



Dichte von Leitungswasser gemessen bei 25, 30 und 37°C

Die Dichte von Trinkwasser (aus dem Augsburger Leitungsnetz) wurde bei drei Temperaturen jeweils mehrfach bestimmt. Wir wollten einfach sehen, wie so etwas aussieht und dabei sollte geprüft werden, inwieweit sich die Dichte von reinem, also doppelt destilliertem Wasser gleicher Herkunft, unterscheidet. Auch, ob sich der Salzgehalt spürbar auf den Ausdehnungskoeffizienten auswirkt.

Im Ergebnis zeigt sich die Dichte ist um 0.03% größer, als bei entsprechendem destilliertem Wasser. (Die Isotopenzusammensetzung – weniger Deuterium - verringert die Dichte des Wassers im Voralpengebiet um etwa 5ppm gegenüber dem *Durchschnitts-Meerwasser* (SMOW)). Der Ausdehnungskoeffizient bei 25°C ist durch den Salzgehalt betroffen, er erscheint um 2% vergrößert.

Indem die gegen Reinwasser erhöhte Dichte, als *Salz verallgemeinert*, ausgewiesen wird, enthält das Wasser einen Anteil von etwa 0.05% (Masseprozent) *gelöstes NaCl-Äquivalent*.

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 ist.

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).

Bericht (593BEE16312B), imeter/MSB, Augsburg am 11.05.06

ID N° 34 - Fluid Dichte & Dilatation

ausgeführt am Mittwoch, 20 August 2003, von M.Breitwieser

Titel: Leitungswasser (20.08.03, 10:20)

Bemerkung:

Messung mehrerer gut temperierter und unabhängiger Dichtewerte bei 25, 30 und 37°C. Vor jeder Temperaturserie wurde die Waage justiert.

Ergebnis: $\rho_{25,00^\circ\text{C}} = 0,99733\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, $\kappa = 26\cdot 10^{-5}\text{K}^{-1}$

Bericht

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.

- Vergleichsanalyse zu Wasser, Augsburg, Dest.

	Referenzwert	Messung	Abweichung absolut	relativ	Signifikanz
ρ	0,997043	0,997329	+0,000286g·cm ⁻³	0,3‰	30
$-\Delta\rho/\Delta T$	0,000256	0,000262	+0,000006g·cm ⁻³ ·K ⁻¹	2%	0,6

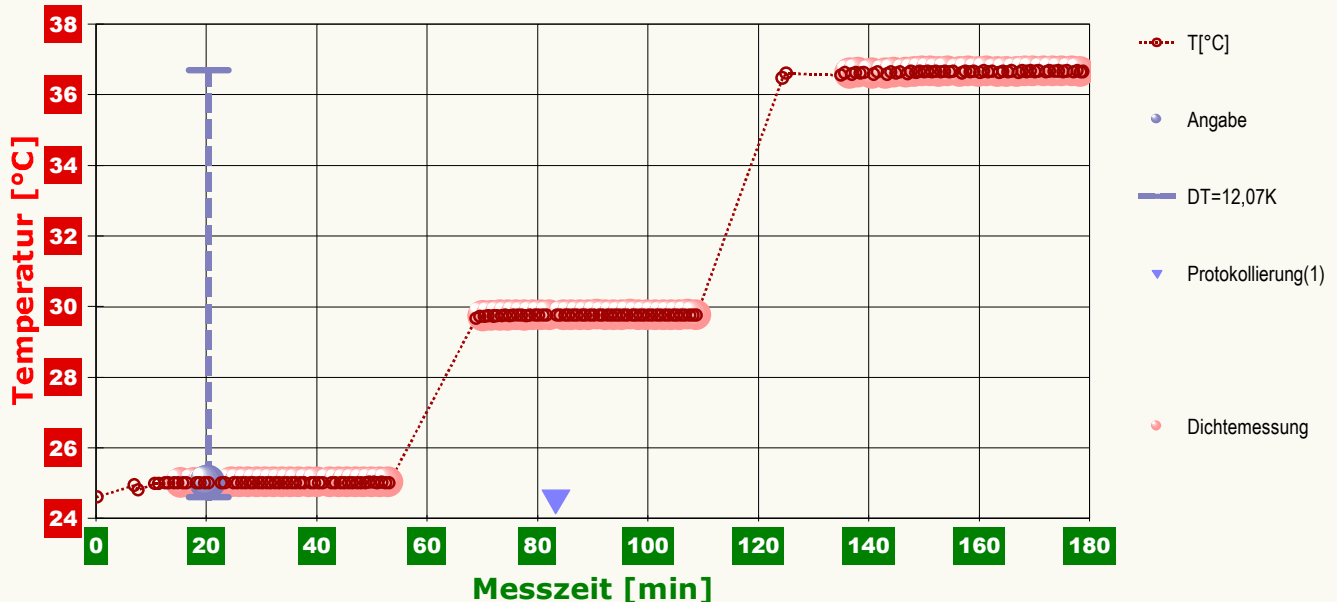
Referenz "Wasser, Augsburg, Dest.", Bezugstemperatur = 25,00°C.

