



IMETER V.5.5 rev.85

automatic Report (BF91C0P16312B), IMETER / MSB Breitwieser

ID N° 15269 - DiVA-Method: Constant Rate Measurement

Wasser (Dest. Wasser)

Probe kurz vor Messung erwärmt um Blasenbildung zu vermeiden.

Sample/Ref.: Wasser

----- Results at 25,0°C -----

Viscosity: $\eta_{(100/s)} = 0,888 \pm 0,01 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, $\nu = 0,89 \pm 0,01 \text{ cSt}$

Density: $\rho = 0,99706 \pm 0,000068 \text{ g/cm}^3$

Report

- **Hinweis:** Die Aktivierung der Option "ERLÄUTERUNGSTEXTE", die für diese Berichtsausgabe eingestellt ist, bewirkt, dass der Bericht mit automatischen Kommentaren versehen wird. Erklärungen sind formatiert wie dieser Text. Nachfolgend eine kurze Erklärung zum Prinzip der Messung.

1. MESSPRINZIP

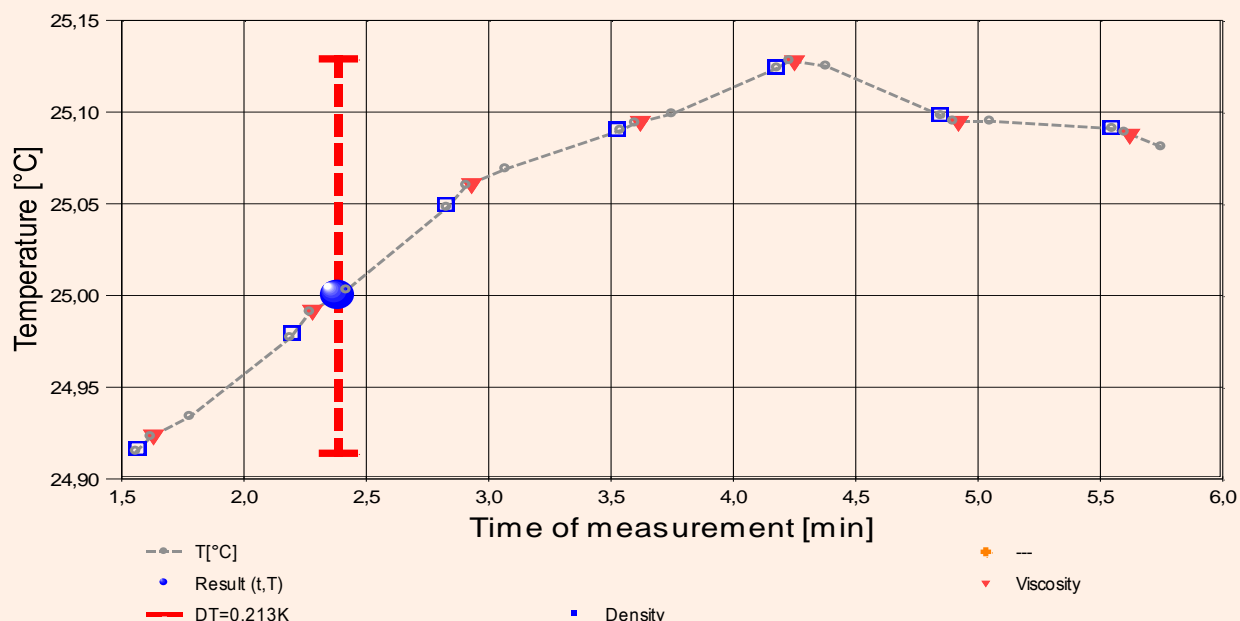
Die 'DiVA-Methode' beruht auf Kraftmessungen mit einem geraden Kreiszyylinder (=Messkörper), der sich konzentrisch in einer Röhre mit der Probe befindet. Dabei ist der Messkörper über die Aufhängung an einer Wägezelle angeschlossen. Die Röhre ist auf einer Plattform koaxial-konzentrisch zum Messkörper ausgerichtet. Wird die Plattform - also die Röhre - bewegt, so fließt Probe durch den ringförmigen Spalt zwischen Messkörper und Röhre. Dadurch wirkt auf den Messkörper eine zusätzliche Kraft, die durch Strömung und Zähigkeit der Probe hervorgerufen wird. - Über die Bewegungsgeschwindigkeit ergibt sich aus der Geometrie von Röhre und Messzylinder eine entsprechende Zwangsströmung durch den Ringspalt. Strömung, Kraft, Geschwindigkeit und geometrische Verhältnisse gehorchen der analogen Form des Hagen-Poiseuille'schen Gesetzes für Ringspalte und erlauben unter Berücksichtigung von Aufhängung, Auftriebseffekten und der Strömungskinetik eine ungewöhnlich exakte Berechnung der absoluten Viskosität für Newtonsche Fluide. Indem die Viskositätsmessung bei gleichbleibender Deformation (der Schergeschwindigkeit 100 /s kommt etwa die Bedeutung von *leichtem Pumpen, Auftragen* gleich), wie in dieser Messung, sieben-Mal wiederholt ausgeführt wird, gibt die Standardabweichung der Viskosität (und der Dichte) die Wiederholpräzision an. Bei Stillstand wirkt auf den Messkörper die Auftriebskraft. - Die Dichte (*spezifische Masse, Massekonzentration*) gibt an, welche Materiemenge in einem bestimmten Volumen vorliegt. Sie ist ebenfalls 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 - entsprechendes gilt hinsichtlich der geometrischen Verhältnisse und der Geschwindigkeit für die Viskositätsmessung - * DiVA-Messungen sind rein metrologisch. Die Ergebnisse sind rückführbar. Die im nachfolgenden Bericht aufgeschlüsselten Mess- und Normaldaten beschreiben das Zustandekommen der Resultate sehr weitgehend. Ergebnisse der DiVA-Messungen zeigen keine prinzipiellen Abweichungen zu Resultaten, die durch den Einsatz klassischer Referenzverfahren wie Glaskapillarviskosimeter oder Pyknometer gewonnen werden können.

