©2016 IMETER - MessSysteme
Tel. (+49)(0) 821/706450

www.imeter.de

IMETER Anwendungen

Dichtemessung, Dilatometrie und Gehaltsbestimmung

Die Dichte von Chloroform zwischen -5 und 55°C, Reinheit (Quantifizierung der Abweichung zum Literaturwert als Ethanol) & Ausdehungskoeffizient

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. Variabel sind ja nicht nur die Messdaten, sondern auch Umstände, Abläufe und die Eigenschaften der Normale. Daher verfügt IMETER zum einen über eine Modellier-sprache, um Mess- bzw. Steuerungsverfahren zu gestalten („*was soll der Fall sein*"), zum anderen über analytische Fähigkeiten, um zu bewerten, *was der Fall* ist und um darüber in Berichten Rückkopplung zu geben.

IMETER spart sehr viel Arbeitszeit ein, indem nicht nur das Messen, Steuern und Regeln, sondern auch die beurteilungsreife Darstellung automatisiert ist!

Die Einstellungsvorgaben des Berichts bestimmen dabei Art und Umfang der Informationsdarstellung. Anhand eines vollständigen Berichts wird der Anwender in die Lage versetzt, Plausibilität und Validität einer Messung detailliert zu überprüfen.

Die Dichte von Chloroform wurde über eine größere Temperaturspanne hinweg gemessen, um die Wärmedehnung zu bestimmen. Dieses Chloroform, von typischer Laborqualität, wurde zur alternierenden Dichtemessung an Festkörpern verwendet. Dichte und Temperatur-Dichtekoeffizient des Fluids werden benötigt, um bei der Fest-stoffdichtemessung nicht an eine exakte Tem-peratur gebunden zu sein (außerdem sind Literaturdaten oft genug unzuverlässig).

Die Messung wurde relativ schnell und unaufwändig ausgeführt (maximale Präzision benötigt mehr Zeit). So ist an den Daten auch das Einpendeln der einzelnen Werte zu erkennen. Das Messprogramm, das den Ablauf vollautomatisch steuert, setzt den Ministat-Thermostaten (Fa. Huber) am Ende wieder zurück. So ist erkennbar, ob sich die Probe in der Messung verändert hat.
In der Messung ergab sich eine gute Übereinstimmung mit den Literaturangaben. Die Abweichung zum Referenzwert wird als Ethanol angenommen und quantitativ ausgewertet.

Die eigentliche Messung betreffend, sei auf folgende Umstände aufmerksam gemacht, die insbesondere sicherheits- und produktivitätswirksam sind: (A) Es werden stets unabhängige Messwerte durch die Differenzwägetechnik aufgezeichnet, d.h. wenn an der Aufhängung Flüssigkeit kondensiert (was bei höheren Temperaturen vorgekommen ist), der Nullpunkt der Waage driftet, die „Maschine" Erschütterungen ausgesetzt ist etc., dann beeinflusst dies die Messung insgesamt nicht! Das ist neben der potentiell größten Genauigkeit bei IMETER einzigartig und generell wichtig. Genauso, wie auch alle Arten der Signaldrift so eliminiert werden. (B) Je Temperaturstufe werden in dieser Messung drei Werte aufgezeichnet. Sonstige Störungen, wie Gasblasen oder große Temperaturgradienten werden sichtbar, indem sich eine starke Streuung in der Gruppe zeigt. (C) Mittelwerte (unabhängige Einzelwerte!) erhöhen die statistische Sicherheit. (D) Die Messunsicherheit wird durch das System selbsttätig eingeschätzt, indem insbesondere auch die Genauigkeit der Temperaturmessung mit der ermittelten Wärmedehnung abgeglichen wird. (E) Es wurde eine technisches Messverfahren ohne systematischen Fehler angewendet (kein Meniskuseffekt, kein Halterungsauftrieb, keine Störung durch Niveauveränderung der Probe, keine Drift). (F) Nur wenige Handgriffe und Angaben in der Software sind notwendig, um automatisch zum folgenden, komplett dokumentierten Ergebnis zu gelangen, welches auch Protokollanmerkungen des Prüfers enthält.

Der automatisch erzeugte Prüfbericht (nachfolgen abgedruckt) liefert eine plausible Menge Ethanol (Stabilisator) und fertig anwendbare Gleichungen für die Berechnung der Dichte, des Ausdehnungskoeffizienten und für die Volumen-Kalkulation über den Temperaturbereich. Die 1%ige Verunreinigung führt zu einer deutlichen Verringerung der Dichte gegenüber dem Literaturwert, hat jedoch auf den Ausdehnungskoeffizienten keinen deutlichen Einfluss.

IMETER V.5.0 rev.43

automatischer Report (A7160CQ16312B), imeter/MSB, Augsburg

ID N° 7173 - Fluid Dichte, Dilatation & Reinheit

Titel: **Chloroform: Dilatation**

Bemerkung: gesucht: Ausdehnung von CHCl3. Für Messungen von Salzen, Pulvern etc.. Chloroform (techn.) - wahrscheinlich sind 0.5 bis 1% Ethanol als Phosgenfänger beigefügt!