Der Ergebnisvergleich mit den Angaben, die in der Referenzdatenbank zu 'WASSER, AUGSBURG, DEST.' 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 ρ steht für die Messgröße, $-\Delta\rho/\Delta T$ für den Temperaturkoeffizienten; mit "Signifikanz" wird ausgedrückt, um wieviele Male die absolute Unsicherheit größer ist, als der Unterschied von Mess- und Referenzwert. Die Aussagefähigkeit der Signifikanz bei der Bewertung der Temperaturabhängigkeit hängt stark davon ab, dass ein hinreichend großes Temperaturintervall durchgemessen wird.

- 73 Dichtemesswerte

Gesamte Dauer 3,0 Stunden; stufig ansteigender Temperaturverlauf der Messwerte, drei Temperierstufen; im Mittel 5,8K Temperaturunterschied je Niveau und mit jeweils 24 Messwerten besetzt.

Diagramm "Temperaturprofil":



Im Diagramm "Temperaturprofil", oben, wird eine Übersicht zum zeitlichen Verlauf der Vorgänge und der jeweils aufgezeichneten Temperatur gezeigt. Die Grafik hat informativen Charakter - sie dient der Rückkopplung und Zusammenfassung. -- Zur Bedeutung der eingezeichneten Symbole: Die Kreismarkierungen zeigen Temperaturmesswerte an (der Temperaturfühler kann je nach Einsatz die Proben- oder Regeltemperatur oder die Umgebungstemperatur im Messraum dokumentieren), die kugelförmigen Marken stehen für Zeitpunkt und Temperaturzuordnung von Auftriebsmesswerten.

• Ergebnisse

Akquisitionsperiode der 73 Messwerte im Messablauf: 16 bis 178min, Temperatur $\Delta T = +11,66K$

Ergebniswert: $\rho = 0,997329 \pm 0,0000095 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (298,15K, 96,0kPa)

Streuung: $\pm 6,46E-6 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ absolute bzw. 6,5ppm relative Standardabweichung

Berechnung: quadratischen Regressionsgleichung, eindeutig temperaturabhängig

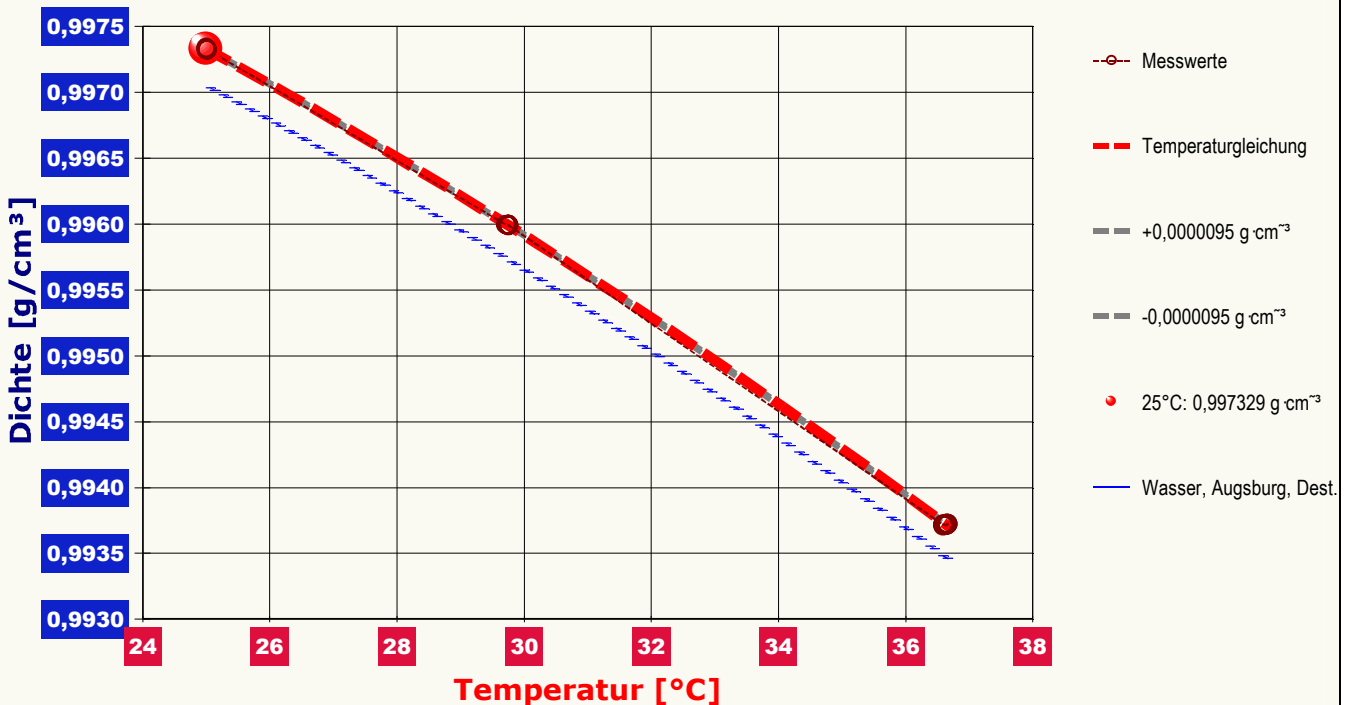
Der Temperaturkoeffizient der Dichte mit $26,2 \pm 0,3 [10^{-5}\cdot\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}]$ ist viel kleiner als für Flüssigkeiten normal, wie auch der Ausdehnungskoeffizient κ mit $26,3 \pm 0,3 [10^{-5}\cdot\text{K}^{-1}]$, er bedeutet eine Dichte-Änderung von 0,26‰ pro Grad bei der Angabetemperatur.