2. ÜBERSICHT

Dichte und Viskosität wurden sieben mal gemessen.

Messdauer sechs Minuten; Temperaturänderung im Bereich von 24,915 bis 25,128°C.

- **Diagramm 1: Die Temperatur im Verlauf der Messung -**



- Mit Diagramm 1. ('t/T-Protokoll') wird eine Übersicht gezeigt, die den Temperaturverlauf in der Messung und eine Zusammenfassung der Vorgänge anzeigt. -
- Die Kreismarkierungen zeigen Temperaturmesswerte an; die blauen Quadrate stehen für Zeitpunkt und Temperaturzuordnung von Dichtemessungen, rote Winkel für Viskositätsmessungen.

3. VISKOSITÄTS - MESSUNG

Akquisitionsperiode der 7 Messwerte im Messablauf: 2 bis 6 min, Temperatur $\Delta T = 0,204$ K

Resultat: $\eta = 0,8876 \pm 0,0098$ mPa·s bzw. $\pm 1,1\%$ (298,15 K)

Streuung: $\pm 7,7 \cdot 10^{-4}$ mPa·s absolute bzw. 0,87‰ relative Standardabweichung

Berechnung: lineare Regressionsgleichung, eher temperaturabhängig.

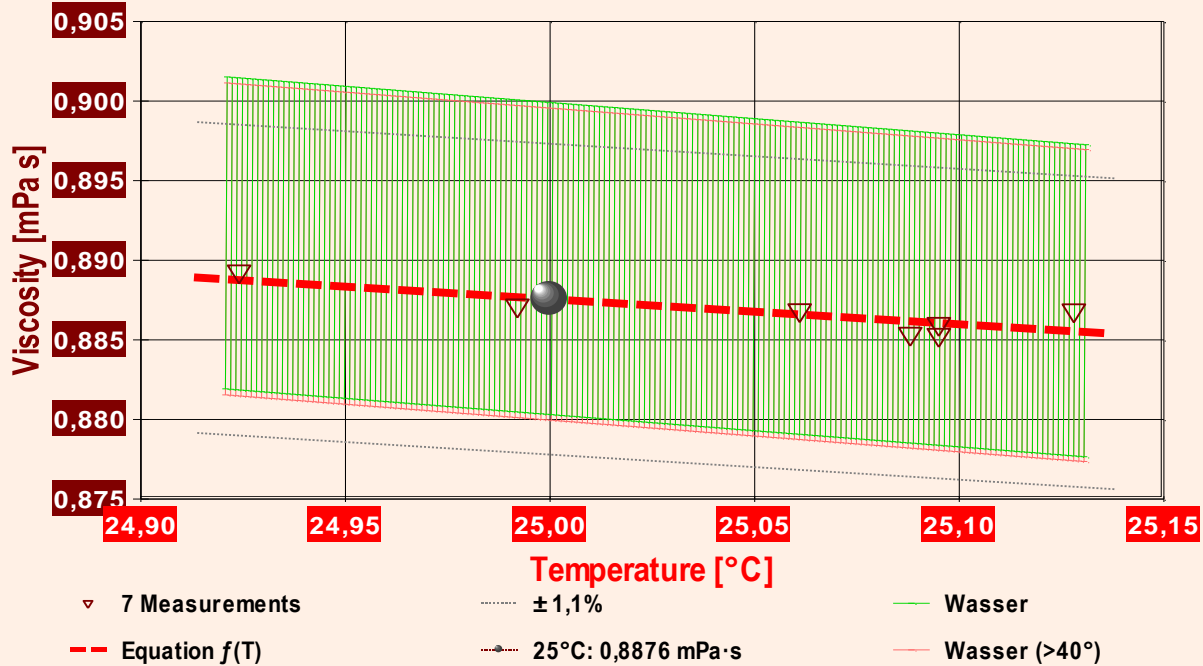
Temperaturzusammenhang zwischen 24,924 und 25,128 °C:

$$\eta [\text{mPa}\cdot\text{s}] = f(\vartheta [^\circ\text{C}]) = 1,2817 - 0,01576 \cdot \vartheta \quad r^2=0,68 \quad s^2=5,91\text{E-}7$$

Messung bei konstanter Schergeschwindigkeit (CR), $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$.