Ergebnis: **$\rho_{20°C}$ = 1,476923 ±0,000057 g/cm³, $\kappa_{20°C}$ = 127,4·10^{-5}K^{-1}**
~ c [$^m/_m$] = 99,0398% Chloroform

Report

Hinweis: *Dieser Bericht ist mit Kommentierungen versehen. - Die Erklärungen sind formatiert wie dieser Text. Nachfolgend wird eine kurze Erklärung zum Prinzip der Messung gegeben:*

Eigenschaft und Methode

Die Dichte *(spezifische Masse, Massekonzentration)* gibt das Verhältnis von Masse zu Volumen an. Sie ist eine temperaturabhängige Stoffkonstante. Die Dichte wird in diesem Verfahren nach der Auftriebsmethode (hydrostatische Wägung) bestimmt: *"Ein in einer Flüssigkeit untertauchender Körper (Messkörper) erscheint um so viel leichter, wie die seinem Volumen entsprechende Flüssigkeitsmenge wiegt."* Damit aus der Auftriebskraft der Dichtewert definitiv berechnet werden kann, ist die Bestimmtheit des von Temperatur und Druck abhängenden Messkörpervolumens evident. Darüber hinaus wirkt sich die Mediumdichte (Luftdichte), in der die Wägung erfolgt, auf das Resultat aus. Die Relation von Messauflösung der Sensoren (Kraft, Temperatur), Messkörpermasse und -volumen, des Realisierungsgrades ausreichend ruhiger, isothermer Wägebedingungen sowie jeweilige (Mess-)Unsicherheiten aber auch die Wärmedehnung der Probe selbst bestimmen über die Genauigkeit der Ergebnisse.

• Datenbankvergleich zu "*Chloroform*" für 20°C

	Referenz	Messung	Δ absolut	Δ relativ	Δ / u
ρ	1,4895	1,4769	-0,0126 g/cm³	0,8%	**152**
$-^{\Delta\rho}/_{\Delta T}$	0,0019	0,0019	±0,0000 g/cm³·K^{-1}	---	@

Zum Vergleich der Werte wurde das Messergebnis auf die Präzision der Referenzangabe gerundet.

*Der Ergebnisvergleich mit den Angaben, die in der Referenzdatenbank zu 'CHLOROFORM' gefunden werden, stellt die Werteübereinstimmung dar. Der Unterschied wird als absolute Differenz "Probenmesswert minus Referenzwert" und als relative Abweichung angegeben. Das Symbol ρ steht für die Messgröße, $-^{\Delta\rho}/_{\Delta T}$ für die absolute Änderung bei einem Grad Temperaturabnahme (bei 20°C); die Zahl zu "**Δ u**" gibt ggf. an, um welchen Faktor die absolute Differenz von Mess- und Referenzwert größer ist als die angenommene Messunsicherheit. Das Zeichen "@" bringt zum Ausdruck, dass bei der Messgröße kein signifikanter Unterschied zwischen Mess- und Referenzwert auftritt.*

• Reinheit

		% $^m/_m$	% $^V/_V$
Chloroform	:	**99,0398**	**98,2035**
Ethanol	:	**0,9602**	**1,7965**

Die Gehaltsbestimmung basiert auf vorliegenden Datenbankeinträgen:

Chloroform, ID1015.1: $\rho_1 = f(\zeta[°C])$=1.4800-1.892E-3·(ζ-25)

Präzision: vier gültige Dezimalen.

Ethanol, ID101331.3: $\rho_2 = f(\zeta[°C])$=0.806421 -84.219·ζ/1E5 -0.039609·ζ^2/1E5

Präzision: fünf gültige Dezimalen.

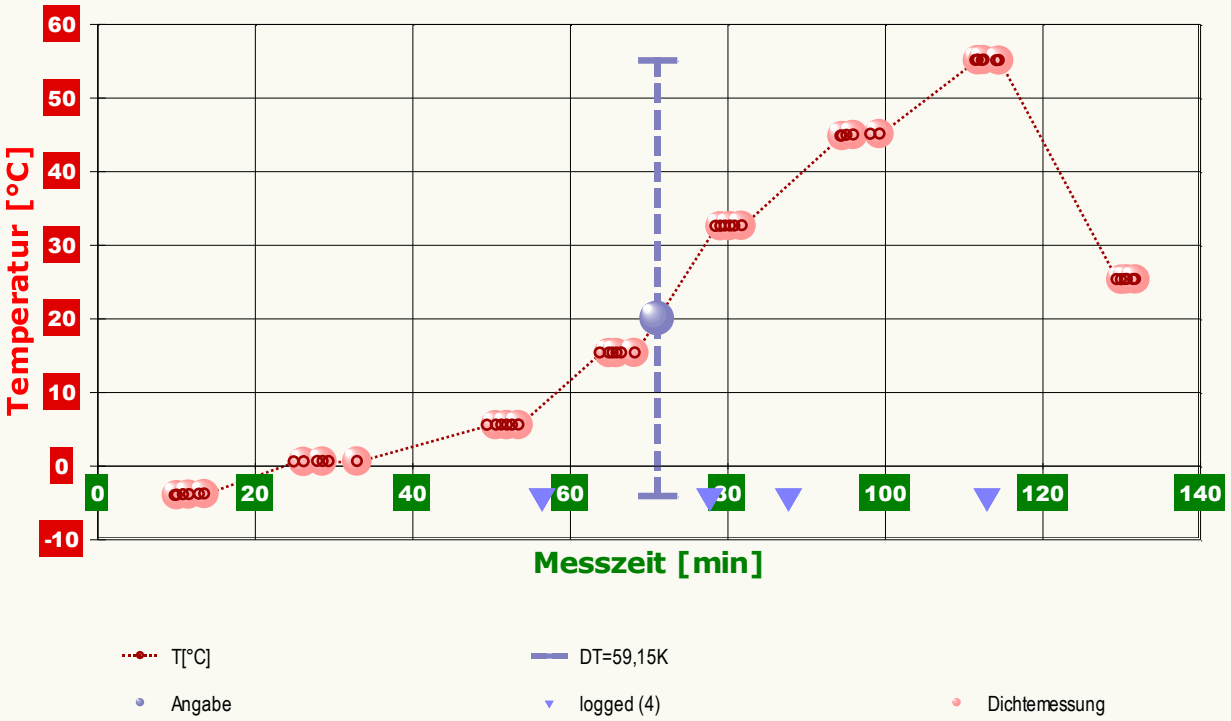
Ref. Anmerkungen: *'VN7291: r²=0,9999942, ±4,00E-5 g·cm-3 absolute bzw. 51ppm relative Standardabweichung'*.