Temperaturzusammenhang zwischen 25,00 und 36,66 °C:

$$\rho(T) = 1,0012772 - 5,397\cdot T[^\circ\text{C}]/1E5 - 0,4158\cdot T[^\circ\text{C}]^2/1E5 \quad r^2=0,999982 \quad s^2=4,17E-11$$

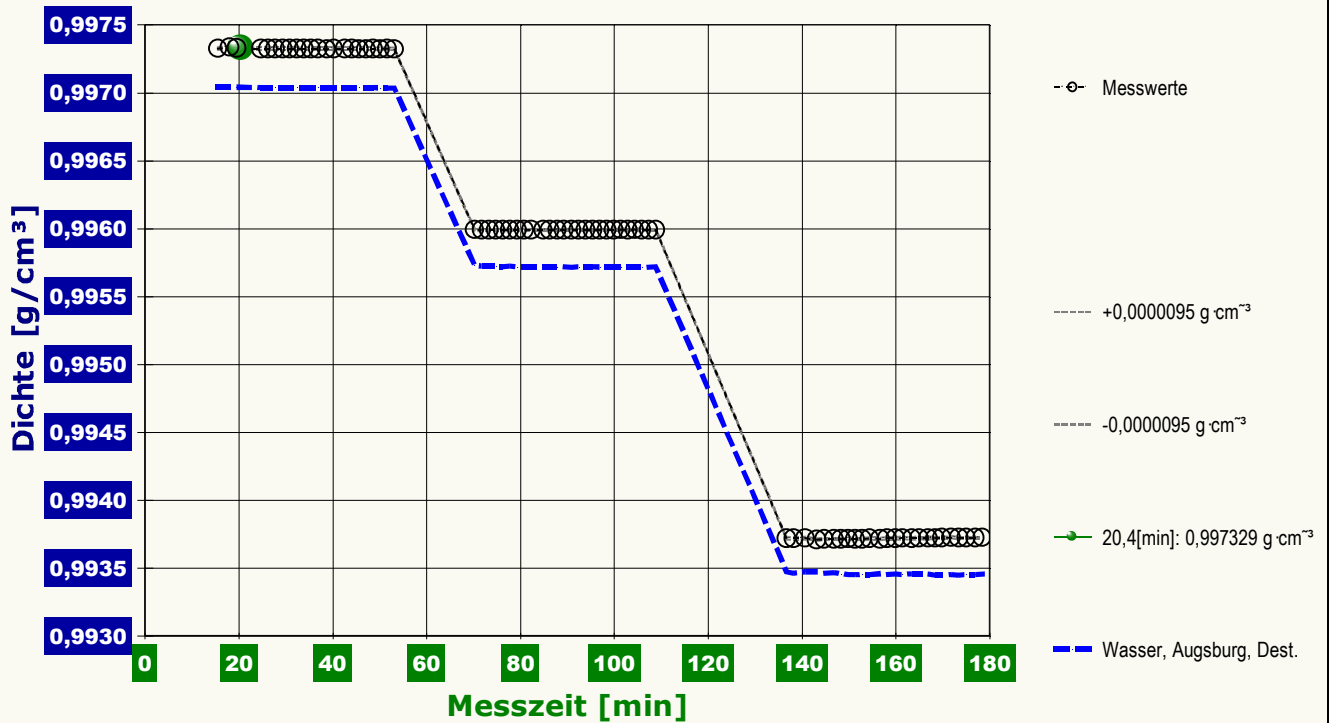
Das Ergebnis ρ der Dichtemessung wird mit der individuell berechneten Messunsicherheit angegeben (Einzelheiten dazu weiter unten) sowie die Temperatur in Kelvin und der anzugebende Druck (bei 50%r.H.) in Kilopascal. Dass die Messunsicherheit kleiner ist, als die Standardabweichung (Streuung), die im Bezug auf die Auswertemethode (quadratischen Regressionsgleichung) berechnet ist, bestätigt die Korrektheit der Messung. Die Messdaten werden automatisch analysiert. Ergebnis und ermittelte Zusammenhänge stellen Vorschläge dar, wobei aus den Daten evtl. auch andere Zusammenhänge gewonnen werden könnten. - Aus der Abwägung der Einflüsse werden formale Zusammenhänge für die Bewertung ermittelt und auch 'Qualitätsangaben' erzeugt. Üblicherweise kann der Temperaturkoeffizient der Dichte für die Probe im Bereich zwischen 51 und $120 \cdot 10^{-5}\cdot\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$ liegen. BEARBEITUNGSHINWEIS: Die Interpretation des Temperaturkoeffizienten erfolgt, um einen Eindruck von dieser, eher unbekanntem Größe zu geben. Der Vergleich zum 'Normal' wird über Mittelwert (86) und die Standardabweichung (± 35) der in der Referenzdatenbank gespeicherten Flüssigkeitsdaten hergestellt. Die Güte der angegebenen Gleichung wird durch den Korrelationskoeffizienten (r^2 , der 'besonders hervorragend' ist) und die Varianz (s^2) der Messwerte gegen die Gleichung qualifiziert.