- Die Messdaten werden automatisch analysiert. Ergebnis und ermittelte Formeln stellen Vorschläge dar, wobei sich aus den Umständen der Messung ggf. andere Zusammenhänge ergeben können. - Aus der Abwägung der Einflüsse werden formale Zusammenhänge für die Bewertung ermittelt und auch 'Qualitätsangaben' erzeugt, die, wie hier, offenbar nicht ganz eindeutig sind (eine Messzeitabhängigkeit kann immer Temperatureinflüsse überlagern - Ergebnisse werden eindeutiger, wenn im Messablauf stärker unregelmäßige Temperaturänderungen eingestellt werden). Der Korrelationskoeffizient zeigt die Qualität der gegenseitigen Abhängigkeit an (wobei ' $r^2=0,68$ ' eine schlechte Korrelation anzeigt). 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 2: Die Temperaturabhängigkeit der Viskosität -**



- Das Diagramm 2, "eta-f(T)2", zeigt die sieben Viskositätsmesswerte als Dreiecke bei der jeweils beigemessenen Temperatur. Der Angabewert bei 25°C für die Wasser-Probe ist als Kugelmarke abgebildet; der Bereich der Messunsicherheit wird zwischen den beiden feinen Linien ausgewiesen. Der Verlauf der Regressionsfunktion ist als dicke, gestrichelte Linie gezeichnet und in der Breite der Messunsicherheit, der Verlauf der Referenzfunktion von 'Wasser' (aus der Datenbank) und zum Vergleich der Wertebereich der ähnlich viskosen Substanz 'Wasser (>40°)'.

3.1. Tabelle 1, Daten der Viskositätsmessung

Die gegebenen Zusammenhänge beruhen auf Ableitungen der ermittelten Messdaten - Tabelle 1 stellt dazu Eingangs- und Ergebnisdaten zur Verfügung.

N°	t	T	η .	v_z	F_z .	τ	v_{max} .	$\dot{\gamma}$	Re
1.	1,6	24,924	0,8893	3,032	1,5268	0,08889	21,72	99,956	28,7
2.	2,3	24,992	0,8872	3,032	1,5231	0,08868	21,72	99,957	28,8
3.	2,9	25,061	0,8869	3,032	1,5227	0,08865	21,72	99,958	28,8
4.	3,6	25,095	0,8853	3,032	1,5200	0,08849	21,72	99,959	28,9
5.	4,3	25,128	0,8868	3,032	1,5227	0,08865	21,72	99,959	28,8
6.	4,9	25,095	0,886	3,032	1,5212	0,08856	21,72	99,959	28,8
7.	5,6	25,088	0,8854	3,032	1,5201	0,0885	21,72	99,958	28,9

Tabellensymbole: t Zeitpunkt [min], T Temperatur [°C], η Messwert Viskosität [mPa·s], v_z Beweg- bzw. Relativgeschwindigkeit zwischen Messkörper und Röhre [mm/s], F_z viskositätsbedingte Kraft am Messkörper [mN], τ Schubspannung [Pa], v_{max} maximale Strömungsgeschwindigkeit [mm/s], $\dot{\gamma}$ Schergeschwindigkeit [s^{-1}], Re Reynoldszahl.

- Tabelle 1 listet die wesentlichen Kennzahlen zu den einzelnen Messungen auf. Die zentrale Messgröße ist in der Spalte F_z angegeben; sie ist die 'reinviskose' Kraft und zentrale Größe für die Berechnung der Viskosität durch die IMETER-Ringspaltgleichung. Sie wird nach Korrekturen aus der stationären Kraft (F_w) erhalten. Berücksichtigt werden die Auftriebskräfte von Zylinder (F_p) und Aufhängung (F_{hp}), der geschwindigkeitsproportionale Druckverlust durch die kinetische Energie und die Reibung in der Einlaufzone des Ringspaltes (F_z), die viskose Reibung (rekursiv) des/der Aufhängungsdrähte/Stäbe des Zylinders im Medium (F_m) sowie ein konstanter Beitrag F_θ , der durch eine vorgegebene Fließgrenze, Benetzungskraft, Konvektion (...) begründet sein muss. Die Korrektur der stationären Kraft ergibt sich damit aus $F_z = F_w - F_p - F_{hp} - F_\zeta - F_{hp} - F_\theta$. Die Korrekturen können in einem erweiterten Berichtsformat (zuschaltbar) in allen Einzelheiten ausgegeben werden.

