

IMETER M5 ,DiVA': Beispiel einer einfachen rheologischen Messung an Wasser (bei kleinen Scherraten ist die Messkraft etwas gering für IMETER 6).

www.imeter.de/adienstleistungen/dienstviskositat/75-viskositat-im-ringspalt.html

www.imeter.de/imeter-methoden/viskositat-und-rheologie/dichte-viskositat-allgemein.html



IMETER V.5.0 rev.15

automatic Report (57EC81J16312B)

ID N° 14622 - DiVA-Method: Rheological Measurement

Title: Rheologische Messung 50 Raten - WASSER
Remarks: Gefäß vollummantelt, Glasdeckel (1mm² Öffnung).

Sample/Ref.: Wasser

----- Results for 25,0°C -----

Viscosity: $\eta_{(100/s)} = 0,8900 \pm 0,033$ mPa·s, $\nu = 0,893$ cSt
Flow behavior index 1,000 (50 shear rates: 0,961 - 830/s)

Density: $\rho = 0,99703 \pm 0,000083$ g/cm³

Report

Hinweis: Dieser Bericht ist mit Kommentierungen versehen. - Die Erklärungen sind formatiert wie dieser Text. - -- Zunächst eine kurze Beschreibung 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 einem Plattform koaxial-konzentrisch zum Messkörper ausgerichtet und parallel verschiebbar. 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 Auftriebseffekten und der Strömungskinetik eine ungewöhnlich exakte Berechnung der absoluten Viskosität für Newtonsche Fluide. Für nicht-Newton'schen Flüssigkeiten wird unter gleicher Berechnung die sog. *scheinbare Viskosität* erhalten. Im Unterschied zu analog funktionierenden Rotationsviskosimetern bzw. Rheometern (mit konzentrischen Zylindern) ist das zur Messung gescherte Fluidvolumen genau festgelegt und betrifft dieses über eine nur sehr kurze und definierte Messzeit.

Über die Variation der Bewegungsgeschwindigkeit wird die Rheometerfunktion - als Messung der Viskosität in Abhängigkeit von der Scherrate - aktiviert. Bei Stillstand wirkt auf den Messkörper die Auftriebskraft. - Die Dichte (*spezifische Masse, Massekonzentration*) gibt das Verhältnis von Masse zu Volumen an. 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 soviel 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 -

• 2. ÜBERSICHT

Dichte und Viskosität wurden 150 mal gemessen.

Messdauer zwei Stunden; Temperaturverlauf im gesamten Zeitraum nicht immer isotherm bei 25,048°C.

• 3. VISKOSITÄTS - MESSUNG

Temperaturangabe der rheologischen Messung: 25,052 ± 0,026 °C, Zeitbereich: 3,5 bis 147,7 Minuten.

Die 150 *Viskositätsmesswerte* wurden mit 50 unterschiedlichen Scherraten ($\dot{\gamma}$) ermittelt. Diese überdecken den Bereich von 0,961 bis 829,52 s⁻¹ wobei die Viskosität (η) Werte zwischen 0,832 bis 0,942 mPa·s erreicht.

Die Ergebnisangabe der Messung (0,8900 ± 0,033 mPa·s) ist für $\dot{\gamma}=100$ s⁻¹ angegeben; sie wird aus der folgenden Regressionsgleichung bestimmt:

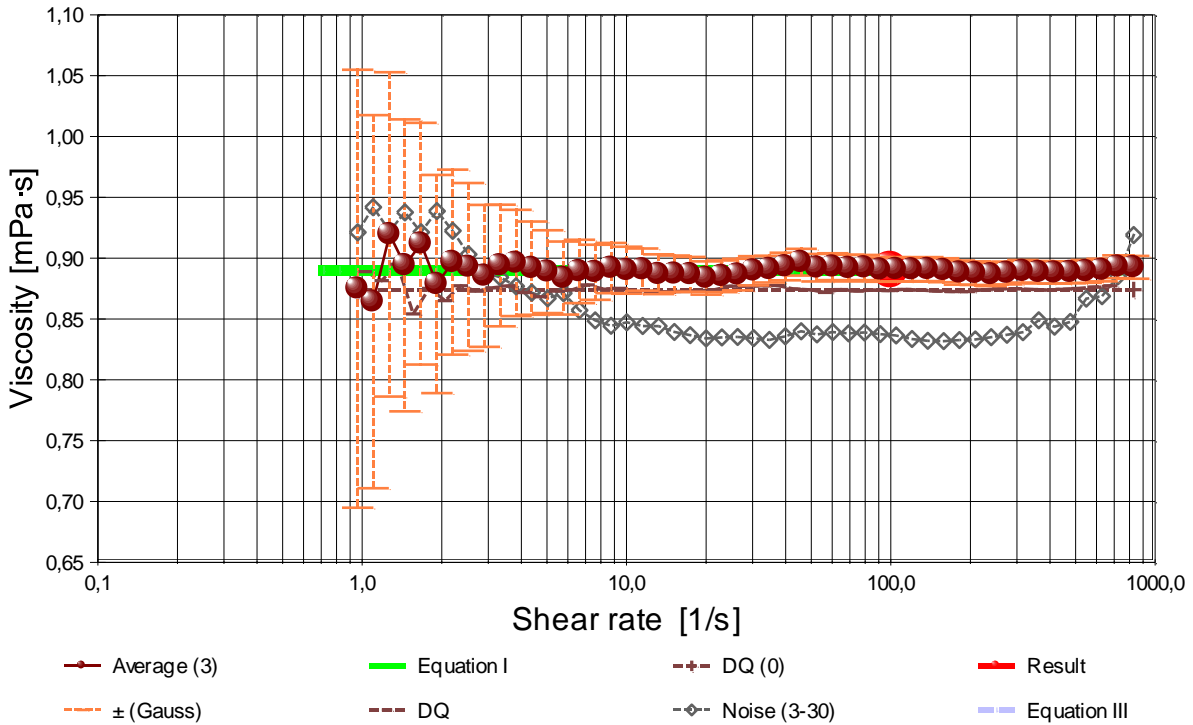
$$\eta_{25,052^{\circ}\text{C}} [\text{mPa}\cdot\text{s}] = f(\dot{\gamma} [1/\text{s}]) = 0,88999 \cdot e^{(1,9595 \cdot 10^{-7} \cdot \dot{\gamma})}$$

Gleichung 1, $r^2 = 0,00002$, $s_{\text{rel}} = \pm 0,845\%$

Die Regressionsgleichung steht für die Abbildung der Wertemenge; Der Ausdruck $\eta(x) = 0,88999 \cdot \exp(1,9595E-7 \cdot x)$ kann z.B. hier heraus kopiert und z.B. in Excel eingefügt werden, um diese "Eigenschaft" (in den Grenzen der Scherraten) für Simulationen oder Diagramme zu verwenden. Wegen mitunter sehr großen Spannen der Viskositätswerte wird hier zur Qualitätsangabe der Regressionsgleichung die mittlere relative Standardabweichung der Messwerte zur Regressionsgleichung verwendet: $s_{\text{rel}} = 100\% \cdot \sqrt{s^2} / x$ (Wurzel der Varianz durch Mittelwert Mal 100%) = 0,845%. Für den Angabewert entspricht diese Streuung ± 7,5E-3 mPa·s. Aus der Gleichung wird der Gradient - d.h. die Änderung der Viskosität mit einer Änderung der Scherrate um eine Einheit für den Ergebniswert angegeben, er beträgt in Richtung zunehmender Deformation absolut 1,7E-7 mPa s², bzw. relativ, wie angegeben, 1200ppb.