Diagramm 'Dichte-Temperaturverlauf':



Das Diagramm, "Dichte-Temperaturverlauf", oben, zeigt die 73 Dichtemesswerte als Kreissymbol in Temperaturabhängigkeit an. Es werden Messwerte 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.

Diagramm 'zeitliche Entwicklung':



Im Diagramm, "zeitliche Entwicklung", oben, sind die einzelnen Messwerte als Kreissymbole in zeitlicher Sequenz abgebildet. Um die Ausgleichsfunktion bzw. die Messwerte ist der Unsicherheitsbereich eingezeichnet.

•Datentabelle

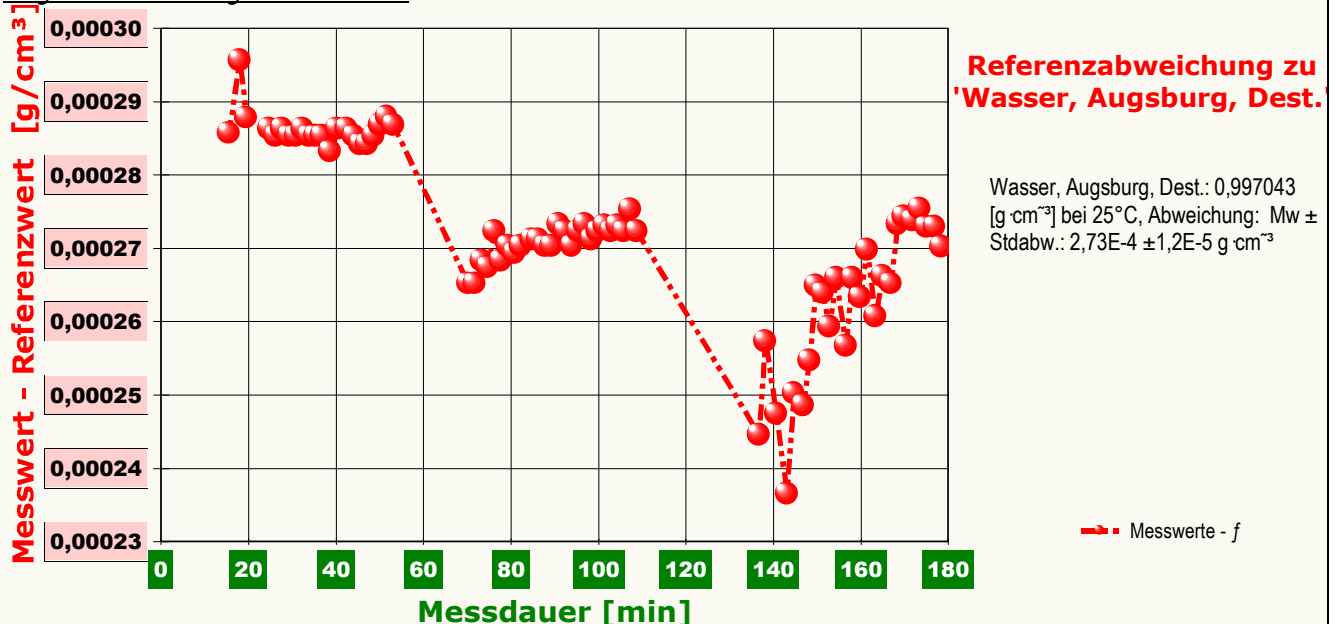
Die nachfolgende Aufstellung gibt die Daten zu den Einzelergebnissen an.