Die Schubspannung τ entspricht der rein durch die Viskosität des Mediums je Quadratmeter der Zylindermantelfläche ausgeübten Kraft. v_{max} ist die Maximalgeschwindigkeit des Newton'schen Fluids im Ringspalt relativ zum Zylinder. Sie ergibt sich aus der Bewegungsgleichung und dem geometrischen Aufbau. Die mittlere Geschwindigkeit (nicht in der Tabelle ausgegeben; $v_m = v_z \cdot ra^2 / (ra^2 - ri^2)$), mit ra Röhrenradius und ri Zylinderradius) wird für die Berechnung der Reynoldszahl benötigt. $Re = \rho \cdot v_m \cdot d / \eta$, mit der charakteristischen Länge d , die (wie bei Rohrströmungen) für den Ringspalt aus dem hydrodynamischen Radius mit $d = 2(ra - ri)$ berechnet wird. Die Scherrate, Schergeschwindigkeit oder Deformation $\dot{\gamma}$, die für die Berechnung verwendet werden, ist berechnet als Geschwindigkeitsgradient unmittelbar an der Zylinderoberfläche.

4. DICHTE - MESSUNG

Akquisitionsperiode der 7 Messwerte im Messablauf: 2 bis 6 min, Temperatur $\Delta T = 0,208$ K

Angabewert: $\rho = 0,99706 \pm 0,000068$ g/cm³ (298,15 K, 95,99 kPa)

Streuung: $\pm 3,1 \cdot 10^{-5}$ g/cm³ absolute bzw. 31 ppm relative Standardabweichung

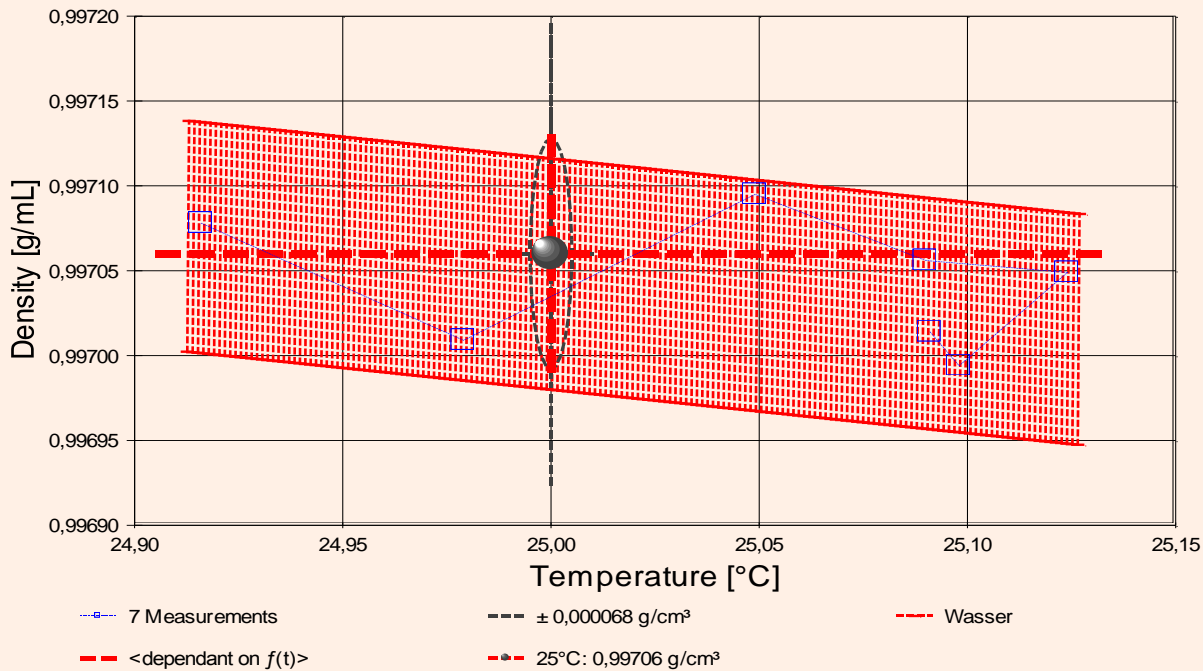
Berechnung: lineare Regressionsgleichung, eher zeitabhängig.