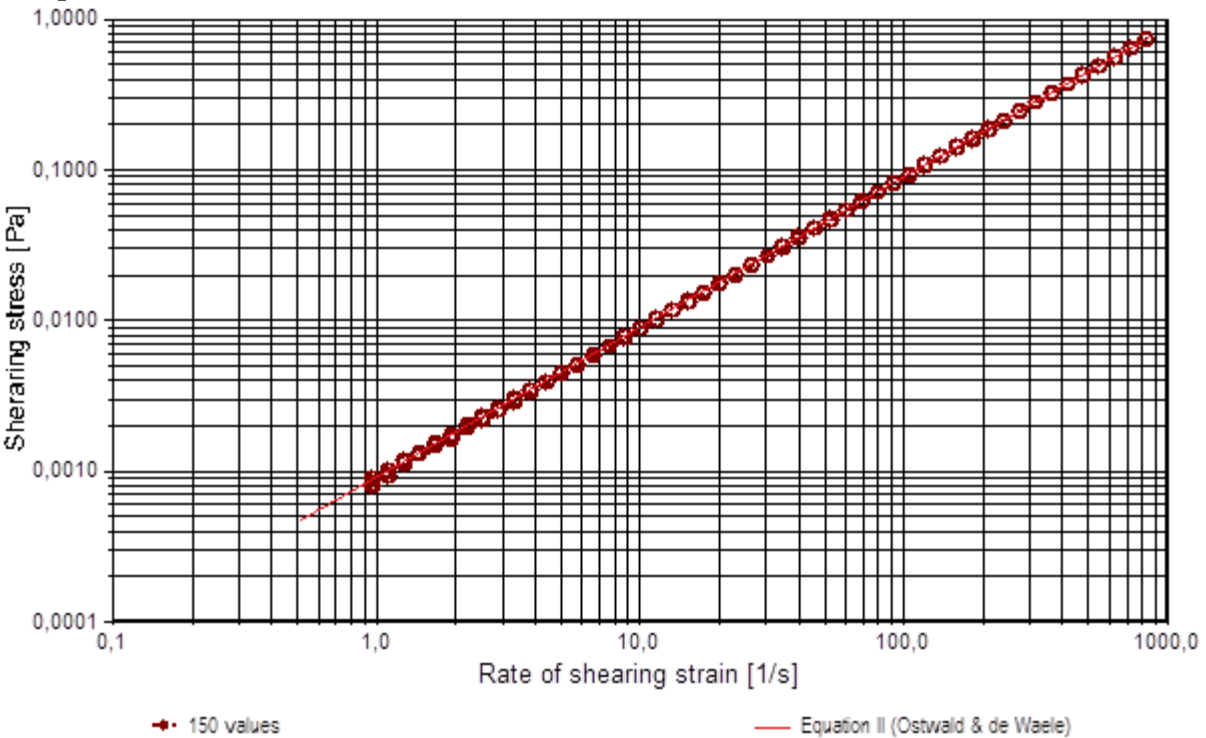
Der mittlere relative Fehler aus der Gauss'schen Fehlerfortpflanzung der geometrischen und sensorischen Unsicherheiten bzgl. Zylinder, Röhre, Geschwindigkeit und der jeweils gemessenen Kräfte beträgt 3,7 % und für den Angabewert damit 0,033 mPa·s.

- Diagramm 1 -



Das Diagramm 1, "Visko-kurve", oben, zeigt die Viskositätswerte als kugelförmige Markierungen. Senkrechte gestrichelte Linien markieren den sie umgebenden Bereich der Fehlerfortpflanzung (\pm Gauss). Der numerische Differenzenquotient ("DQ"), der die Änderung der η -Kurve mit der Scherrate zum Ausdruck bringt, ist mit Linien eingezeichnet und dem Nullbezug ("DQ (0)") in gleicher Markierungsart gezeichnet <ohne Ordinatenbezug skaliert>; der Wertebereich umfasst -0,240 bis 0,385 Einheiten. Mit rautenförmigen Marken wird eine verborgene Qualität der Messwerte dargestellt: 'Noise' bzw. "Rauigkeit". Sie ergibt sich aus den absoluten Differenzenquotienten, der einem Viskositätswert zu Grunde liegenden einzelnen Kraftmesswerte in der (stationären) Messkurve. Je größer dieser Wert ist, desto deutlicher sind Sprünge in der Messkraft aufgetreten. Hier betragen die Extremwerte (ordinal skaliert) 2,54 und 30,5 $\mu\text{N/m}$ (auch $\mu\text{J/m}^2$ - in der Dimension einer Flächenenergie). Spitzenwerte zeigen somit eine Deformation an, bei der die Probe besonders "körnig" wirkt. -- Die zwei Regressionsgraphen nach Gleichung I und Gleichung III zeigen im Diagramm die mathematischen Näherungen an die Messwerte.

- Diagramm 2 -



Die dynamische Viskosität ist definiert als das Verhältnis von Schubspannung zu Scherrate " $\eta = \tau / \dot{\gamma}$ "; sie ist für newtonsche Fluide für alle Verhältnisse von τ und $\dot{\gamma}$ konstant. - Das Diagramm 2, "Fließkurve2", oben, zeigt die Lage der einzelnen Messwerte in den Koordinaten von Scherrate und Schubspannung dargestellt. Der Verlauf markiert die sog. Fließkurve. Zu den Werten ist die Regressionsfunktion (Gleichung II) gemäß dem

Potenzgesetz - bzw. dem Fließgesetz nach W. Ostwald und de Waele in 'Fehlerbreite' eingezeichnet.