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

Die Berechnung der Reinheit bzw. des Gehalts beruht auf der Beziehung: $\rho_{Ges} = (m_1+m_2) /(m_1/\rho_1 + m_2/\rho_2)$. Dabei ist ρ_{Ges} der hier gemessene Dichtewert, dessen Verhältnis in der Summe der Massen ($m_1 + m_2$) und der Volumen (jeweils V=m/ρ) analysiert wird. Für ρ_1 wird die Dichte der Referenz 'Chloroform' 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 konzentrationsabhängig), ist der Zahlenwert, der mit ρ1 multipliziert wird. Er drückt den Schwund ($\phi_{1/2}$ > 1) oder die Expansion ($\phi_{1/2}$ < 1) durch die Wirkung der Mischung auf die Gesamtdichte aus. Der Wert '1' ist, wie angegeben, für ideale Dispersionen und Lösungen, Emulsionen und Schäume sowie in der Regel bei geringfügigen Beimengungen annehmbar.

- **24 Dichtemesswerte**
  Gesamte Dauer zwei Stunden; stufig, zwischen -4,0 und 55,1°C, überwiegend ansteigender Temperaturverlauf mit wechselnden Temperierstufen und je 3 Messwerten.

Diagramm 'Temperaturprofil':



56,4': Temp.-Intervall auf 10K erhöht - Wärmedehung des Chloroforms ist ausreichend linear.
77,7': Es sieht so aus, als verursache die Ni-Oberfläche die Bildung von Gasbläschen!
87,7': Es steigen immer wieder Blasen auf. - Die Messung ist nicht ganz optimal, da der Thermostat zu unruhig läuft!
112,9': Kompressorautomatik wurde ausgeschalten!

Die zur Laufzeit der Messung vom Anwender/Prüfer eingegebenen Bemerkungen werden hier wiedergegeben, wobei am Anfang der Zeile der Eintragszeitpunkt als Minutenzahl angegeben ist.

Im Diagramm "Temperaturprofil" wird eine Übersicht zum zeitlichen Verlauf der Vorgänge und der jeweils aufgezeichneten Temperatur gezeigt. Die Grafik hat informativen Charakter und dient der Rückkopplung und Zusammenfassung. -- Zur Bedeutung der eingezeichneten Symbole: Die Kreismarkierungen zeigen Temperaturmesswerte an; die kugelförmigen Marken stehen für Zeitpunkt und Temperaturzuordnung von Auftriebsmesswerten. Die Dreiecke zeigen jene Zeitpunkte an, zu welchen vom Prüfer die oben angegebenen Anmerkungen zu Protokoll gegeben wurden.

- **Ergebnisse**
  Akquisitionsperiode der 24 Messwerte im Messablauf: 10 bis 132 min, Temperatur ΔT =+59,10 K
  Ergebniswert: ρ = **1,476923 ±<*0,0000023*> g/cm³** (293,15 K, 100,0 kPa)
  Streuung: ±**8,31·10^{-5}** g/cm³ absolute bzw. 56ppm relative Standardabweichung
  Berechnung: quadratische Regressionsgleichung, eindeutig temperaturabhängig.
  Temperaturzusammenhang zwischen -4,01 und 55,09 °C:

$$\rho\,[\mathrm{g/cm^3}] = f(\vartheta[°\mathrm{C}]) = 1{,}5141360 - 183{,}91\cdot\vartheta/1\mathrm{E}5 - 0{,}10770\cdot\vartheta^2/1\mathrm{E}5 \qquad r^2=0{,}9999956\ s^2=6{,}91\mathrm{E}\text{-}9$$

