3</sup> angegeben und es findet keine sichere Unterscheidung zwischen Wolfram (grün) und Gold (rot) statt. Das untere Diagramm stellt die Messauflösung mit der standardmäßig, reinen Flüssigkeiten unterstellten Unsicherheiten von +/- 0.00005 g/cm<sup>3</sup> dar (bei Temperaturauflösung 0.01K).



In diesem Dokument wird ein automatisch erzeugter **imeter** -Prüfbericht vorgestellt. Die Ausführlichkeit ergibt sich aus der Forderung, dass alle Variablen einer Messung dargestellt werden sollen (können bzw. müssen). Variabel sind nicht nur die Messdaten - sondern auch Umstände und Abläufe und die Eigenschaften der Normale. Dazu passend 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 sehr viel kostbare Arbeitszeit, indem nicht nur das Messen/Steuern/Regeln sondern auch die beurteilungsreife Darstellung automatisiert sind.

Die Formatierungsvorgaben des Berichts bestimmen Art und Umfang der Informationsdarstellung. - Anhand eines vollständigen Berichts wird der Anwender (der Kunde oder wir) in die Lage versetzt, Plausibilität und Validität einer Messung detailliert zu überprüfen.

Der **imeter**-Prüfbericht auf den folgenden Seiten enthält also Elemente, wie automatische Erläuterungen, auf deren Ausgabe man in der Routine natürlich verzichtet (und die leider wortreich den Fluss der Informationen bzw. das Layout beeinträchtigen).

automatischer Bericht (AA7766N16312B), imeter/MSB, Augsburg am 24.04.06

### ID N° 11 - Feststoffdichte

ausgeführt am Donnerstag, 15 April 2004, von imeter-Labor

**Titel:** Einfache Dichtemessung an einem Goldbarren

**Bemerkung:**

Der Barren wurde zur einfachen Befestigung mit etwas Kupferdraht umwickelt. Die Menge zur Befestigung wird angegeben und entsprechend bei der Wägungen berücksichtigt.

**Ergebnis:**  $\rho^{19,38^\circ\text{C}} = 19,281\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$   
gemessen in Wasser

### Bericht

Die Textangaben im Berichtskopfes, oberhalb, werden aus den Einträgen im 'Titel-' und 'Bemerkungsfeld' des Datenblattes gebildet. Das Hauptresultat wird angegeben - und in der ersten Zeile - der Authentifizierungscode zu Messung und Ergebnis.

**Kommentar:** < Die Probensubstanz wurde Testweise "Wolfram" genannt, um die Auswertung für diesen Fall zu zeigen - es handelte sich jedoch um einen kleinen Barren aus 50g Feingold. --- Zum Einsatz kam die einfachste Form der Messung bei variablen Prüfkörpern: Der Prüfkörper wird an einer Halterung befestigt (gezogen) untergetaucht (gezogen) - z.B. für schnelle Prüfungen gut geeignet. Sofern Messflüssigkeit und Probekörper bei gleicher Ausgangstemperatur sind, kann diese Handhabung der Dichtemessung auch noch schneller ausgeführt werden, da dann die Temperaturangleichung nicht abgewartet werden muss. >

**Kommentar**

Per "Kommentar" können Dokumentationen frei mit beschreibenden Texten versehen werden. Hier eingebrachte Eingaben oder Änderungen werden nicht über das "Audit-Log" verwaltet. (Falls eine z.B. rechtlich wichtige Bemerkung mit Zeit und Name - quasi notariell - festgehalten werden soll, dann sollte diese über das 'Bemerkungsfeld' im Datenblatt eingetragen werden.)

**Hinweis:** Die Aktivierung der Option "ERLÄUTERUNGSTEXTE", die für diese Berichtsausgabe eingestellt ist, bewirkt, dass der Bericht selbst und erklärungsbedürftige Elemente darin mit Erläuterungen versehen werden, Bearbeitungshinweise für den Anwender werden zusätzlich ausgegeben, außerdem wird auf ggf. unterdrückte Informationen hingewiesen. Die zugehörigen Erklärungen sind formatiert wie dieser Text.

**Zum angewandten Messprinzip:** Die hydrostatische Methode beruht darauf, dass ein Körper, der in einer Flüssigkeit untergetaucht wird, um genau den Betrag leichter erscheint, der seinem Volumenäquivalent als 'Flüssigkeitsgewicht' entspricht. Über die Dichte der Flüssigkeit, die für die Auftriebskraft verantwortlich ist, wird so das Volumen des Körpers bestimmt. Die Masse wird aus der Wägung ermittelt und das Verhältnis von Masse und Volumen

ergibt die Dichte.