Konsistenz (0,890 mPa·s) und Fließindex (1,000) ergeben sich aus dem Ostwald & de Waele Fließgesetz konventionell aus der Gleichung von Schubspannung (τ) und Scherung ($\dot{\gamma}$):

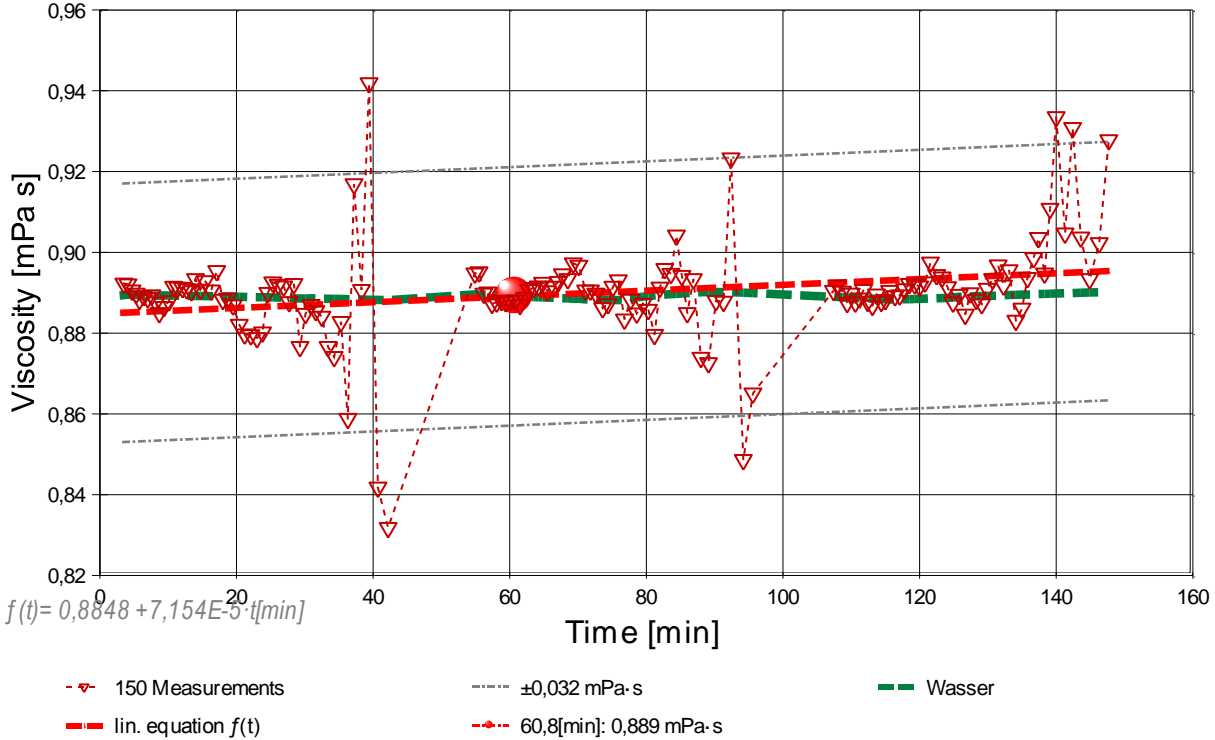
$$\tau [\text{Pa}] = 8,901 \cdot 10^{-4} \cdot \dot{\gamma}^{(1,000)} \quad \text{Gleichung II, } r^2 = 0,999976$$

Es ergibt sich daraus die Gleichung III zur Beschreibung der Viskosität als Funktion der Scherung:

$$\eta [\text{mPa}\cdot\text{s}] = 0,8901 \cdot \dot{\gamma}^{(-3,855 \cdot 10^{-5})} \quad \text{Gleichung III, } s_{\text{rel.}} = \pm 1,40\%$$

<Bitte beachten: die automatisch erzeugten Texte und Gleichungen sind grundsätzlich mit Vorsicht zu betrachten. Die hier aufbereiteten Messdaten sind von einem Fachmann zu sichten und zu kommentieren.>

- Diagramm 3 -



Im Diagramm 3, "eta-f(t)" sind die einzelnen Messwerte als Dreiecke in zeitlicher Sequenz abgebildet. - Die Darstellung zeigt die Viskositätswerte entsprechend der Chronologie der angewendeten Scherraten. Um die Ausgleichsfunktion bzw. die Messwerte ist der Bereich der Unsicherheit eingezeichnet. Referenzwerte werden temperaturgetreu bei der jeweiligen Zeit dargestellt.

• 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. Weiter unten folgen die Tabellen 2 und 3, die ausführliche Information zur Rückverfolgbarkeit der Ergebnisse bieten.

N°	t	T	η	v_z	F_z	τ	v_{max}	$\dot{\gamma}$	Re
1.	3,5	25,034	0,8923	24,992	12,7875	0,7402	179,6	829,51	236
2.	4,1	25,030	0,8921	21,778	11,1408	0,6448	156,5	722,84	206
3.	4,7	25,030	0,8906	18,978	9,6915	0,5610	136,4	629,88	180
4.	5,3	25,032	0,8898	16,529	8,4337	0,4881	118,8	548,61	157
5.	5,8	25,035	0,8883	14,394	7,3322	0,4244	103,5	477,74	137
6.	6,4	25,037	0,8892	12,542	6,3953	0,3702	90,14	416,28	119
7.	7,0	25,040	0,8887	10,927	5,5686	0,3223	78,54	362,69	104
8.	7,6	25,038	0,8894	9,519	4,8548	0,2810	68,42	315,96	90,2
9.	8,2	25,040	0,8876	8,287	4,2179	0,2441	59,56	275,06	78,7
10.	8,7	25,041	0,8850	7,220	3,6640	0,2121	51,89	239,63	68,7
11.	9,4	25,037	0,8865	6,290	3,1975	0,1851	45,21	208,78	59,8
12.	10,1	25,039	0,8879	5,479	2,7895	0,1615	39,38	181,85	52,0
13.	10,8	25,041	0,8915	4,775	2,4411	0,1413	34,32	158,49	45,1
14.	11,4	25,041	0,8913	4,159	2,1257	0,1230	29,89	138,04	39,3
15.	12,1	25,042	0,8912	3,623	1,8516	0,1072	26,04	120,26	34,3
16.	12,7	25,044	0,8909	3,155	1,6117	0,09328	22,67	104,71	29,8
17.	13,4	25,044	0,8904	2,749	1,4037	0,08125	19,76	91,244	26,0
18.	14,0	25,045	0,8934	2,395	1,2270	0,07102	17,21	79,497	22,6
19.	14,7	25,044	0,891	2,085	1,0651	0,0617	15,0	69,21	20
20.	15,4	25,046	0,893	1,817	0,9305	0,0539	13,1	60,32	17
21.	16,3	25,046	0,891	1,583	0,8084	0,0468	11,4	52,54	15
22.	17,1	25,047	0,895	1,379	0,7082	0,041	9,91	45,78	13