Zeitzusammenhang durch Regression zwischen Minute 2 und 6:

$$\rho (f[\text{min}]) = 0,997094 - 1,460E-5 \cdot t \quad r^2 = 0,31 \quad s^2 = 9,86E-10$$

- Die Messdaten werden automatisch analysiert. Ergebnis und ermittelte Formeln stellen Vorschläge dar, wobei sich aus den Umständen der Messung ggf. andere Zusammenhänge ergeben können. - Aus der Abwägung der Einflüsse werden formale Zusammenhänge für die Bewertung ermittelt und auch 'Qualitätsangaben' erzeugt, die, wie hier, offenbar nicht ganz eindeutig sind (eine Messzeitabhängigkeit kann immer Temperatureinflüsse überlagern - Ergebnisse werden eindeutiger, wenn im Messablauf stärker unregelmäßige Temperaturänderungen eingestellt werden). Der Korrelationskoeffizient zeigt die Qualität der gegenseitigen Abhängigkeit an (wobei $r^2 = 0,31$ eine schlechte Korrelation anzeigt). 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 3: Die Temperaturabhängigkeit der Dichte -



- Das Diagramm 3, "rho-f(T)", zeigt die sieben Dichtemesswerte als Quadratsymbol bei der jeweils beigemessenen Temperatur. Der Angabewert bei 25°C für die Wasser-Probe ist als Kugel abgebildet; der Bereich der Messunsicherheit wird durch gestrichelte Linien ausgewiesen. In Markierungsbreite der Messunsicherheit ist die Referenzfunktion von 'Wasser-' aus der Datenbank abgebildet.

4.1. Tabelle 2, Dichtemessung

N°	t	T	ρ	H	ω	$\Delta_{rel.}$	N	F_A	$F_{korr.}$
1.	1,6	24,916	0,99708	2,048	2,9	0,31‰	4	412,9585	0,0008 ‡
2.	2,2	24,979	0,99701	2,048	3,9	0,11‰	5	412,9619	0,0003 ‡
3.	2,8	25,049	0,99710	2,048	4,4	26 ppm	6	412,9616	0,0053 ‡
4.	3,5	25,090	0,99706	2,048	3,1	0,39‰	4	412,9637	0,0051 ‡
5.	4,2	25,124	0,99705	2,048	2,3	0,19‰	3	412,9609	0,0021 ‡
6.	4,9	25,098	0,99699	2,048	2,3	59 ppm	3	412,9606	-0,0016 ‡
7.	5,6	25,091	0,99701	2,048	2,1	0,33‰	3	412,9632	0,0022 ‡

Tabellensymbole: t Zeitpunkt [min], T Temperatur [°C], ρ Dichte [g/cm³], H Positionshöhe der Messkörperunterkante über der Nullhöhe beim Dichtemesswert [mm], ω Beobachtungsdauer der Auftriebsmessung [s], $\Delta_{rel.}$ relative Dichteänderung pro Minute in der Beobachtungszeit [g·cm⁻³·min⁻¹], N Anzahl Auftriebsmesswerte, F_A gemessener Roh-Wert der Auftriebskraft [mN], $F_{korr.}$ gemessene Referenzkraft mit berechneter Korrektur für die Auftriebskraft der Messkörperaufhängung [mN].

- Die 'Nullhöhe' ist i.d.R. der Gefäßboden, falls nicht ein Podest für den Messkörper in der Röhre eingesetzt wurde. Die zu $F_{korr.}$ nachgestellten Zeichen '†' oder '‡' symbolisieren die jeweils angewandten Mess- und Korrekturverfahren ('†' für Dichtemesswerte ohne Meniskuseliminierverfahren, '‡' für Werte mit unmittelbarer und '†' für solche mit in Folgemessungen übernommener Eliminierung)