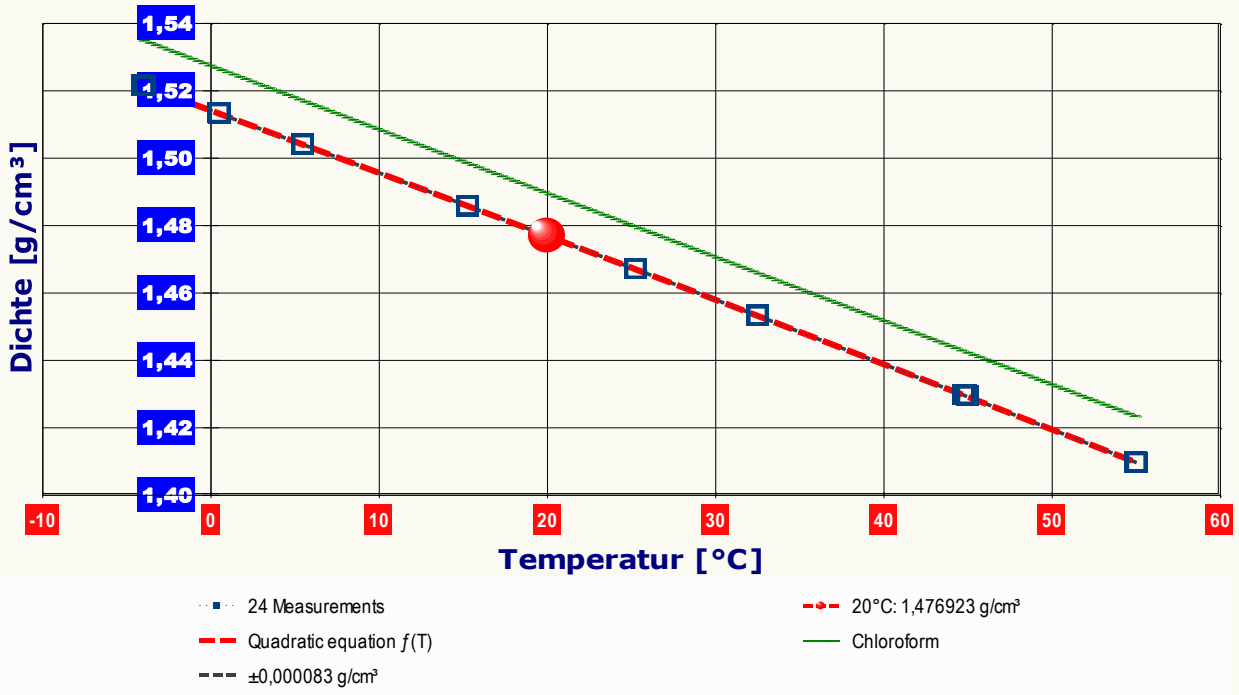
>> alternativ, die lineare, eher extrapolierbare Gleichung: '1,514358 -189,2457·ϑ/1E5' mit r²=0,999909 und s²=1,36E-7 <<

Der Ausdehnungskoeffizient mit 127,4 [$10^{-5}K^{-1}$] entspricht durchschnittlichen Werten gut. Die relative Änderung der Dichte mit der Temperatur beträgt 1,3‰, entsprechend 0,001882 g/cm³ pro Grad bei der Angabetemperatur.

*Die relativ große Streuung zeigt **Klärungsbedarf** an!! - Die angenommene Messunsicherheit '0,0000023 g/cm³' wird somit durch die Standardabweichung ersetzt. --- Die Messdaten werden automatisch analysiert. Ergebnis und ermittelte Formeln stellen Vorschläge dar, wobei sich aus den Umständen der Messung ggf. andere Zusammenhänge ergeben können. Üblicherweise kann der Ausdehnungskoeffizient für Fluide bei 25°C im Bereich zwischen 50 und 150 $10^{-5}K^{-1}$ liegen. Der Korrelationskoeffizient zeigt die Qualität der gegenseitigen Abhängigkeit an (r², der 'exzellent' ist). Die Präzision zwischen den*

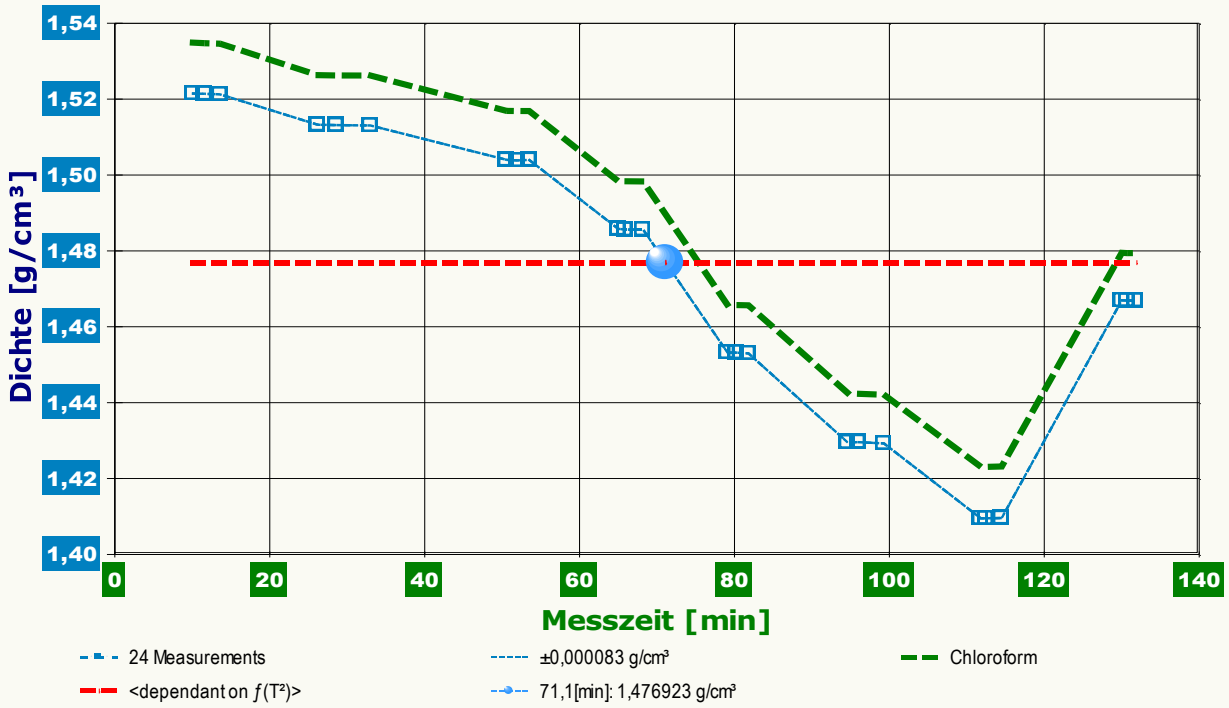
Messwerten und der Regressionsgleichung wird durch die Varianz (s^2) der Residuen qualifiziert - die Standardabweichung ($\sqrt{s^2}$) muss deutlich kleiner als die anzunehmende Messunsicherheit sein.