23.	18,0	25,050	0,888	1,201	0,6120	0,0354	8,63	39,88	11
24.	18,7	25,050	0,889	1,046	0,5332	0,0309	7,52	34,73	9,9
25.	19,5	25,053	0,887	0,912	0,4636	0,0268	6,55	30,26	8,7
26.	20,4	25,054	0,882	0,794	0,4016	0,0232	5,71	26,35	7,6
27.	21,2	25,056	0,880	0,692	0,3489	0,0202	4,97	22,95	6,6
28.	22,1	25,056	0,879	0,603	0,3039	0,0176	4,33	20,00	5,8
29.	23,0	25,059	0,879	0,525	0,2644	0,0153	3,77	17,41	5,0
30.	23,8	25,060	0,880	0,457	0,2308	0,0134	3,29	15,18	4,4
31.	24,6	25,062	0,890	0,398	0,2033	0,0118	2,86	13,22	3,8
32.	25,3	25,062	0,893	0,347	0,1776	0,0103	2,49	11,52	3,3
33.	26,1	25,064	0,892	0,302	0,1546	8,95E-3	2,17	10,03	2,9
34.	26,9	25,069	0,892	0,263	0,1346	7,79E-3	1,89	8,739	2,5
35.	27,7	25,071	0,888	0,229	0,1167	6,76E-3	1,65	7,612	2,2
36.	28,4	25,074	0,892	0,200	0,1022	5,92E-3	1,44	6,631	1,9
37.	29,3	25,075	0,877	0,174	0,0875	5,07E-3	1,25	5,778	1,7
38.	30,1	25,076	0,885	0,152	0,0769	4,45E-3	1,09	5,032	1,4
39.	30,9	25,073	0,887	0,132	0,0672	3,89E-3	0,950	4,385	1,3
40.	31,6	25,075	0,885	0,115	0,0584	3,38E-3	0,827	3,818	1,1
41.	32,5	25,076	0,884	0,100	0,0508	2,94E-3	0,720	3,326	0,95
42.	33,4	25,079	0,877	0,0873	0,0439	2,54E-3	0,627	2,897	0,84
43.	34,3	25,080	0,874	0,0760	0,0381	2,21E-3	0,547	2,524	0,73
44.	35,3	25,081	0,883	0,0662	0,0335	1,94E-3	0,476	2,199	0,63
45.	36,3	25,084	0,859	0,0577	0,0284	1,65E-3	0,415	1,916	0,57
46.	37,2	25,086	0,917	0,0503	0,0264	1,53E-3	0,361	1,669	0,46
47.	38,3	25,087	0,89	0,0438	0,0224x	1,3E-3	0,31	1,45	0,4
48.	39,4	25,090	0,94	0,0381	0,0206x	1,2E-3	0,27	1,27	0,3
49.	40,7	25,092	0,84	0,0332	0,0160x	9,3E-4	0,24	1,10	0,3
50.	42,2	25,096	0,83	0,0289	0,0138x	8,0E-4	0,21	0,961	0,3
51.	54,9	25,025	0,8948	24,992	12,8235	0,7422	179,6	829,51	235
52.	55,5	25,027	0,8951	21,778	11,1782	0,6470	156,5	722,83	205
53.	56,2	25,029	0,8898	18,978	9,6835	0,5605	136,4	629,88	180
54.	56,8	25,031	0,8901	16,529	8,4370	0,4883	118,8	548,61	156
55.	57,4	25,033	0,8873	14,394	7,3240	0,4239	103,5	477,74	137
56.	58,1	25,036	0,8876	12,542	6,3840	0,3695	90,14	416,28	119
57.	58,8	25,037	0,8880	10,927	5,5643	0,3221	78,54	362,69	104
58.	59,4	25,040	0,8877	9,519	4,8456	0,2805	68,42	315,96	90,4
59.	60,1	25,042	0,8881	8,287	4,2206	0,2443	59,56	275,07	78,6
60.	60,8	25,045	0,8881	7,220	3,6771	0,2128	51,89	239,63	68,5
61.	61,5	25,048	0,8870	6,290	3,1994	0,1852	45,21	208,77	59,7
62.	62,2	25,051	0,8888	5,479	2,7924	0,1616	39,38	181,85	51,9
63.	62,8	25,054	0,8907	4,775	2,4388	0,1412	34,32	158,49	45,2
64.	63,5	25,057	0,8912	4,159	2,1254	0,1230	29,89	138,04	39,3
65.	64,2	25,060	0,8916	3,623	1,8525	0,1072	26,04	120,26	34,2
66.	64,8	25,062	0,8925	3,155	1,6145	0,09345	22,67	104,71	29,8
67.	65,5	25,064	0,8904	2,749	1,4037	0,08124	19,76	91,245	26,0
68.	66,4	25,067	0,892	2,395	1,2245	0,0709	17,2	79,50	23
69.	67,1	25,068	0,893	2,085	1,0674	0,0618	15,0	69,21	20
70.	67,7	25,072	0,895	1,817	0,9324	0,054	13,1	60,32	17
71.	68,5	25,073	0,893	1,583	0,8110	0,0469	11,4	52,54	15
72.	69,3	25,079	0,897	1,379	0,7097	0,0411	9,91	45,78	13
73.	70,1	25,078	0,897	1,201	0,6178	0,0358	8,63	39,88	11
74.	71,1	25,086	0,891	1,046	0,5344	0,0309	7,52	34,73	9,9
75.	71,8	25,088	0,891	0,912	0,4656	0,0269	6,55	30,26	8,6
76.	72,6	25,084	0,890	0,794	0,4051	0,0234	5,71	26,35	7,5
77.	73,6	25,089	0,886	0,692	0,3514	0,0203	4,97	22,95	6,6
78.	74,4	25,091	0,887	0,603	0,3066	0,0177	4,33	20,00	5,7
79.	75,1	25,093	0,891	0,525	0,2682	0,0155	3,77	17,41	5,0
80.	75,9	25,095	0,893	0,457	0,2342	0,0136	3,29	15,18	4,3
81.	76,8	25,092	0,883	0,398	0,2018	0,0117	2,86	13,22	3,8
82.	77,7	25,077	0,888	0,347	0,1767	0,0102	2,49	11,52	3,3
83.	78,6	25,063	0,885	0,302	0,1534	8,88E-3	2,17	10,03	2,9
84.	79,5	25,052	0,887	0,263	0,1340	7,75E-3	1,89	8,739	2,5
85.	80,3	25,045	0,886	0,229	0,1165	6,74E-3	1,65	7,611	2,2
86.	81,2	25,038	0,880	0,200	0,1008	5,83E-3	1,44	6,631	1,9
87.	82,0	25,031	0,891	0,174	0,0890	5,15E-3	1,25	5,778	1,6
88.	82,7	25,027	0,896	0,152	0,0779	4,51E-3	1,09	5,032	1,4
89.	83,6	25,023	0,895	0,132	0,0678	3,92E-3	0,950	4,385	1,2
90.	84,4	25,020	0,904	0,115	0,0596	3,45E-3	0,827	3,818	1,1
91.	85,2	25,014	0,894	0,100	0,0514	2,97E-3	0,720	3,326	0,94
92.	86,0	25,009	0,885	0,0873	0,0443	2,56E-3	0,627	2,897	0,83
93.	86,9	25,004	0,893	0,0760	0,0390	2,25E-3	0,547	2,524	0,72
94.	88,0	25,000	0,874	0,0662	0,0332	1,92E-3	0,476	2,199	0,64
95.	89,1	24,996	0,873	0,0577	0,0289	1,67E-3	0,415	1,916	0,56
96.	90,2	24,996	0,888	0,0503	0,0256	1,48E-3	0,361	1,669	0,48
97.	91,3	24,998	0,89	0,0438	0,0223x	1,3E-3	0,31	1,45	0,4
98.	92,4	24,999	0,92	0,0381	0,0202x	1,2E-3	0,27	1,27	0,3