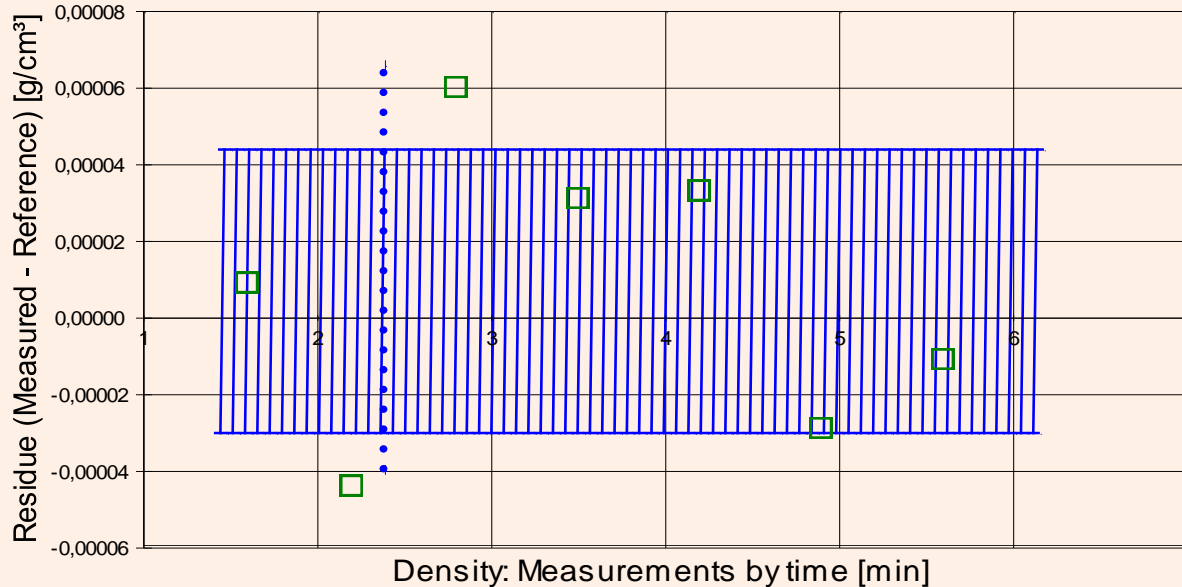
Bearbeitungshinweise: Der Roh-Wert der Auftriebskraft F_A [mN] ist in der Original-Messwertetabelle der Dokumentation angegeben (Die Rohdatentabelle enthält auch die anderen Werte, die der automatischen Interpretation zugrunde liegen). Die Auftriebs- und Korrekturkräfte werden durch 'Oversampling / Dequantisierung' um eine Stelle genauer angegeben, als es die Auflösung der Wägezelle eigentlich erlaubt.

5. REFERENZ VERGLEICH

Beurteilung von Viskositäts- und Dichtemessungen anhand der Residuen: Die Differenzen zwischen Mess- und Sollwerten zum Referenzeintrag *Wasser* wird in den Diagrammen unten dargestellt. Die temperaturunabhängige Abbildung der Differenzwerte entspricht der zeitlichen Abfolge der Messwerte. Unterhalb zeigt eine tabellarische Aufstellung den Zahlenvergleich zum angegebenen Ergebnis; dieser folgt eine Liste mit Stoffnamen aus der Datenbank mit vergleichbaren Werten.

- **VORSICHT** Die Bedeutung des automatischen Vergleichs mit jeweiligen Referenzwerten ist extrem von der Richtigkeit und Präzision der hinterlegten Stoffdaten abhängig. Bearbeitungshinweis: Überprüfen Sie bei wichtigen Aussagen die Richtigkeit der Referenzdaten; korrigieren Sie ggf. den Eintrag über das Referenzdatenformular.

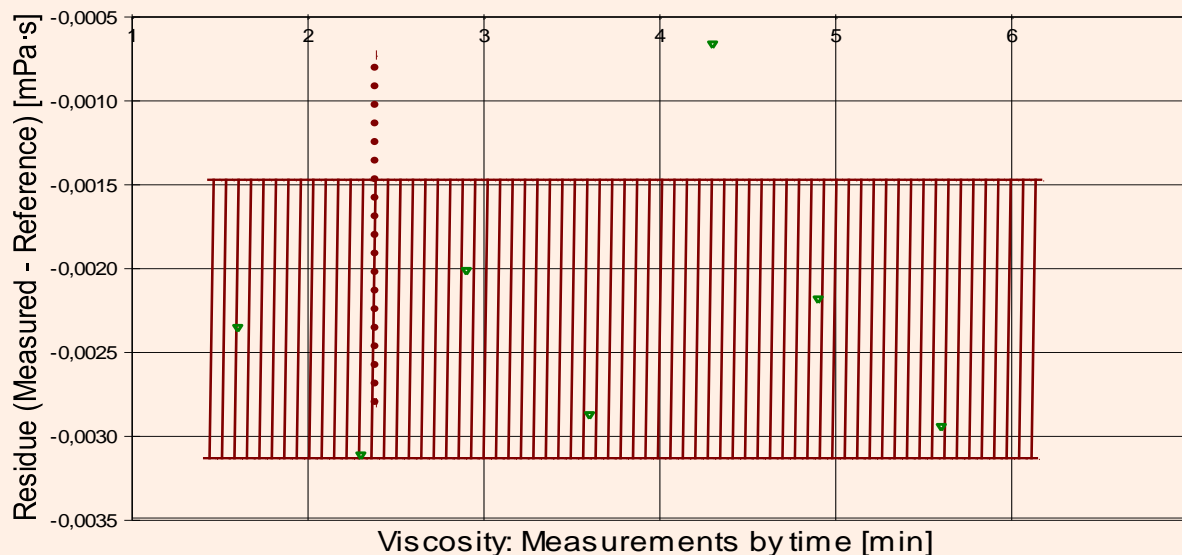
- Diagramm 4 -



Reference values for 'Wasser' acc. to $f(T[^\circ\text{C}]) = (6.5592063\text{E-}05 \cdot T^5 - 1.1225639\text{E-}02 \cdot T^4 + 1.0026530 \cdot T^3 - 90.968893 \cdot T^2 + 679.48991 \cdot T + 9998425.9) / 1\text{E}7$
 Mean and Standarddev. of Residuals: $7,00\text{E-}6 \pm 3,7\text{E-}5 \text{ g/cm}^3$, relative: $+7,0 \text{ ppm}$ at a spread of 37 ppm