• **Vergleichsanalyse zu Wolfram**

|        | Referenzwert | Messung | Abweichung absolut      | relativ | Signifikanz |
|--------|--------------|---------|-------------------------|---------|-------------|
| $\rho$ | 19,3         | 19,3    | $\pm 0,0g\cdot cm^{-3}$ | ---     | @           |

Referenz "Wolfram", Bezugstemperatur = 19,38°C. Zum Datenvergleich wurde das genauere Messergebnis auf die Präzision der Referenzangabe um zwei Stellen gekappt. Die Datenbank liefert mit **Gold, 19,287g·cm<sup>-3</sup>**, als ebenso gut passenden Wert.

Der Ergebnisvergleich mit den Angaben, die in der Referenzdatenbank zu 'WOLFRAM' gefunden werden, stellt die Werteübereinstimmung unabhängig von der Temperatur dar. Der Unterschied wird als absolute Differenz "Probenwert Minus Referenzwert" und als relative Abweichung angegeben. Das Symbol  $\rho$  steht für die Messgröße; mit "Signifikanz" wird ausgedrückt, um wieviele Male die Messunsicherheit größer ist, als der Unterschied von Mess- und Referenzwert. Das Zeichen "@" bringt zum Ausdruck, dass bei der jeweiligen Größe kein signifikanter Unterschied von Mess- und Referenzwert auftritt.

In folgender Zusammenstellung werden die Ergebnismerte der Messung präsentiert. Die den Zahlenwerten beigeordnete Messunsicherheit ist ohne Erweiterungsfaktor ( $k=1$ ) als Absolutwert und als relative Unsicherheit gegeben. Die Unsicherheit der Ergebnisse wird aus den Angaben über die Dichte des Messfluids, der Unsicherheit der Fluidichte, der Messunsicherheit der Kraft(und Temperatur-)messung sowie dem ermittelten Ergebnis (Masse und Volumen der Probe) - auch im Hinblick auf angebbare Präzision - berechnet (Gauss).

• **Ermittelte Probandaten**

|  |                   |              |                         |       |
|--|-------------------|--------------|-------------------------|-------|
| Dichte                                     | $\rho = 19,281$   | $\pm 0,005$  | $g/cm^3$                | 0,3‰  |
| Volumen                                    | $V = 2,5940$      | $\pm 0,0007$ | $cm^3$                  | 0,3‰  |
| Masse                                      | $m = 50,0144$     | $\pm 0,0005$ | g                       | 10ppm |
| Wägewert                                   | $W = 50,0188$     | $\pm 0,0005$ | g                       |       |
| - alternative Größen, nicht SI-Einheiten - |                   |              |                         |       |
| Gewicht                                    | $G = 490,495$     | mN           | 50,0166p                |       |
| Wichte                                     | $\gamma = 19,283$ | $p/cm^3$     | 189,1mN/cm <sup>3</sup> |       |
| spez. Volumen                              | $v_s = 0,051865$  | $cm^3/g$     |                         |       |
| Volumen                                    | $V_L = 2,5941$    | mL           |                         |       |

In die Berechnungen fließen ein, die Angabe zur Luftdichte  $\rho_{Luft}=1,2kg/m^3$ , zur Fallbeschleunigung  $g=9,80769m/s^2$  sowie zur Temperatur  $T=19,38^\circ C$ . Die Temperaturangabe ist über die Wirkung auf die Dichte des Messfluids, 'Wasser', für die Ergebnisberechnung von doppelter Wichtigkeit. Mit 'Wägewert' wird der Wert angegeben, den eine Waage zeigt, die mit einem Massestück von  $8,000g/cm^3$  justiert ist. Der Unterschied von Wägewert und Masse wird mit der Luftdichte umso größer, je mehr die Dichte des Justiergewichts der Waage von der Probandichte abweicht. Das 'Gewicht' wird als wirkende Gewichtskraft, korrigiert um den Luftauftrieb des Volumens angegeben ( $G = m \cdot g - V \cdot \rho \cdot g$ ). Im Angabewert 'Wichte' (spezifisches Gewicht) geht über die Gewichtskraft die lokale Erdanziehung ein; der Wert ist berechnet nach  $\gamma = \rho \cdot g / 9,80665$  ('Pond':  $1p = 9,80665mN$ ). Die Relative Dichte (Dichtezahl) bezogen auf Wasser ( $\rho_4^{19}$ ) ist zahlengleich mit dem ausgewiesenen Dichtewert. Das spezifische Volumen ist die reziproke Dichte ('wieviel mL davon ergeben ein Gramm'). Zur Vollständigkeit wird das Volumen in der alten Hohlmaß- Einheit 'Liter' bzw. Milliliter nach alter Definition mitangegeben (Bezug auf das Volumen von 1kg Wasser bei 4°C).