99.	94,2	25,004	0,85	0,0332	0,0162x	9,4E-4	0,24	1,10	0,3
100.	95,6	25,009	0,87	0,0290	0,0144x	8,3E-4	0,21	0,961	0,3
101.	107,4	25,056	0,8905	24,992	12,7616	0,7386	179,6	829,52	236
102.	108,0	25,057	0,8918	21,778	11,1369	0,6446	156,5	722,84	206
103.	108,7	25,060	0,8903	18,978	9,6885	0,5608	136,4	629,88	180
104.	109,4	25,063	0,8875	16,529	8,4120	0,4869	118,8	548,61	157
105.	110,0	25,066	0,8898	14,394	7,3440	0,4251	103,5	477,75	136
106.	110,6	25,067	0,8876	12,542	6,3839	0,3695	90,14	416,28	119
107.	111,2	25,071	0,8886	10,928	5,5684	0,3223	78,54	362,69	104
108.	111,8	25,072	0,8907	9,519	4,8621	0,2814	68,42	315,96	90,0
109.	112,4	25,078	0,8878	8,287	4,2192	0,2442	59,56	275,07	78,6
110.	113,1	25,077	0,8868	7,220	3,6717	0,2125	51,89	239,64	68,6
111.	113,7	25,078	0,8896	6,290	3,2088	0,1857	45,21	208,78	59,6
112.	114,4	25,080	0,8878	5,479	2,7894	0,1614	39,38	181,85	52,0
113.	115,0	25,085	0,8882	4,775	2,4320	0,1408	34,32	158,49	45,3
114.	115,6	25,087	0,8905	4,159	2,1239	0,1229	29,89	138,04	39,3
115.	116,4	25,086	0,8892	3,623	1,8476	0,1069	26,04	120,26	34,3
116.	117,1	25,086	0,8894	3,155	1,6088	0,09312	22,67	104,71	29,9
117.	117,8	25,084	0,8909	2,749	1,4044	0,08129	19,76	91,245	26,0
118.	118,5	25,084	0,8922	2,395	1,2255	0,07093	17,21	79,498	22,6
119.	119,3	25,081	0,892	2,085	1,0668	0,0617	15,0	69,21	20
120.	120,0	25,080	0,892	1,817	0,9292	0,0538	13,1	60,32	17
121.	120,8	25,077	0,893	1,583	0,8103	0,0469	11,4	52,54	15
122.	121,6	25,076	0,897	1,379	0,7099	0,0411	9,91	45,78	13
123.	122,5	25,073	0,894	1,201	0,6162	0,0357	8,63	39,88	11
124.	123,3	25,071	0,894	1,046	0,5364	0,031	7,52	34,73	9,9
125.	124,1	25,068	0,891	0,912	0,4660	0,027	6,55	30,26	8,6
126.	124,9	25,062	0,888	0,794	0,4041	0,0234	5,71	26,35	7,5
127.	125,8	25,055	0,890	0,692	0,3528	0,0204	4,97	22,95	6,6
128.	126,7	25,054	0,885	0,603	0,3057	0,0177	4,33	20,00	5,7
129.	127,4	25,050	0,890	0,525	0,2677	0,0155	3,77	17,41	5,0
130.	128,3	25,047	0,888	0,457	0,2329	0,0135	3,29	15,18	4,3
131.	129,1	25,045	0,887	0,398	0,2027	0,0117	2,86	13,22	3,8
132.	129,9	25,043	0,891	0,347	0,1773	0,0103	2,49	11,52	3,3
133.	130,7	25,042	0,893	0,302	0,1549	8,96E-3	2,17	10,03	2,9
134.	131,5	25,039	0,897	0,263	0,1354	7,84E-3	1,89	8,738	2,5
135.	132,3	25,036	0,892	0,229	0,1173	6,79E-3	1,65	7,612	2,2
136.	133,1	25,033	0,896	0,200	0,1026	5,94E-3	1,44	6,631	1,9
137.	134,1	25,031	0,883	0,174	0,0882	5,10E-3	1,25	5,778	1,7
138.	135,0	25,028	0,886	0,152	0,0770	4,46E-3	1,09	5,032	1,4
139.	135,8	25,028	0,894	0,132	0,0677	3,92E-3	0,950	4,385	1,2
140.	136,7	25,024	0,899	0,115	0,0593	3,43E-3	0,827	3,818	1,1
141.	137,4	25,021	0,904	0,100	0,0519	3,00E-3	0,720	3,326	0,93
142.	138,3	25,019	0,895	0,0873	0,0448	2,59E-3	0,627	2,897	0,82
143.	139,1	25,017	0,911	0,0760	0,0397	2,30E-3	0,547	2,524	0,70
144.	140,0	25,014	0,934	0,0662	0,0355	2,05E-3	0,476	2,199	0,60
145.	141,3	25,011	0,905	0,0577	0,0299	1,73E-3	0,415	1,916	0,54
146.	142,4	25,009	0,931	0,0503	0,0268	1,55E-3	0,361	1,669	0,46
147.	143,6	25,005	0,90	0,0438	0,0227x	1,3E-3	0,31	1,45	0,4
148.	144,9	25,002	0,89	0,0381	0,0195x	1,1E-3	0,27	1,27	0,4
149.	146,3	25,000	0,90	0,0332	0,0172x	10,E-4	0,24	1,10	0,3
150.	147,7	24,999	0,93	0,0290	0,0154x	8,9E-4	0,21	0,961	0,3

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, das 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 Druckverlusten durch die kinetische Energie und die Reibung in der Einlaufzone des Ringspalt (F_z), die viskose Reibung (rekursiv) des/der Aufhängungsdrähte/Stäbe des Zylinders im Medium (F_{hn}) sowie einen konstanten Beitrag durch die Meniskuskraft in der Phasengrenze die empirisch vor- oder nachbestimmbar ist oder berechnet werden kann ($F_\Theta = \rho \cdot \gamma \cdot \cos\Theta$; ρ Suspensionsumfang, γ Oberflächenspannung, Θ Kontaktwinkel).

Die Korrektur der stationären Kraft ergibt sich aus $F_z = F_w - F_p - F_{hp} - F_z - F_{hn} - F_\Theta$. Die Korrekturen sind in der nächsten Tabelle aufgeschlüsselt (F_Θ wird in den Konfigurationsangaben aufgeführt). Das Zeichen "x" kennzeichnet solche F_z -Werte, die eine (zu) große Standardabweichung aufweisen ($\sigma > 1\%$) und evtl. Fehlerbehaftet sind.