- Das Chart N°4, "r-Residuen", zeigt temperaturkompensierte Abweichungen der einzelnen Dichtemesswerte zum jeweiligen Wert des Referenzwertes in der zeitlichen Sequenz der Messung. In der Diagrammunterschrift ist die Berechnungsfunktion der Referenzwerte angegeben sowie das mittlere Residuum und die Standardabweichung der Residuen, die im Diagramm schraffiert eingezeichnet ist.

- Diagramm 5 -



Reference values for 'Wasser' acc. to $f(T[^\circ\text{C}]) = 37.1941 \cdot \text{EXP}(1.35960\text{E}+11 / (273.15+T)^4 - 1.44585\text{E}+09 / (273.15+T)^3 + 6.04736\text{E}+06 / (273.15+T)^2 - 1.02607\text{E}+04 / (273.15+T))$
 Mean and Standarddev. of Residuals: $-2,30\text{E-}3 \pm 8,3\text{E-}4 \text{ mPa} \cdot \text{s}$, relative: $-2,6\text{‰}$ at a spread of $0,94\text{‰}$

- Das Chart N°5, "h-Residuen", zeigt temperaturkompensierte Abweichungen der einzelnen Viskositätsmesswerte zum jeweiligen Wert des 'besten Treffers' in der zeitlichen Sequenz der Messung. In der Diagrammunterschrift ist die Berechnungsfunktion der Referenzwerte angegeben sowie das mittlere Residuum und die Standardabweichung der Residuen, die im Diagramm schraffiert eingezeichnet ist.

5.1 Vergleich mit Wasser bei 25°C

	Referenz	Messung	Δ absolut	Δ relativ	Δ / u
ρ	0,99705	0,99706	+0,00001 g/cm ³	10 ppm	@

	Referenz	Messung	Δ absolut	Δ relativ	Δ / u
η	0,8901	0,8876	-0,0025 mPa·s	3‰	@
$-\Delta\eta/\Delta T$	0,0203	0,0158	-0,0045 mPa·s·K ⁻¹	20%	@

Die Datenbank liefert für η mit **Wasser (>40°)**, 0,8898 mPa·s, einen ähnlichen, präzisen, Vergleichswert. Der Unterschied zum Messwert beträgt hier 0,0022 mPa·s.- Der Ergebnisvergleich mit den Angaben, die in der Referenzdatenbank zu 'WASSER' gefunden wurden, stellt die Werteübereinstimmung dar. Der Unterschied wird als absolute Differenz "Probenmesswert minus Referenzwert" und als relative Abweichung angegeben. Das Symbol η steht für die Messgröße, $-\Delta\eta/\Delta T$ für die absolute Änderung bei einem Grad Temperaturabnahme (bei 25°C); die Zahl zu " Δu " 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. Die Aussagekraft von ' Δu ' hängt stark davon ab, ob ein hinreichend großes Temperaturintervall durchgemessen wird - was hier evtl. nicht der Fall ist.

5.2 Referenzwerte zu Dichte und Viskosität

-- DICHTEN -- REFERENZEN	(g/cm ³)	ABWEICHUNG	REF. ID
1. Wasser ¹	0,997048	-10 ppm	ID136.7
2. Water, SMOW ¹	0,997048	-10 ppm	ID1254.3
3. Wasser, SMOW ¹	0,9970475	-10 ppm	ID1392.2
4. Water, Augsburg, air-sat. ¹	0,997043	-20 ppm	ID1387.3
5. Wasser Bayreuth ¹	0,99724	+0,18‰	ID1405.1
6. TEGO Polyether ¹	1,00500	+0,8%	ID1009.1
7. Liquor cerebrosinalis ²	1,007	+1,0%	ID1278.3
8. Skydrol LD-4 ¹	1,00801	+1,1%	ID940.5

-- VISKOSITÄT	(mPa·s)	ABWEICHUNG	REF. ID
1. Wasser (>40°) ¹	0,8898	+2,5‰	ID1133.1
2. Water (10-100°C) ¹	0,8900	+2,7‰	ID5.7
3. Wasser (40-100°C) ¹	0,890	+2,7‰	ID1173.0
4. Wasser ¹	0,8901	+2,8‰	ID1174.0
5. Pyridin ¹	0,884	-3,6‰	ID107.6
6. Hydrazin ¹	0,876	-1,3%	ID6.9
7. Tetrachlorethylen ¹	0,845	-4,8%	ID23.7
8. Essigsäureanhydrid ¹	0,845	-4,8%	ID79.5

¹Wert für 25°C berechnet. Stoffdaten nur aus dem Referenzdatenbestand

- Die Liste wird in fallender Reihenfolge der Übereinstimmung aus den besten Treffern in den Einträgen der Referenzdatenbank generiert. Die Vergleichsdaten werden in der Präzision der jeweiligen Eintragsangabe formatiert und die relative Abweichung zum Angabewert der Messung angegeben. **Bearbeitungshinweis:** Herkunft bzw. Richtigkeit der jeweiligen Referenzdaten sowie ggf. Zusatzinformationen können über den Vermerk zur Substanz in der Referenzdatenbank geprüft/geändert werden.