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

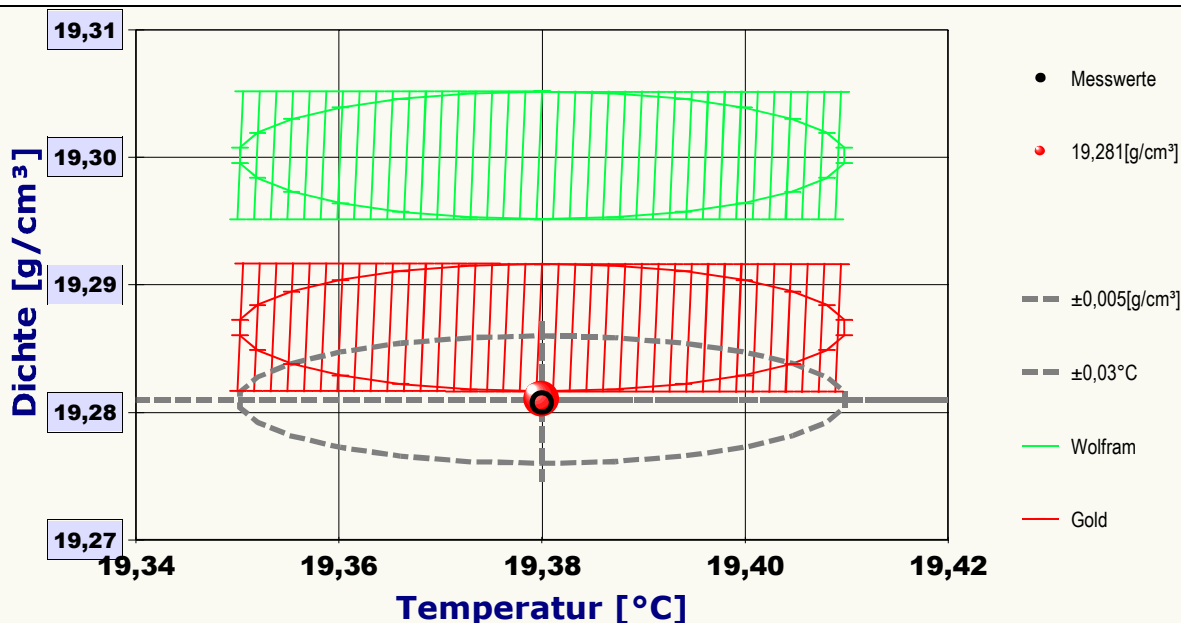
Für das Ergebnis wurde lediglich ein Dichtemesswert akquiriert.

Der Ergebniswert stammt aus einer Einzelmessung. -- BEARBEITUNGSHINWEIS: Das Resultat wird wesentlich sicherer - im Hinblick auf klassische Fehler, wie 'Luftblasen', wenn mindestens drei Werte gemessen würden, da so eine typische Streuung erkennbar wird [die 'Wahrheit' ist beim Mittelwert].

• **ein Dichtemesswert**

gesamte Dauer 4,8 Minuten. Der Temperaturverlauf ist im gesamten Zeitraum beinahe isotherm bei 19,37°C.

**Diagramm 'Temperaturabhängigkeit'**



Das Diagramm, "Temperaturabhängigkeit", oben, zeigt den Messwert als Kreissymbole in Temperaturabhängigkeit an. Es wird der Messwert bzw. der Angabewert mit einem Bereich der Unsicherheit in Form einer gestrichelten Linie eingefasst. Je nach Vorhandensein wird der Verlauf der Regressionsfunktion zu den Messwerten gezeigt, entsprechende Referenzwerte bzw. der Stoff mit der besten Übereinstimmung.

Im Diagramm zur Temperaturabhängigkeit ist der Werteverlauf von "Wolfram" entsprechend der Referenzdaten eingezeichnet. Im oberen Schaubild ist daneben noch der Datenbank-Stoff mit der ähnlichsten Dichte bei 19,38°C markiert ("Gold"). 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.)