N°	t[min]	T[°C]	ρ [g·cm ⁻³]	$\Delta\rho$ [g·cm ⁻³]	W [g]	ΔW [g]	Δt [s]	N
1.	15,5	25,00	0,9973283	0,0000000	40,0902	-	1,5	2
2.	18,0	25,00	0,9973382	0,0000000	40,0892	-	1,5	2
3.	19,5	25,00	0,9973304	0,0000000	40,0900	-	1,5	2
4.	24,7	25,01	0,9973264	0,0000000	40,0904	-	1,5	2
5.	26,2	25,01	0,9973254	0,0000000	40,0905	-	1,5	2
6.	27,7	25,01	0,9973264	0,0000000	40,0904	-	1,5	2
7.	29,3	25,01	0,9973254	0,0000000	40,0905	-	1,5	2
8.	30,8	25,01	0,9973254	0,0000000	40,0905	-	1,5	2
9.	32,3	25,01	0,9973264	0,0000000	40,0904	-	1,5	2
10.	33,8	25,01	0,9973254	-0,0000010	40,0905	0,0001	1,5	2
11.	35,3	25,01	0,9973254	-0,0000010	40,0905	0,0001	1,5	2
12.	36,8	25,01	0,9973254	0,0000000	40,0905	-	1,5	2
13.	38,7	25,01	0,9973233	-0,0000010	40,0907	0,0001	1,5	2
14.	40,2	25,01	0,9973264	0,0000000	40,0904	-	1,5	2
15.	42,5	25,01	0,9973264	0,0000000	40,0904	-	1,5	2
16.	44,1	25,01	0,9973254	0,0000000	40,0905	-	1,6	2
17.	45,6	25,01	0,9973243	0,0000000	40,0906	-	1,6	2
18.	47,1	25,01	0,9973243	0,0000000	40,0906	-	1,5	2
19.	48,6	25,01	0,9973254	0,0000000	40,0905	-	1,5	2
20.	50,1	25,02	0,9973243	0,0000000	40,0906	-	1,5	2
21.	51,6	25,02	0,9973254	0,0000000	40,0905	-	1,5	2
22.	53,1	25,02	0,9973243	0,0000000	40,0906	-	1,5	2
23.	70,2	29,72	0,9959944	0,0000000	40,2244	-	1,5	2
24.	71,7	29,73	0,9959915	0,0000000	40,2247	-	1,5	2
25.	73,3	29,74	0,9959915	0,0000000	40,2247	-	1,5	2
26.	74,7	29,74	0,9959906	0,0000000	40,2248	-	1,5	2
27.	76,2	29,75	0,9959926	0,0000000	40,2246	-	1,5	2
28.	77,7	29,74	0,9959915	0,0000000	40,2247	-	1,5	2
29.	79,3	29,75	0,9959906	0,0000000	40,2248	-	1,5	2
30.	80,8	29,75	0,9959896	0,0000000	40,2249	-	1,5	2
31.	82,3	29,75	0,9959906	0,0000000	40,2248	-	1,5	2
32.	84,8	29,75	0,9959915	-0,0000010	40,2247	0,0001	1,5	2
33.	86,2	29,75	0,9959915	0,0000000	40,2247	-	1,5	2
34.	87,8	29,75	0,9959906	0,0000000	40,2248	-	1,5	2
35.	89,3	29,75	0,9959906	0,0000000	40,2248	-	1,5	2