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 Beweggeschwindigkeit 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, $\dot{\gamma}$ ist berechnet als Geschwindigkeitsgradient unmittelbar an der Zylinderoberfläche.

• 3.2. Tabelle 2, Detaildaten zur Viskositätsmessung I.

N°	F_w	σ_{Fw}	$\sigma_{Fw\ rel}$	F_p	F_{hp}	F_z	F_{hn}	N/n
1.	427,4472	0,0261	61ppm	412,9625	0,0026	1,6879	0,0005	6/9
2.	425,3932	0,0284	67ppm	412,9616	0,0025	1,2817	0,0004	7/10

3.	423,6364	0,0139	33ppm	412,9626	0,0026	0,9732	0,0004	9/12
4.	422,1452	0,0242	57ppm	412,9640	0,0028	0,7383	0,0003	14/15
5.	420,8655	0,0100	24ppm	412,9643	0,0027	0,5599	0,0003	15/16
6.	419,7960	0,0103	25ppm	412,9665	0,0027	0,4251	0,0002	17/20
7.	418,8664	0,0108	26ppm	412,9661	0,0027	0,3227	0,0002	19/23
8.	418,0752	0,0112	27ppm	412,9663	0,0028	0,2449	0,0002	24/28
9.	417,3781	0,0112	27ppm	412,9655	0,0028	0,1856	0,0001	28/33
10.	416,7766	0,0139	33ppm	412,9626	0,0028	0,1409	0,0001	30/37
11.	416,2791	0,0118	28ppm	412,9655	0,0028	0,1069	0,0001	38/44
12.	415,8410	0,0127	31ppm	412,9612	0,0028	0,0811	0,0001	44/51
13.	415,4746	0,0090	22ppm	412,9628	0,0028	0,0616	0,0001	39/59
14.	415,1440	0,0084	20ppm	412,9625	0,0028	0,0467	0,0001	35/57
15.	414,8567	0,0067	16ppm	412,9606	0,0028	0,0355	0,0001	43/64
16.	414,6089	0,0065	16ppm	412,9613	0,0028	0,0269	0,0001	49/73
17.	414,3938	0,0061	15ppm	412,9606	0,0028	0,0204	0,0000	52/78
18.	414,2141	0,0050	12ppm	412,9626	0,0028	0,0155	0,0000	47/81
19.	414,0489	0,0051	12ppm	412,9630	0,0028	0,0118	0,0000	56/83
20.	413,9106	0,0045	11ppm	412,9621	0,0028	0,0089	0,0000	58/84
21.	413,7868	0,0044	11ppm	412,9626	0,0028	0,0068	0,0000	58/85
22.	413,6854	0,0032	7,8ppm	412,9632	0,0026	0,0051	0,0000	36/85
23.	413,5899	0,0030	7,2ppm	412,9655	0,0023	0,0039	0,0000	54/86
24.	413,5090	0,0023	5,4ppm	412,9646	0,0020	0,0030	0,0000	50/86
25.	413,4373	0,0022	5,4ppm	412,9635	0,0017	0,0022	0,0000	58/86
26.	413,3759	0,0022	5,3ppm	412,9649	0,0015	0,0017	0,0000	85/86
27.	413,3218	0,0020	4,8ppm	412,9641	0,0013	0,0013	0,0000	85/86
28.	413,2766	0,0017	4,2ppm	412,9644	0,0011	0,0010	0,0000	82/87
29.	413,2372	0,0014	3,3ppm	412,9648	0,0010	0,0007	0,0000	82/87
30.	413,2033	0,0011	2,7ppm	412,9649	0,0009	0,0006	0,0000	39/86
31.	413,1723	0,0013	3,0ppm	412,9616	0,0008	0,0004	0,0000	81/86
32.	413,1470	0,0010	2,3ppm	412,9622	0,0007	0,0003	0,0000	77/86
33.	413,1229	0,0010	2,4ppm	412,9612	0,0006	0,0002	0,0000	75/86
34.	413,1032	0,0009	2,1ppm	412,9617	0,0005	0,0002	0,0000	74/86
35.	413,0841	0,0008	2,0ppm	412,9606	0,0004	0,0001	0,0000	71/86
36.	413,0715	0,0009	2,2ppm	412,9626	0,0004	0,0001	0,0000	69/86
37.	413,0582	0,0009	2,2ppm	412,9641	0,0003	0,0001	0,0000	72/86
38.	413,0475	0,0009	2,1ppm	412,9640	0,0003	0,0001	0,0000	67/85
39.	413,0375	0,0008	2,0ppm	412,9638	0,0002	0,0000	0,0000	72/86
40.	413,0295	0,0010	2,4ppm	412,9646	0,0002	0,0000	0,0000	69/86
41.	413,0198	0,0009	2,3ppm	412,9626	0,0002	0,0000	0,0000	70/87
42.	413,0170	0,0010	2,5ppm	412,9667	0,0002	0,0000	0,0000	81/88
43.	413,0109	0,0009	2,3ppm	412,9664	0,0002	0,0000	0,0000	74/90
44.	413,0033	0,0008	1,9ppm	412,9633	0,0002	0,0000	0,0000	54/92
45.	413,0010	0,0011	2,6ppm	412,9662	0,0002	0,0000	0,0000	75/92
46.	412,9957	0,0010	2,5ppm	412,9629	0,0002	0,0000	0,0000	76/93
47.	412,9923	0,0010	2,5ppm	412,9635	0,0002	0,0000	0,0000	75/93
48.	412,9903	0,0010	2,4ppm	412,9633	0,0002	0,0000	0,0000	75/94
49.	412,9880	0,0008	2,0ppm	412,9655	0,0002	0,0000	0,0000	59/94
50.	412,9843	0,0010	2,5ppm	412,9641	0,0002	0,0000	0,0000	80/95
51.	427,4821	0,0381	89ppm	412,9614	0,0025	1,6880	0,0005	5/8
52.	425,4288	0,0380	89ppm	412,9597	0,0026	1,2817	0,0004	9/10
53.	423,6324	0,0329	78ppm	412,9665	0,0027	0,9732	0,0003	11/12
54.	422,1464	0,0273	65ppm	412,9619	0,0028	0,7383	0,0003	14/15
55.	420,8573	0,0119	28ppm	412,9643	0,0027	0,5599	0,0003	14/17
56.	419,7830	0,0105	25ppm	412,9648	0,0027	0,4251	0,0002	17/20
57.	418,8594	0,0103	25ppm	412,9633	0,0028	0,3227	0,0002	20/24
58.	418,0624	0,0115	27ppm	412,9628	0,0028	0,2449	0,0002	25/28
59.	417,3794	0,0109	26ppm	412,9641	0,0028	0,1856	0,0001	28/33
60.	416,7897	0,0120	29ppm	412,9627	0,0028	0,1409	0,0001	33/38
61.	416,2789	0,0116	28ppm	412,9635	0,0028	0,1069	0,0001	38/44
62.	415,8448	0,0111	27ppm	412,9622	0,0028	0,0811	0,0001	44/51
63.	415,4695	0,0085	20ppm	412,9600	0,0028	0,0616	0,0001	40/59
64.	415,1418	0,0077	19ppm	412,9606	0,0028	0,0467	0,0001	36/56
65.	414,8586	0,0074	18ppm	412,9616	0,0028	0,0355	0,0001	42/65
66.	414,6091	0,0066	16ppm	412,9586	0,0028	0,0269	0,0001	48/73
67.	414,3957	0,0064	15ppm	412,9626	0,0028	0,0204	0,0000	52/79
68.	414,2114	0,0056	14ppm	412,9624	0,0028	0,0155	0,0000	54/80
69.	414,0506	0,0052	12ppm	412,9624	0,0028	0,0118	0,0000	56/83
70.	413,9129	0,0045	11ppm	412,9626	0,0028	0,0089	0,0000	48/83
71.	413,7872	0,0043	10ppm	412,9604	0,0028	0,0068	0,0000	58/85
72.	413,6861	0,0032	7,9ppm	412,9624	0,0026	0,0051	0,0000	37/86
73.	413,5919	0,0026	6,3ppm	412,9617	0,0023	0,0039	0,0000	31/87
74.	413,5086	0,0020	4,9ppm	412,9630	0,0020	0,0030	0,0000	49/85
75.	413,4383	0,0020	4,9ppm	412,9625	0,0017	0,0022	0,0000	58/86
76.	413,3775	0,0023	5,6ppm	412,9630	0,0015	0,0017	0,0000	83/86
77.	413,3267	0,0019	4,5ppm	412,9664	0,0013	0,0013	0,0000	84/85
78.	413,2795	0,0017	4,2ppm	412,9646	0,0011	0,0010	0,0000	83/86