#### Daten zum Ergebnis:

| Zeit | T     | $\rho_{Fl}$ | $\rho_{Probe}$ | $V_{Probe}$ | $\Delta t_{Akqu.}$ | $\Delta T$ | $\Delta \rho_{Probe}$ | N |
|------|-------|-------------|----------------|-------------|--------------------|------------|-----------------------|---|
| 4,8  | 19,38 | 0,99833     | 19,2808        | 2,59400     | -                  | -          | -                     | 1 |

Von links nach rechts: Zeit gibt den Zeitpunkt des Messwertes ab Beginn des Ablaufs in Minuten an, T die Temperatur in Celsiusgraden und  $\rho_{Fl}$  die zugehörige Dichte von "Wasser" in g/cm<sup>3</sup>, die den Massstab der Messung darstellt. Die dazu ermittelte Probendichte  $\rho_{Probe}$ , ist ebenfalls in der Einheit g/cm<sup>3</sup> gegeben. V ist das Volumen der Probe bei der Temperatur in cm<sup>3</sup>, die aus dem Auftrieb gemäß der Flüssigkeitsdichte berechnet ist. Die Auftriebskraft kann sich durch verschiedene Effekte verändern, insbesondere durch Temperaturangleichung (Konvektion, Volumen Anpassung) oder Quellung, Auflösung. Die Verfolgung - als Stabilitätskriterium des Messwertes - wird über die Zeitdauer  $\Delta t_{Akqu.}$ , die in Sekunden angegeben ist. Im selben Zeitraum kann sich die Temperatur ändern (Angabe  $\Delta T$  in Temperaturgraden) und auch die Dichte der Probe  $\Delta \rho_{Probe}$  (wobei die evtl. vorliegende Änderung der Flüssigkeitsdichte hier nicht ausgegeben wird). Temperatur, Dichte und Volumenangaben der ersten Spalten stellen jeweils die Werte am Ende der "Beobachtungsdauer" dar. N gibt die Anzahl der aufgenommenen Messwerte zur Auftriebskraft an. Dichte und Volumen werden um eine Dezimale genauer ausgegeben, um Trends anzuzeigen. Die  $\Delta$ -Angaben zu Temperatur, Dichte über die registrierte Beobachtungsdauer  $\Delta t_{Akqu.}$  helfen eventuelle Störungen beim Messablauf zu finden. Ein rel. großer Zeitraum ist bei einem Gleichgewichtsverfahren der Auftriebsbestimmung ein Hinweis auf Probleme, z.B. Wandkontakt, Quellung, Auflösung oder Wärmeaustauscheffekte und kann im anderen Fall die Stabilität der Wägung anzeigen. BEARBEITUNGSHINWEIS: Die Tabelle kann per "Paste und Copy" sehr einfach z.B. nach Excel transferiert um ggf. dort weiterbearbeitet zu werden. Ebenso, die Daten, die in ungekürzter Präzision hinter den Diagrammen stehen, sie können aus dem Diagrammfenster geordnet und als Zahlenwerte (und/oder als Bild) einfügbar in die Zwischenablage übernommen werden.

#### • Auswertungshinweise

Messflüssigkeit 'Wasser', Temperatur/Dichte-Daten wurden aus der Referenzdatenbank entnommen. Die Unsicherheit des Zahlenwertes der Flüssigkeitsdichte wurde in Ermangelung einer expliziten Angabe automatisch auf  $\pm 5 \cdot 10^{-5} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$  gesetzt. Die Flüssigkeitsdichte,  $\rho_{Fl}$ , wurde demnach gemäß folgender Bestimmungsgleichung zur Temperatur berechnet:

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

Unsicherheit  $\pm 0,00005 \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

Beachten Sie bitte den Hinweis im Abschnitt Meldungen!

#### • Technik

Einsatz einer variablen Prüfkörperaufhängung. Zur Probenbefestigung wurden 0,3134g in der Messung untertauchendes Befestigungsmaterial mit der Dichte  $8,9 \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$  bei 25°C - mit dem kubischen Ausdehnungskoeffizienten  $48 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  - berücksichtigt. Die im Datenblatt angegebene Korrektur für die Aufhängung (Meniskusgewicht + Auftrieb) beträgt 0,54mg.

Es wird eine Anzahl verschiedener Prüfkörperbefestigungen und Arbeitsmodi sowie Kombinationen daraus zur Messung angeboten. Aus diesem Grund ist die Angabe zur Rückkopplung über die eingesetzte Technik notwendig.