Diagramm 'Dichte/Temperatur':



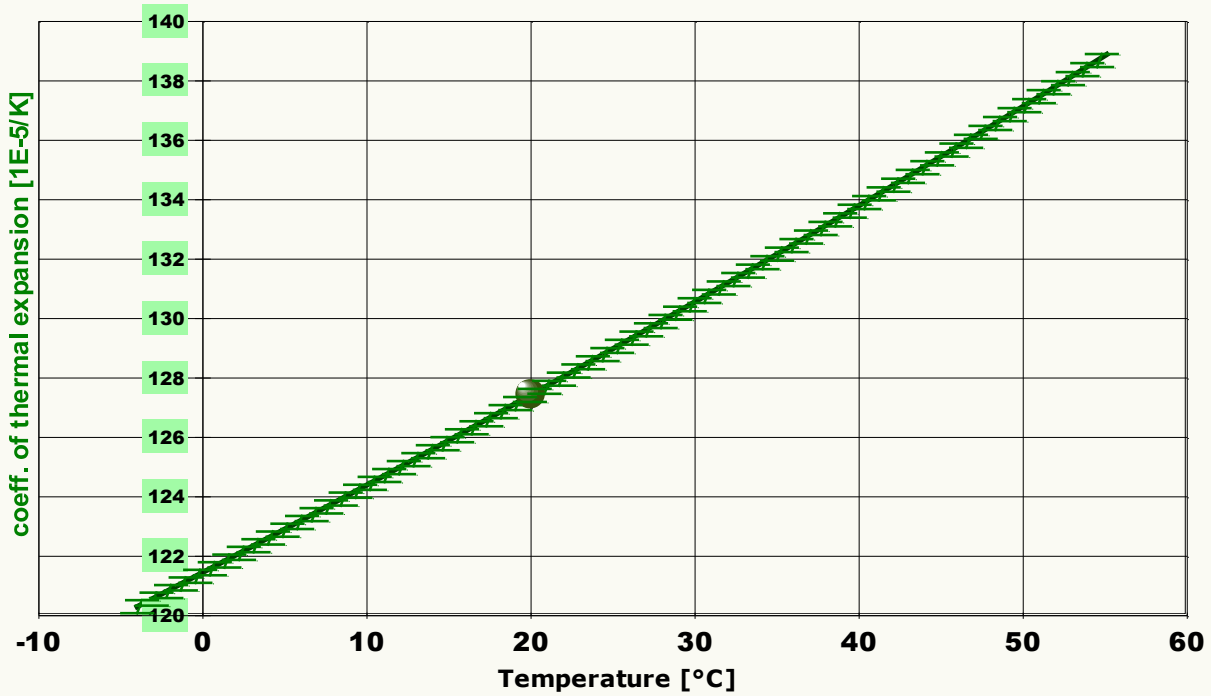
Das Diagramm "Dichte/Temperatur" zeigt die 24 Dichtemesswerte in Temperaturabhängigkeit an. Die Regressionsfunktion der Messwerte ist eingezeichnet. Auf ihr ist der als Ergebnis ausgewiesene Angabewert für 20°C als Kugelmarke dargestellt sowie, diesen umgebend, der markierte Bereich der Messunsicherheit. Als dünn schraffierter Bereich, der in der Breite der angenommenen Messunsicherheit markiert ist, werden Datenbank-Referenzwerte von 'Chloroform' herangezogen.

Diagramm 'Messwerte - Zeitverlauf':



Im Diagramm "Messwerte - Zeitverlauf" sind die einzelnen Messwerte als Kreissymbole in zeitlicher Sequenz abgebildet. Der ausgewiesene Angabewert ist bei 71,1 min (20°C) als Kugelmarke eingezeichnet. Um die Ausgleichsfunktion bzw. die Messwerte ist der Unsicherheitsbereich markiert. Als gestrichelte Linie werden Datenbank-Referenzwerte von 'Chloroform' temperaturkompensiert herangezogen.