79.	413,2389	0,0014	3,5ppm	412,9627	0,0010	0,0007	0,0000	57/87
80.	413,2040	0,0012	3,0ppm	412,9622	0,0009	0,0006	0,0000	67/87
81.	413,1738	0,0010	2,4ppm	412,9646	0,0008	0,0004	0,0000	82/86
82.	413,1485	0,0010	2,5ppm	412,9646	0,0007	0,0003	0,0000	81/86
83.	413,1237	0,0009	2,2ppm	412,9633	0,0006	0,0002	0,0000	78/86
84.	413,1065	0,0008	1,9ppm	412,9656	0,0005	0,0002	0,0000	81/86
85.	413,0868	0,0007	1,8ppm	412,9635	0,0004	0,0001	0,0000	81/86
86.	413,0710	0,0009	2,2ppm	412,9635	0,0004	0,0001	0,0000	75/86
87.	413,0597	0,0007	1,7ppm	412,9641	0,0003	0,0001	0,0000	81/86
88.	413,0491	0,0010	2,4ppm	412,9646	0,0003	0,0001	0,0000	79/86
89.	413,0361	0,0009	2,1ppm	412,9618	0,0003	0,0000	0,0000	78/86
90.	413,0316	0,0008	1,8ppm	412,9655	0,0002	0,0000	0,0000	39/85
91.	413,0204	0,0007	1,8ppm	412,9626	0,0002	0,0000	0,0000	76/85
92.	413,0145	0,0008	2,1ppm	412,9638	0,0002	0,0000	0,0000	74/89
93.	413,0087	0,0013	3,1ppm	412,9633	0,0002	0,0000	0,0000	82/90
94.	413,0036	0,0009	2,3ppm	412,9640	0,0002	0,0000	0,0000	74/91
95.	413,0013	0,0008	1,9ppm	412,9660	0,0002	0,0000	0,0000	57/92
96.	412,9950	0,0009	2,3ppm	412,9630	0,0002	0,0000	0,0000	86/93
97.	412,9924	0,0010	2,5ppm	412,9637	0,0002	0,0000	0,0000	76/93
98.	412,9898	0,0009	2,3ppm	412,9632	0,0002	0,0000	0,0000	87/94
99.	412,9899	0,0010	2,3ppm	412,9673	0,0002	0,0000	0,0000	86/94
100.	412,9843	0,0010	2,3ppm	412,9635	0,0002	0,0000	0,0000	88/94
101.	427,4246	0,0418	98ppm	412,9660	0,0024	1,6879	0,0005	5/8
102.	425,3923	0,0279	66ppm	412,9646	0,0026	1,2816	0,0004	7/10
103.	423,6384	0,0273	64ppm	412,9675	0,0027	0,9732	0,0003	11/12
104.	422,1256	0,0176	42ppm	412,9662	0,0026	0,7382	0,0003	12/15
105.	420,8792	0,0119	28ppm	412,9662	0,0027	0,5599	0,0003	15/16
106.	419,7827	0,0114	27ppm	412,9646	0,0027	0,4251	0,0002	17/20
107.	418,8674	0,0172	41ppm	412,9672	0,0028	0,3227	0,0002	23/24
108.	418,0837	0,0110	26ppm	412,9675	0,0028	0,2449	0,0002	23/28
109.	417,3788	0,0141	34ppm	412,9648	0,0028	0,1856	0,0001	27/33
110.	416,7891	0,0125	30ppm	412,9675	0,0028	0,1409	0,0001	31/37
111.	416,2911	0,0120	29ppm	412,9663	0,0028	0,1069	0,0001	38/44
112.	415,8455	0,0120	29ppm	412,9660	0,0028	0,0811	0,0001	44/51
113.	415,4691	0,0114	27ppm	412,9664	0,0028	0,0616	0,0001	51/58
114.	415,1462	0,0077	19ppm	412,9665	0,0028	0,0467	0,0001	37/57
115.	414,8587	0,0069	17ppm	412,9665	0,0028	0,0355	0,0001	43/65
116.	414,6126	0,0066	16ppm	412,9678	0,0028	0,0269	0,0001	48/73
117.	414,4002	0,0064	15ppm	412,9663	0,0028	0,0204	0,0000	52/79
118.	414,2141	0,0054	13ppm	412,9641	0,0028	0,0155	0,0000	47/81
119.	414,0524	0,0048	12ppm	412,9648	0,0028	0,0117	0,0000	47/83
120.	413,9120	0,0050	12ppm	412,9648	0,0028	0,0089	0,0000	57/84
121.	413,7899	0,0046	11ppm	412,9638	0,0028	0,0068	0,0000	58/85
122.	413,6869	0,0031	7,4ppm	412,9630	0,0026	0,0051	0,0000	36/86
123.	413,5921	0,0031	7,5ppm	412,9635	0,0023	0,0039	0,0000	53/86
124.	413,5110	0,0023	5,6ppm	412,9635	0,0020	0,0030	0,0000	49/85
125.	413,4413	0,0018	4,4ppm	412,9651	0,0017	0,0022	0,0000	57/85
126.	413,3778	0,0022	5,2ppm	412,9643	0,0015	0,0017	0,0000	85/86
127.	413,3256	0,0017	4,2ppm	412,9640	0,0013	0,0013	0,0000	85/86
128.	413,2792	0,0015	3,7ppm	412,9652	0,0011	0,0010	0,0000	71/86
129.	413,2401	0,0016	3,9ppm	412,9644	0,0010	0,0007	0,0000	57/86
130.	413,2070	0,0011	2,8ppm	412,9665	0,0009	0,0006	0,0000	39/86
131.	413,1745	0,0012	2,9ppm	412,9644	0,0008	0,0004	0,0000	80/85
132.	413,1488	0,0013	3,0ppm	412,9643	0,0007	0,0003	0,0000	81/86
133.	413,1267	0,0011	2,7ppm	412,9648	0,0006	0,0002	0,0000	81/86
134.	413,1069	0,0009	2,2ppm	412,9646	0,0005	0,0002	0,0000	79/85
135.	413,0887	0,0008	2,0ppm	412,9646	0,0004	0,0001	0,0000	80/86
136.	413,0748	0,0008	1,8ppm	412,9655	0,0004	0,0001	0,0000	78/86
137.	413,0594	0,0011	2,6ppm	412,9646	0,0003	0,0001	0,0000	77/85
138.	413,0482	0,0008	1,8ppm	412,9646	0,0003	0,0001	0,0000	76/85
139.	413,0392	0,0009	2,2ppm	412,9650	0,0002	0,0000	0,0000	74/85
140.	413,0300	0,0009	2,2ppm	412,9643	0,0002	0,0000	0,0000	75/86
141.	413,0216	0,0009	2,3ppm	412,9633	0,0002	0,0000	0,0000	77/86
142.	413,0172	0,0009	2,1ppm	412,9660	0,0002	0,0000	0,0000	80/89
143.	413,0094	0,0009	2,1ppm	412,9633	0,0002	0,0000	0,0000	82/90
144.	413,0060	0,0010	2,4ppm	412,9641	0,0002	0,0000	0,0000	80/91
145.	413,0002	0,0011	2,7ppm	412,9638	0,0002	0,0000	0,0000	83/91
146.	412,9974	0,0009	2,1ppm	412,9641	0,0002	0,0000	0,0000	84/93
147.	412,9917	0,0010	2,5ppm	412,9626	0,0002	0,0000	0,0000	85/93
148.	412,9935	0,0008	2,0ppm	412,9675	0,0002	0,0000	0,0000	72/94
149.	412,9907	0,0010	2,5ppm	412,9671	0,0002	0,0000	0,0000	82/94
150.	412,9887	0,0010	2,3ppm	412,9669	0,0002	0,0000	0,0000	85/94