## • Meldungen

Die Messunsicherheit der Flüssigkeitsdichte wurde vom System automatisch d.h. provisorisch eingesetzt. Bitte geben Sie (ggf.) den zu verwendenden Zahlenwert im Datenblatt an.

'Meldungen': treten Sonderfälle auf, die sich mit der Auswertung herausstellen, werden diese von der Software detektiert und hier zur Rückkopplung ausgegeben. Die Hinweise dienen zur Abstimmung und Korrektur der Abläufe und Angaben bzw. können bei der Bewertung und Einordnung der Ergebnisse helfen.

Die Tabelle unten zeigt die besten Hits 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' u.a. Angaben ausgegeben. Bei Metallen und Legierungen werden einige spezifisch Angaben mitgeliefert, die bei gewissen Fragestellungen zur Identifizierung dienen können: 'M' = E-Modul [kp/mm<sup>2</sup>], 'Ts' Schmelztemperatur [°C], 'wLF' Wärmeleitfähigkeit [cal/cm s K], 'k' linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient [1E-6/K], 'sW' spezifische Wärme [cal/K g], 'eLF' Elektrische Leitfähigkeit [m/Ohm mm<sup>2</sup>] und 'RkT' Temperaturkoeff. des el. Widerstands [1/K] (Die angegebenen Einheiten sind leider veraltet). Es steht Ihnen frei die Referenzdaten entsprechend zu erweitern oder zu verändern, sodass Zusatzinformationen hier ausgegeben werden.

## • Datenbankvergleiche

|                                     |        |       |   |
|-------------------------------------|--------|-------|---|
| 1. Gold <sup>1</sup>                | 19,287 | 0,0%  | *M 7900. Ts 1064. wLF 0,71. k 14,2. sW 0,031. eLF 45,7. RkT 3,98* |
| 2. Wolfram <sup>1</sup>             | 19,3   | 0,1%  | *M 41530. Ts 3380. wLF 0,48. k 4,5. sW 0,032. eLF 18,2. RkT 4,82* |
| 3. Rhenium <sup>2</sup>             | 21,02  | 9,0%  | Ts 3180.  |
| 4. Platin <sup>1</sup>              | 21,4   | 11,0% |   |
| 5. Platin, analytisch <sup>2</sup>  | 21,46  | 11,3% |   |
| 6. Platin-Iridium(10%) <sup>1</sup> | 21,6   | 12,0% |   |
| 7. Tantal <sup>1</sup>              | 16,6   | 13,9% | *M 18820. Ts 3000. wLF 0,13. k 6,6. sW 0,036. eLF 8,1. RkT 3,47*  |
| 8. Iridium <sup>1</sup>             | 22,42  | 16,3% |   |
| 9. Gold 750 (Schmuck) <sup>2</sup>  | 15,3   | 20,6% | Au750: 14.8 - 15.9g/cm <sup>3</sup>                               |
| 10. Gold 585 (Schmuck) <sup>2</sup> | 13,9   | 27,9% | je nach Farbton 13.0 bis 14.4g/cm <sup>3</sup>                    |
| 11. Quecksilber <sup>1</sup>        | 13,55  | 29,7% | *M -. Ts -38,9. wLF 0,02. k 1823. sW 0,033. eLF 1,06. RkT 1*      |
| 12. Hafnium <sup>2</sup>            | 13,29  | 31,1% | Ts 2150.  |
| 13. Rhodium <sup>2</sup>            | 12,41  | 35,6% | S 1960 kp3700   |
| 14. Palladium <sup>2</sup>          | 12,02  | 37,7% |   |

<sup>1</sup>: Für 19,38°C berechneter Referenzwert, <sup>2</sup>: Tabellierter Referenzwert.  
(Auswahl aus allen Daten, Stand 24.04.06)

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. BEARBEITUNGSHINWEIS: Die Herkunft bzw. Richtigkeit der jeweiligen Referenzdaten sowie ggf. Zusatzinformationen kann über den Vermerk zur Substanz in der Referenzdatenbank geprüft werden.

In diesem Bericht werden nicht alle verfügbaren Diagramme ausgegeben. Sie können die Ausgabe der Grafiken durch Aktivierung der entsprechenden "Checkboxes" (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.

**Berichtseinstellungen - aktivierte Ausgabeeinstellungen:** Datenbankvorschläge anzeigen, Erläuterungstexte, Detaillierte Ergebnisse, Allgemeine Angaben, Vergleichsanalyse, alternative Einheiten, Zusatzinformationen, Bearbeitungshinweise, formatierte Tabellen, Berichtseinstellungen, Authentifizierungen.