Diagramm 'Ausdehnungs-Koeffizient':



Das Diagramm, "Ausdehnungs-Koeffizient" zeigt den Verlauf des Ausdehnungskoeffizienten κ der Chloroform aus der Ableitung der Dichte-Verlaufsgleichung an. Die Breite entspricht dem hier angenommenen Fehler. Der Angabewert ist als kugelförmiges Symbol eingezeichnet.

Aus der quadratischen Regressionsgleichung des Dichteverlaufs kann für den Raumausdehnungs-koeffizienten eine Gleichung angegeben werden:

$$\kappa \mid [10^{-5}\cdot K^{-1}] = f(\vartheta[°C]) = (183{,}9+0{,}2154 \cdot \vartheta) /(1{,}5141-1{,}8391E\text{-}3\cdot\vartheta-1{,}0770E\text{-}6\cdot\vartheta^2)$$

Die Bestimmtheit der Gleichung wird aus der Regressionsfunktion zu $\pm 0{,}2\cdot 10^{-5}$/K übernommen. Bei 20 °C beträgt die relative Zunahme des Koeffizienten 2,4‰ pro Grad.

Um das Volumen bzw. eine Volumenänderung für 'Chloroform' bei einer bestimmten Temperatur ϑ im gültigen Temperaturbereich zwischen -4,0 und 55,1°C vorherzusagen, kann mit dem bei der Temperatur ϑ° gegebenen Volumen $V0_{\vartheta°}$ das Volumen $V1_{\vartheta}$ bei der Temperatur ϑ über das entsprechende Verhältnis der Dichten berechnet werden:

$$V1_{\vartheta} = V0_{\vartheta°}\cdot(1{,}5141 -1{,}8391\cdot 10^{-3}\cdot\vartheta° -1{,}0770\cdot 10^{-6}\cdot\vartheta°^2) / (1{,}5141 -1{,}8391\cdot 10^{-3}\cdot\vartheta -1{,}0770\cdot 10^{-6}\cdot\vartheta^2)$$

- **Datentabelle**

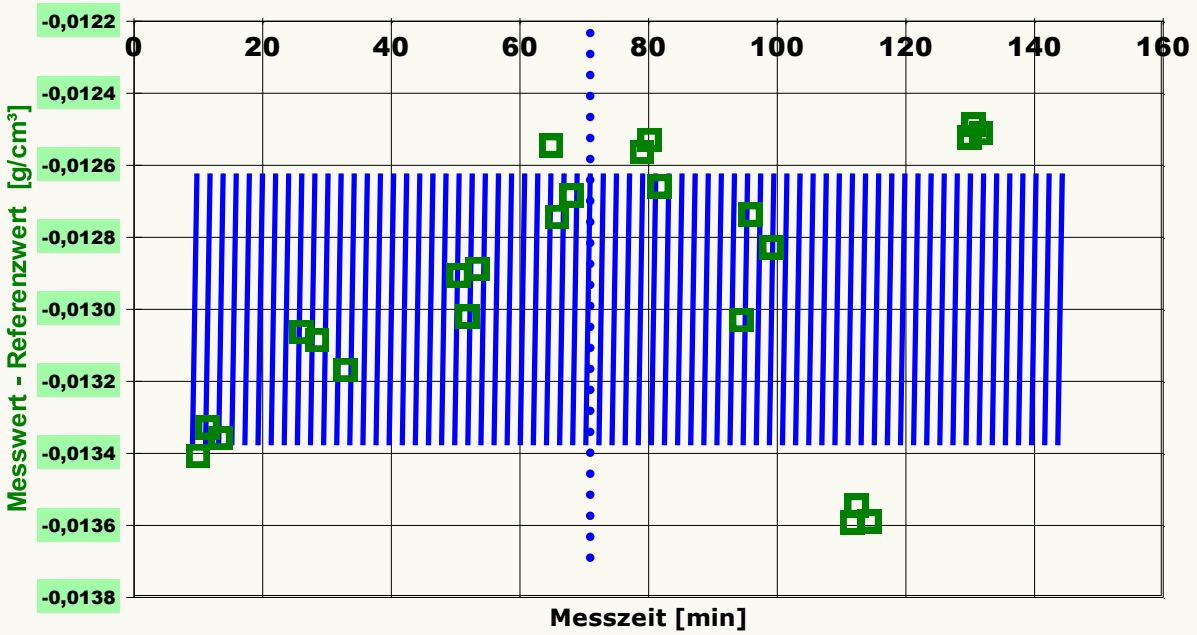
Die nachfolgende Aufstellung gibt die Daten zu den Einzelergebnissen an.