36.	90,9	29,76	0,9959906	0,0000000	40,2248	-	1,5	2
37.	92,4	29,75	0,9959926	0,0000000	40,2246	-	1,5	2
38.	93,9	29,75	0,9959906	-0,0000010	40,2248	0,0001	1,5	2
39.	95,4	29,75	0,9959926	0,0000000	40,2246	-	1,6	2
40.	96,9	29,76	0,9959906	-0,0000010	40,2248	0,0001	1,5	2
41.	98,4	29,75	0,9959915	0,0000000	40,2247	-	1,5	2
42.	99,9	29,75	0,9959926	0,0000000	40,2246	-	1,5	2
43.	101,4	29,75	0,9959934	0,0000000	40,2245	-	1,5	2
44.	102,9	29,75	0,9959926	0,0000000	40,2246	-	1,5	2
45.	104,3	29,75	0,9959934	-0,0000010	40,2245	0,0001	1,5	2
46.	105,8	29,75	0,9959926	0,0000000	40,2246	-	1,5	2
47.	107,3	29,76	0,9959926	0,0000000	40,2246	-	1,5	2
48.	108,8	29,75	0,9959926	0,0000000	40,2246	-	1,5	2
49.	136,7	36,59	0,9937173	-0,0000020	40,4537	0,0002	1,5	2
50.	138,2	36,62	0,9937193	0,0000000	40,4535	-	1,5	2
51.	140,7	36,59	0,9937201	0,0000009	40,4534	-0,0001	1,5	2
52.	143,1	36,59	0,9937092	0,0000000	40,4545	-	1,5	2
53.	144,7	36,62	0,9937122	-0,0000010	40,4542	0,0001	1,5	2
54.	146,8	36,61	0,9937142	0,0000000	40,4540	-	1,5	2
55.	148,3	36,63	0,9937132	0,0000000	40,4541	-	1,5	2
56.	149,8	36,65	0,9937162	0,0000000	40,4538	-	1,5	2
57.	151,3	36,65	0,9937152	0,0000000	40,4539	-	1,5	2
58.	152,8	36,64	0,9937142	-0,0000010	40,4540	0,0001	1,5	2
59.	154,4	36,65	0,9937172	0,0000000	40,4537	-	1,5	2
60.	156,6	36,63	0,9937152	0,0000000	40,4539	-	1,5	2
61.	158,1	36,65	0,9937172	0,0000000	40,4537	-	1,5	2
62.	159,9	36,64	0,9937182	0,0000000	40,4536	-	1,5	2
63.	161,4	36,65	0,9937211	0,0000000	40,4533	-	1,5	2
64.	163,4	36,63	0,9937192	0,0000000	40,4535	-	1,5	2
65.	165,0	36,64	0,9937211	0,0000000	40,4533	-	1,5	2
66.	166,9	36,64	0,9937201	0,0000000	40,4534	-	1,5	2
67.	168,4	36,66	0,9937211	0,0000000	40,4533	-	1,5	2
68.	169,8	36,66	0,9937221	-0,0000010	40,4532	0,0001	1,6	2
69.	171,8	36,65	0,9937251	0,0000000	40,4529	-	1,6	2
70.	173,4	36,66	0,9937232	0,0000000	40,4531	-	1,5	2
71.	175,0	36,65	0,9937242	0,0000010	40,4530	-0,0001	1,5	2
72.	176,9	36,65	0,9937242	-0,0000009	40,4530	0,0001	1,5	2
73.	178,4	36,64	0,9937251	0,0000000	40,4529	-	1,5	2

In der Tabelle gibt die Spalte 't' den Zeitpunkt des Messwertes, 'T', die Temperatur und 'p' den Dichtewert an. - In der Aufstellung werden auch diagnostische Daten ausgegeben: In der Kolonne 'Δp' wird ggf. die Änderung der Dichte während der Akquisitionszeit des Messwertes wiedergegeben; mit 'Δt' wird die Messdauer der jeweiligen Beobachtung bezeichnet. Mit 'W' wird der Wäge-Endwert wiedergegeben - in der Dokumentation entspricht er dem Wert 'W2' an welchem für 'W2'' Korrekturen (Meniskus) vorgenommen werden. Die Rubrik 'ΔW', gibt die zuvor eingetretene Änderung des Wägewertes wieder. Mit 'N' wird die Zahl der dabei aufgezeichneten Wägewerte angegeben. BEARBEITUNGSHINWEIS: Je nach 'Dokumentationszweck' kann die Stabilisier- oder Beobachtungsdauer, das Abklingen dynamischer Veränderungen anzeigen (Wärmeaustausch), die Stabilität des Messwertes dokumentieren, bzw. Störungen anzeigen. Im Normalfall, jedoch, deutet eine längere Spanne mit entsprechendem Δp Probleme an, etwa, dass ein Wandkontakt auftritt, dass Strömungen wirken oder der Temperaturgradient zu groß ist und sich der Auftrieb spürbar ändert.

Diagramm 'Abweichung der Einzelwerte':



Das Chart, "Abweichung der Einzelwerte", zeigt die temperaturkompensierte Abweichungen der einzelnen Messwerte zum Referenzwert in der zeitlichen Sequenz der Messung. So können Trends, die bei Temperaturänderung sonst kaum sichtbar werden oder auch Unterschiede in der Wärmedehnung erkannt werden. - Das Diagramm löst den Wertebereich vollständig auf, dies führt mitunter dazu, dass auch Unterschiede weit unterhalb der Bestimmtheit von Ergebnis- oder Referenzwerten angezeigt werden. Die urteilende Betrachtung mag dabei die Y-Skalierung in Relation zur Messunsicherheit in die Erwägung miteinbeziehen.

• Messkörper

Eingesetzter Messkörper 'Quarz-0703a', Masse $140,9169 \pm 0,00015\text{g}$, Volumen^(25°C) $101,1026 \pm 0,00015\text{cm}^3$, kubischer Ausdehnungskoeffizient $1,41 \cdot 10^{-6}\text{K}^{-1}$, Kompressionsmodul 0GPa <oder nicht gesetzt>. Die Druckangabe, die zur Vervollständigung des Ergebnisses oben angegeben ist, wird aus der Luftdichte bei der Angebotstemperatur ermittelt ($\rho_{(r.H.,50\%)} = 95,6\text{kPa}$) und aus dem hydrostatische Druck ($\rho_H = 0,44\text{kPa}$) der auf den Messkörper in der Eintauchtiefe von 45mm im Mittel wirkt.