**Beschränkte Informationsausgabe durch negierte Optionen:** Audit-Trail, Prüfmittelüberwachung, Online-Protokoll, Status und Ausführungshinweise werden nicht angezeigt.

**Form und Informationsfülle** des Prüfberichts ist dadurch bedingt, dass Messdaten durch die zahlreichen Freiheitsgrade sehr vielgestaltig auftreten können. Die Variablen der Messung müssen vollständig dargestellt werden können (Falsifizierbarkeit). Vollständigkeit ist Voraussetzung für die Kontrollierbarkeit und Haltbarkeit der Resultate und abgeleiteter Aussagen. Nicht zuletzt erfordern einschlägige Bestimmungen (GxP, FDA cfr. 11/21 etc.) zusammen mit schlicht zeitökonomischen Erwägungen diesen hiermit großteils erledigten Aufwand. [Prüfberichte, wie dieser, werden dynamisch aus den Daten erzeugt und benötigen daher sehr wenig Speicherplatz in der Datenbank]. Gleichwohl, bei Routinemessungen und/oder für die evtl. parallel noch papieren geführte Ablage, können Prüfberichte durch entsprechende Einstellungen der Formatier- und Ausgabeeinstellungen oder durch manuelle Veränderung der Vorlage auf das Wesentliche eingekürzt und ausgedruckt werden. Das ganze "File" inklusive der "Grund-Rohdaten" ist stets über die ID (hier Nummer 11, Datenbank imeter-Beispiele) auffindbar und als Referenz oder Vergleich nutzbar. Ggf. nachfolgende ausgegebene Informationen enthalten, je nach Einstellungen und Berichtsvorlage (Stil = 'standard-i2'), verschieden detaillierte Begleitinformationen wie die Angaben zur Ausführung der Messung, den Audit-Trail und Hinweise zur Prüfmittelüberwachung.

„Der automatische Bericht zeigt eine Datenlage und interpretiert diese. Die „Datenlage“ ist die Folge dessen, was in einer Messung getan wurde bzw. wird und wie die Probe und Umstände interagieren. – Die Messung ist ein Vorgang dessen Ablauf und Randbedingungen in einem Skript formuliert sind. Mehr als zu wissen, was man erzielen will, braucht man kaum. Man entwerfe Regeln und sehe, wie die Materie reagiert! Die Sprache und die Techniken stehen bereit für genaueste, rückführbare, wohldokumentierte und wiederholbare Eigenschafts-Erfahrungen. -- Diagramme und auch der Bericht entstehen während der Messung in Echtzeit.

Die Probe muss nicht als kompakter Körper vorliegen. Die Messung funktioniert auch mit Granulat. -- Ohne bemerkbaren Aufwand können die Messdaten per Dropdown und Angabe des Namens von Hauptkomponente und Verunreinigung in eine Gehaltsbestimmung verwandelt werden. Der Bericht passt sich dynamisch an:

## ID N° 11 - Feststoffdichte & Gehalt

....

**Ergebnis:**  $\rho^{19,38^\circ\text{C}} = 19,281\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,  $c_{\text{Gold}} = 99,96\% \text{ m/m}$   
gemessen in Wasser

....

### • Vergleichsanalyse zu Gold

|        | Referenzwert | Messung | Abweichung absolut       | relativ | Signifikanz |
|--------|--------------|---------|--------------------------|---------|-------------|
| $\rho$ | 19,287       | 19,281  | -0,006g·cm <sup>-3</sup> | 0,3‰    | 1           |

....

### • Gehalt

|        |   | % m/m | % v/v | absolut [g] |
|--------|---|-------|-------|-------------|
| Gold   | : | 99,96 | 99,93 | 49,9958     |
| Silber | : | 0,04  | 0,07  | 0,0186      |

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 ideale 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  $\rho_{\text{Ges}}$  der hier gemessene Dichtewert, dessen Verhältnis in der Summe der Massen ( $m_1 + m_2$ ) und der Volumen ( $V = m/\rho$ ) analysiert wird. Der  $\rho_{1/2}$  - Koeffizient, der von "1" normalerweise nicht sehr verschieden ist und aus ermittelten Dichtewerten der Komponentenmischung dargestellt wird, ist der Zahlenwert, der mit  $\rho_1$  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.*

....

Es kommt auf die Qualität der Referenzdaten an... (und darauf, dass ggf. Wechselwirkungsparameter bestimmt sind). Vor allem aber, dass man richtig messen kann.

### 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](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](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>