6. ANGABEN ZUR KONFIGURATION

Messkörper: Name **MK_ESA1_0-26°C**, IDN° 7024, Spaltweite 0,854 mm.

Auswertungsverfahren: Standard. Konfigurationstyp DiVA-A (N°1).

Messkörperdaten: Messzylindermasse 48,1349 ±0,0003 g, ~volumen 6,053007 ±0,00041 cm³, ~durchmesser 14,2929 ±0,001 mm, ~länge 43,002 ±0,001 mm, ~kub. Ausdehnungskoeffizient 46,552·10⁻⁶K⁻¹. **Messzylindersuspension:** Querschnitt 0,0201 mm², Umfang 0,502 mm, Aufhängungsart: IMETER-Patentverfahren (*drift- und fehlerfreie Dichtemessung*).

Behälter/Röhre: Durchmesser 16,0011 ±0,0005 mm, ~kub. Ausdehnungskoeffizient 16,18·10⁻⁶K⁻¹.

Bezugstemperatur für Abmessungen und Ausdehnungskoeffizienten 25°C.

Kinetische Energie- Korrektur (Faktor Zeta): $\zeta = 1,33$.

Individuelle Werte: Eine Korrekturkraft (F_0) wird nicht verwendet. Höhe der Flüssigkeitssäule über der Nulllage: 74,8 mm, max. Bewegungstrecke in der Phase: 31,8 mm.

Messunsicherheiten des Ergebnisses: Die Unsicherheit der Viskositätsangabe wurde aus dem Mittelwert der relativen Messunsicherheiten der Einzelmessungen zu 1,1% bestimmt; die Messunsicherheit der Dichte (±0,000068 g/cm³) stammt von Unsicherheitsangaben zu Messkörpervolumen und -masse sowie der Kraft- und der Temperaturmessung.

- **Die Messunsicherheit** des einzelnen Viskositätsmesswertes wird aus folgenden Unsicherheitsquellen bestimmt: 1.: der geometrischen Toleranzangaben zu Messkörperdurchmesser, 2.: zur Länge und 3.: zum Radius des Gefäßes. Individuell aus 4.: der Standardabweichung der Messkraft ($\sigma_{F(1/2)}$), 5.: der Exzentrizität pauschal zu 0,5% (v.M.), 6.: der Unsicherheit der Kalibrierung zu 0,5% (v.M.), 7.: der Geschwindigkeitsangabe zu 0,1% , 8.: pro Grad Temperaturmessunsicherheit werden 5% (v.M.) angesetzt. - Die Gesamtunsicherheiten einer Messung wird als Wurzel der Quadratsumme der Einzelfehler berechnet.

- **Temperaturangaben** beziehen sich auf die Skala der ITS-90. **Standardabweichungen:** Verschiedentlich werden Regressionsfunktionen mit Standardabweichungen bzw. Varianzen qualifiziert. Diese Angaben werden berechnet aus der Summe der Quadrate der Abweichungen der Einzelwerte zu jeweils berechneten Funktionswerten dividiert durch die Anzahl der Werte weniger 1. Sofern nicht anders bezeichnet, werden für ±(Standardmess-)Unsicherheiten einfache Standardabweichungen - ohne Erweiterungsfaktoren - angegeben, d.h. die Überdeckung betrifft 67% normalverteilter 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 15269, Datenbank imeterData33) auffindbar und als Referenz oder Vergleich nutzbar. Ggf. enthalten nachfolgend ausgegebene Informationen, je nach Einstellungen und Berichtsvorlage (Stil = 'standard-i1'), verschieden detaillierte Begleitinformationen, wie die Angaben zur Ausführung der Messung, den Audit-Trail und Hinweise zur Prüfmittelüberwachung.

Programm

Data created during execution of the IMPro "DiVA-A1", type 5/0.
IMPro finished as projected.

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

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



Messtechnik - intelligent! nachhaltig! Zusammengefasst!

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

©2018 IMETER / MSB Breitwieser
MessSysteme

Verantwortung: Michael Breitwieser,

Morellstrasse 4, D-86159 Augsburg

Tel. (+49/0)821/706450, Fax
(0)821/7473489