N°	*t*[min]	*T*[°C]	*ρ*[g/cm³]	Δ*ρ*[g/cm³]	*W* [g]	Δ*W*$_t$[g]	Δ*t*[s]	*N*
1.	10,1	-4,01	1,5214773	0,0000000	51,3752	± 0	1,1	2
2.	11,6	-3,93	1,5214050	-0,0000031	51,3795	0,0002	2,1	3
3.	13,6	-3,86	1,5212428	0,0000184	51,3899	-0,0013	9,4	10
4.	26,2	0,52	1,5132506	0,0001132	51,8963	-0,0076	23,8	24
5.	28,6	0,56	1,5131527	0,0000949	51,9026	-0,0063	24,9	25
6.	33,0	0,57	1,5130503	0,0000178	51,9094	-0,0012	24,9	25
7.	50,6	5,50	1,5039857	0,0001688	52,4844	-0,0114	24,9	25
8.	52,0	5,51	1,5038521	-0,0001995	52,4933	0,0134	20,7	21
9.	53,5	5,52	1,5039657	0,0001821	52,4856	-0,0123	24,9	25
10.	65,0	15,30	1,4858042	0,0001682	53,6395	-0,0113	24,9	25
11.	65,9	15,30	1,4856064	-0,0001156	53,6528	0,0077	15,6	16
12.	68,2	15,32	1,4856282	-0,0001161	53,6512	0,0078	16,6	17
13.	79,1	32,52	1,4532069	-0,0000248	55,7168	0,0016	24,9	25
14.	80,3	32,55	1,4531832	0,0001116	55,7182	-0,0075	24,9	25
15.	81,8	32,58	1,4529974	0,0000628	55,7305	-0,0043	24,9	25
16.	94,6	44,78	1,4295435	0,0000000	57,2295	± 0	1,1	2
17.	96,0	44,91	1,4295906	-0,0000414	57,2255	0,0026	39,8	25

18.	99,3	45,04	1,4292543	0,0002977	57,2473	-0,0201	24,8	25
19.	111,8	55,07	1,4095126	0,0000045	58,5126	-0,0003	4,2	5
20.	112,5	55,09	1,4095227	-0,0000061	58,5118	0,0003	3,1	4
21.	114,5	55,03	1,4095921	-0,0000025	58,5075	0,0001	6,3	7
22.	130,0	25,27	1,4669638	0,0000382	54,8394	-0,0025	24,9	25
23.	130,7	25,31	1,4669242	-0,0000010	54,8418	± 0	1,1	2
24.	131,8	25,30	1,4669191	-0,0000010	54,8422	± 0	1,1	2

*In der Tabelle gibt die Spalte '**t**' den Zeitpunkt des Messwertes, '**T**' die Temperatur und '**ρ**' den Dichtewert an. - In der Aufstellung werden auch diagnostische Daten ausgegeben: In der Kolumne '**Δρ**' 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 wurden. Die Rubrik '**ΔW$_t$**' gibt die zuvor eingetretene Änderung des Wägewertes wieder. Mit '**N**' wird die Zahl der dabei aufgezeichneten Wägewerte angegeben. Die Zahl in Klammern ist die Anzahl der einzelnen Wägewertablesungen in der letzten Ablesungssequenz.*

Diagramm 'Residuen':



Reference values for 'Chloroform' acc. to f(T[°C])=1.4800-1.892E-3·(T-25)
Mean and Standarddev. of Residuals: -0,013 ±3,7E-4 g/cm³, relative: -0,88% at a spread of 0,25‰

Das Chart "Residuen" zeigt 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.

- **Messkörper**

Eingesetzter Messkörper '***Frei angegeben***', Masse 153,4467±0,0001 g, Volumen$^{(25°C)}$ 67,2235±0,0001 cm³, kubischer Ausdehnungskoeffizient $67{,}1\cdot10^{-6}K^{-1}$. Die Druckangabe, die im Ergebnis angegeben ist, wird aus der Luftdichte zum Angabezeitpunkt ermittelt (p_{abs}=100 kPa), ein zusätzlicher Beitrag ergibt sich aus dem hydrostatischen Druck auf den Messkörper, der jedoch nicht berechnet werden kann, da in den Daten keine Eintauchtiefe angegeben ist. Die Kompressibilität des Messkörpers wird nicht gesondert in Betracht gezogen.

- **Messunsicherheit**

Die Messauflösung der Wägeeinheit (0,1 mg) erlaubt mit dem Messkörper und bei der Fluiddichte die maximale Auflösung zu 0,0000010g/cm³ (0,68ppm). Die für die Messung angegebene Messunsicherheit der Wägung (±0,2 mg) bedeutet messkörperbezogen $\pm2{,}0\cdot10^{-6}$ g/cm³. Die Fehlerfortpflanzung der Messkörperdaten ergibt eine Unsicherheit von $\pm2{,}3\cdot10^{-6}$ g/cm³. Entscheidend ist jedoch die Unsicherheit durch die Temperaturmessung: Bezogen auf die Dichte und Wärmedehnung von *Chloroform*, wie in dieser Messung bestimmt, erlaubt die Messauflösung des

Temperatursensors (0,01 K) die Auflösung der Dichte zu ±1,9·10^{-5} g/cm³ anzugeben. Die einschränkend vorgegebene Unsicherheit der Temperaturmessung (±0,03 K) bedeutet demnach eine Unsicherheit von ±5,6·10^{-5}g/cm³. Insgesamt wird somit die Messunsicherheit bei 20°C zu **±5,7·10^{-5} g/cm³** 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 15,173 mm führt mit der Querschnittsfläche der Aufhängung (Ø = 0,0314 mm²) zu einer Korrektur der Auftriebskraft über das Volumen 0,476 mm³ bei jeweiliger Flüssigkeitsdichte.

Anhand des dokumentierten Verfahrens, des Zeit- und Temperaturverlaufs, der Ausgabe der Tabelle, der Messkörperdaten sowie der evaluierten Unsicherheiten (insbesondere derer, die erst durch den Temperaturgang des Messgegenstands offenbar werden) werden in diesem Bericht Informationen ausgegeben, die die Überprüfung der Einzelwerte ermöglichen und weitere Schlussfolgerungen erlauben können.