• Messunsicherheit

Die Messauflösung der Wägeeinheit (0,1mg) erlaubt mit dem Messkörper und bei der Fluidichte die maximale Auflösung zu $0,0000010\text{g/cm}^3$ (1,0ppm), die für die Messung angegebene Messunsicherheit der Wägung ($\pm 0,5\text{mg}$) bedeutet messkörperbezogen $\pm 5,0 \cdot 10^{-6}\text{g/cm}^3$. Die Fehlerfortpflanzung der Messkörperdaten ergibt eine Unsicherheit von $\pm 1,8 \cdot 10^{-6}\text{g/cm}^3$. Entscheidend ist jedoch die Unsicherheit durch die Temperaturmessung: Bezogen auf die Dichte und Wärmedehnung von Wasser, Augsburg, Dest., wie in dieser Messung bestimmt, erlaubt die Messauflösung des Temperatursensors (0,01K) die Auflösung der Dichte zu $\pm 2,6 \cdot 10^{-6}\text{g/cm}^3$ anzugeben. Die einschränkend vorgegebene Unsicherheit der Temperaturmessung ($\pm 0,03\text{K}$) bedeutet demnach eine Unsicherheit von $\pm 7,9 \cdot 10^{-6}\text{g/cm}^3$. Insgesamt wird somit die Messunsicherheit der Dichtemessung bei 25,00°C zu $\pm 9,5 \cdot 10^{-6}\text{g/cm}^3$ bestimmt.

• Technisches Verfahren

Die Werte wurden mit der genauen Methode (Meniskuseliminierung, imeter-Patentverfahren) bestimmt, wodurch also die einzelnen Auftriebsmessungen voneinander unabhängig sind und systematische Fehler durch die Messkörperaufhängung/Phasengrenze sowie durch die Eintauchtiefe ausgeschlossen werden. -- Die Absenkung des Messbehälters vor der Auftriebsmessung von 3,199mm führt mit der Querschnittsfläche der Aufhängung ($\emptyset = 0,0707\text{mm}^2$) zu einer Korrektur der Auftriebskraft über das Volumen $0,226\text{mm}^3$ bei jeweiliger Flüssigkeitsdichte.

Anhand des dokumentierten Verfahrens, des Temperaturgangs, der Ausgabe der Tabelle, der Messkörperdaten sowie der evaluierten Unsicherheiten (insbesondere derer, die erst durch den Temperaturgang des Messgegenstand offenbar werden) werden in diesem Bericht Informationen ausgegeben, die die Überprüfung der Einzelwerte und Schlussfolgerungen ermöglichen. Ergebnisse in prinzipiell höherer Qualität zu erhalten, ist schlicht undenkbar.

Berichtseinstellungen - aktivierte Ausgabeeinstellungen: Erläuterungstexte, Detaillierte Ergebnisse, Allgemeine Angaben, Vergleichsanalyse, Bearbeitungshinweise, formatierte Tabellen, Prüfmittelüberwachung, Online-Protokoll, Status und Ausführungshinweise, Berichtseinstellungen, Authentifizierungen.

Beschränkte Informationsausgabe durch negierte Optionen: Datenbankvorschläge anzeigen, Audit-Trail 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 und so verifizierbar sein. Vollständigkeit ist Voraussetzung für die Überprüfbarkeit und Haltbarkeit der Resultate sowie abgeleiteter Schlussfolgerungen. 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 Metadaten erzeugt und benötigen daher sehr wenig Speicherplatz in der Datenbank]. Bei Routinemessungen und/oder für die evtl. parallel noch papieren geführte Ablage, sollten die Prüfberichte zur Ressourcenschonung durch entsprechende Einstellungen der Formatier- und Ausgabeoptionen auf das Wesentliche gekürzt werden. Das ganze 'File' inklusive der zu Grunde liegenden Rohdaten ist stets über die ID (hier Nummer 34, Datenbank imeter-Beispiele) auffindbar und als Referenz oder Vergleich nutzbar. Ggf. nachfolgende ausgegebene Informationen enthalten, je nach Einstellungen und Berichtsvorlage (Stil = 'bauhaus'), verschieden detaillierte Begleitinformationen, wie die Angaben zur Ausführung der Messung, den Audit-Trail und Hinweise zur Prüfmittelüberwachung.