• Meldungen

1. Berechnungen mit Daten eines frei definierten Messkörpers. Es wird keine individuelle Messunsicherheit des Messkörpers in Betracht gezogen!.
2. Für die Messung - bzw. den Messkörper - wurde keine Eintauchtiefe angegeben, mit welcher der Beitrag des hydrostatischen Druckes berechnet werden kann. Bitte tragen Sie die Daten ggf. im Messkörperformular oder im Datenblatt nach.

……

• Datenbankvergleiche

--- R E F E R E N Z	g/cm³	A B W E I C H U N G	R E F. I D
1. Trichlorfluorethan²	1,4767 (25°C)	-0,15‰	ID110.8
2. **Chloroform**¹	1,4895	+0,85%	ID15.2
3. Trichlorethylen²	1,4578 (25°C)	-1,3%	ID109.1
4. H2SO4, 60%²	1,4983	+1,4%	ID131.4
5. Ethylbromid¹	1,50138	+1,7%	ID1313.1
6. Carbonylchlorid²	1,435	-2,8%	ID1312.7
7. 1,1,2-Trichlor ethan²	1,4346 (25°C)	-2,9%	ID108.5
8. Brombenzol¹	1,52231	+3,1%	ID1314.2
9. **Chloroform** (DS1)¹	1,52643	+3,4%	ID1315.6
10. 1,1,1,2-Tetrachlor ethan²	1,5346 (25°C)	+3,9%	ID100.2
11. H2SO4, 50%²	1,3951	-5,5%	ID130.1
12. 1,1,2-Trichlortrifluorethan²	1,5642 (25°C)	+5,9%	ID111.6
13. Tetrachlormethan²	1,5833 (25°C)	+7,2%	ID13.0
14. 1,1,1-Trichlor ethan²	1,3303 (25°C)	-9,9%	ID107.7
15. Methylenchlorid¹	1,3272	-10%	ID29.6
16. H2SO4, 40%²	1,3028	-12%	ID129.4

(Vergleichsstoffe nur aus dem Referenzdatenbestand) ¹Referenzwert für 20°C berechnet, ²tabellierter Referenzwert.

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

……

Berichtseinstellungen - aktivierte Ausgabeeinstellungen: *Datenbankvorschläge anzeigen, Erläuterungstexte, detaillierte Ergebnisse, allgemeine Angaben, Vergleichsanalyse, formatierte Tabellen, Prüfmittelüberwachung, Online-Protokoll, Status und Ausführungshinweise, Berichtseinstellungen, Authentifizierungen.*
Beschränkte Informationsausgabe durch negierte Optionen: *Bearbeitungshinweise, Audit-Trail, sensorische Zusatzdaten + IFG-Ereignisse werden nicht angezeigt.*
Wägewerte *sind - wenn nicht anders ausgezeichnet - konventionelle Wägewerte (OIML);* ***Temperaturangaben*** *beziehen sich auf die Skala der ITS-90.*
Standardabweichungen: *Verschiedentlich werden Regressionsfunktionen mit Standardabweichungen (s) bzw. Varianzen (s²) qualifiziert. Diese Streuungsangabe wird berechnet aus der Summe der Quadrate der Abweichungen der Einzelwerte zu dem berechneten Funktionswert (der dem Einzelwert entsprechen soll) dividiert durch die Anzahl der Werte weniger 1. Sofern nicht anders bezeichnet, werden für ±(Mess-)Unsicherheiten stets einfache Standardabweichungen - ohne Erweiterungsfaktoren - angegeben, d.h. die Überdeckung betrifft 67% der (empirischen) Werte.*
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, um verifizierbar zu 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 7173, Datenbank imeterData14) auffindbar und als Referenz oder Vergleich nutzbar. Ggf. enthalten nachfolgend ausgegebene Informationen, 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.

Programm

Data createtd by execution of the IMPro ***"freieMeniskuseliminierung"***, type 8/139. Messprogramm Abbruch von Benutzer (Zeile 31.)

Prüfmittel

Die Kraftmesseinrichtung (WZ224-CW) wurde zuletzt ein Tage vor dieser Messung von imeter justiert. ***IMETER ID16405542***: Systemdaten: Auflösung des Wägesystems 0,1 mg, Messunsicherheit*) 0,2 mg, Dichte der Justiermasse*) 8,000 g/cm³, Luftdichte*) 1,2 kg/m³; Umrechnungen von Masse nach Kraft mit dem Wert 9,80769 m/sec² für die Fallbeschleunigung*). Die Messauflösung der Temperaturmessung beträgt 0,01 K, die Unsicherheit*) 0,03 K. Akquisitions-Softwareversion IMETER 4.1.109, LizenzN° *3037-4759*, Windows 5.1- Betriebssystem auf PC Ser.N°143431694 (C, iTop).

Report created by IMETER

„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.

IMETER

Messtechnik - nachhaltig zusammengefasst

Intelligenter messen.

- *Feststoff- und Flüssigkeitsdichte, Ausdehungskoeffs.*
- *Grenz-, Oberflächenspannung und ~Energie*
- *Viskosität, Rheologie, Konsistenz, Textur*
- *(Aus-)Härtungszeit, Porosität, Sorptivität u.v.a.*
- *freie und spezifische Automationen*

©2016 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:
www.imeter.de/adienstleistungen.html

Probieren Sie's einfach!