Programm

Für diese Messung wurde das Messprogramm "DichtemessungBayTou-2-II" ausgeführt. Zeitraum der Messung, am 20.08.03 zwischen 10:53:21 und 13:52:08, Laufzeit 3,0 Stunden. Eine detaillierte Ablaufdokumentation wurde nicht aufgezeichnet. Ein Protokoll wurde hingegen aufgezeichnet. Der Versuch wurde programmgemäß ausgeführt. Das Ergebnis wurde erstmals am 20.08.03 um 13:52 zur Ansicht gebracht

Prüfmittel

Das Wägesystem (BP221S) wurde zuletzt um 12:57, während dieser Messung von M.Breitwieser bei einem 0,5-Tage Intervall der Prüfmittelüberwachung justiert. Die letzte vollständige Überprüfung/Justierung der Positioniervorrichtung von imeter (ID081007074) erfolgte am 22.03.03. Systemdaten: Auflösung des Wägesystems 0,1mg, Messunsicherheit^{*)} 0,5mg, Dichte der Justiermasse^{*)} $8,000\text{g/cm}^3$, Luftdichte^{*)} $1,110\text{kg/m}^3$, Umrechnungen von Masse nach Kraft mit dem Wert $9,80769\text{m/sec}^2$ für die Fallbeschleunigung^{*)}.

^{*)}: Die gekennzeichneten Angaben der Systemdaten können nachträglich angepasst werden - etwa um individuelle Messunsicherheiten der Fühler wirksam werden zu lassen. Änderungen auch an diesen Daten werden im Audit-Log protokolliert und können zurückgenommen werden.

Der automatische Bericht zeigt und interpretiert eine Datenlage – als Folge dessen, was in einer Messung geschieht und offenbart, wie Probe und Umstände interagieren. – Die Messung ist ein Vorgang dessen Ablauf und Randbedingungen in einem Messprogramm formuliert sind. Ein Unterschied zum klassischen Messen besteht darin, dass es nicht um Messwerte geht, sondern, was Messwerte zeigen sollen. (z.B. Identität, Ähnlichkeit, Reinheit, Temperatur-, Zeit-, Konzentrationseinflüsse...) Darum ging es immer schon; nur jetzt tut dies - imeter - ein Automat. Dass die Messtechnik extrem genau und unbeschränkt ist, hilft, – und auch die Ergebnisanzeige in Echtzeit.

„Abweichung zu Wasser, Augsburg, Dest“

Auf „Knopfdruck“ kann der Unterschied zum Reinstoff quantifiziert werden. Der Fehler, der dadurch entsteht, dass alle Salze als *Kochsalz-äquivalent* zusammengefasst werden, ist , wenn eine Ergebnisstelle genügt (0.05%), unbedeutend.



ID N° 34 - Fluid Dichte, Dilatation & Reinheit

Ergebnis: $\rho_{25,00^\circ\text{C}} = 0,99733\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, $\kappa = 26\cdot 10^{-5}\text{K}^{-1}$
 $\sim c [\text{m}/\text{m}] = 99,9469\% \text{ Wasser, Augsburg, Dest.}$

Bericht

- Reinheit

	% m/m	% V/V
Wasser, Augsburg, Dest. :	99,9469	99,9756
NaCl (Kochsalz) :	0,0531	0,0244

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

Wasser, Augsburg, Dest., ID101253.3:

$$\rho_1 = f(\zeta[^\circ\text{C}]) = (99983557.6 + 6766.661 \cdot \zeta - 901.5886 \cdot \zeta^2 + 9.517959 \cdot \zeta^3 - 0.1000876 \cdot \zeta^4 + 5.54\text{E-}4 \cdot \zeta^5) / 1\text{E}8$$

Präzision: sechs gültige Nachkommastellen.

Ref.Anmerkungen: 'aus Messungen und dem typischen Isotopenverhältnis im Einzugsbereich der Wasserversorgung (Lechfeld) abgeleitet (Stand 2003)'.

NaCl (Kochsalz), ID20229.3: $\rho_2 = f(\zeta[^\circ\text{C}]) = 2.17 - 2.60\text{E-}4 \cdot (\zeta - 20)$

Präzision: zwei gültige Dezimalen.

Ref.Anmerkungen: '[Lit. ABCC(rho), & TBK(alpha)]'

$\phi_{1/2}$ -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 'Wasser, Augsburg, Dest.' eingesetzt. Der $\phi_{1/2}$ -Koeffizient, der bei relativ hoher Reinheit von "1" kaum 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 ($\phi_{1/2} > 1$) oder Expansion ($\phi_{1/2} < 1$) durch die Wirkung der Mischung auf die Gesamtdichte ausdrückt. Der Wert '1', wie angegeben, ist für ideale Dispersionen und Lösungen, Emulsionen und Schäume annehmbar sowie in der Regel bei geringfügigen Beimengungen.

...

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/2_DichteFL#Beispiele

Allgemeine Infos über die Dichte (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>