Tabellensymbole: F_w Ausgangswert der stationären Kraft bei Bewegung des Zylinders [mN], σ_{F_w} Standardabweichung innerhalb der Werte aus der die stationären Kraft gemittelt wird [mN], $\sigma_{F_w,rel}$ relative Standardabweichung der vorgenannten Kraftwerte [mN], F_p Auftriebskraft des ruhenden Zylinder inkl. Auftrieb der Suspension [mN], F_{tp} Auftriebskraft durch das tauchende Volumen der

Suspension [mN], F_{ζ} Term für den Druckabfall durch die Bildung des Strömungsprofils (*Kinetische Energie-Korrektion*) [mN], F_{η} Kraftwertmittelwert infolge der Flüssigkeitsreibung an der Suspension [mN], N/n Abtastung: Anzahl verwendeter (N) und '/' Anzahl vorhandener Kraftmesswerte (n) zur Bildung von F_{η} .

In der Tabelle 2 sind die Mess- und Zwischenergebnisse zur Bilanzierung der Kräfte zusammengestellt. Die dabei in Betracht gezogene Messwerteauswahl ist in der letzten Spalte 'N/n' angegeben; durch den angewendeten Cutoff-Algorithmus werden Drückstöße und Pendelvorgänge besonders am Messkurvenanfang ausgeblendet. Neben den statischen Korrekturen ist mit F_{ζ} die kinetischen Energie-Korrektur angegeben, die analog zu (Glas-)Kapillarviskosimetern mit dem Faktor ζ der 'Hagenbach-Couette'-Korrektur entspricht: $F_{\zeta} = 1/2 \cdot \rho \cdot \pi \cdot r^2 \cdot v_m^2 \cdot \zeta$

• 3.3. Tabelle 3, Detaildaten zur Viskositätsmessung II.

N°	Noise	H_{Start}	$L_{c\eta}$	D_{RSP}	Δ_{RSP}	$\emptyset_{zyl.}$	$L_{zyl.}$	$\Sigma\sigma_{\eta}$	$\Sigma\sigma_{\eta,rel.}$
1.	17,9	6,448	14,895	0,8512	-2,49E-3	14,2991	43,0800	0,0092	1,0%
2.	14,1	6,245	14,417	0,8512	-2,20E-3	14,2991	43,0800	0,0093	1,0%
3.	7,00	5,876	15,486	0,8512	-2,20E-3	14,2991	43,0800	0,00907	1,0%
4.	12,6	5,657	17,008	0,8512	-2,35E-3	14,2991	43,0800	0,0094	1,1%
5.	5,87	6,005	16,092	0,8512	-2,57E-3	14,2991	43,0800	0,00904	1,0%
6.	4,96	4,652	17,785	0,8512	-2,71E-3	14,2991	43,0800	0,0091	1,0%
7.	5,25	4,494	18,096	0,8512	-2,93E-3	14,2991	43,0800	0,0092	1,0%
8.	4,37	4,494	19,077	0,8512	-2,79E-3	14,2991	43,0800	0,0093	1,0%
9.	3,55	4,106	19,616	0,8512	-2,93E-3	14,2991	43,0800	0,0093	1,0%
10.	3,26	4,460	19,227	0,8512	-3,01E-3	14,2991	43,0800	0,0097	1,1%
11.	3,02	3,633	20,273	0,8512	-2,71E-3	14,2991	43,0800	0,0097	1,1%
12.	2,76	3,595	20,393	0,8512	-2,86E-3	14,2991	43,0800	0,01	1,1%
13.	2,42	3,578	20,662	0,8512	-3,01E-3	14,2991	43,0800	0,0098	1,1%
14.	3,05	3,308	20,991	0,8512	-3,01E-3	14,2991	43,0800	0,01	1,1%
15.	2,69	3,549	20,592	0,8512	-3,08E-3	14,2991	43,0800	0,0099	1,1%
16.	3,55	3,375	20,707	0,8512	-3,23E-3	14,2991	43,0800	0,01	1,1%
17.	4,21	3,224	20,951	0,8512	-3,23E-3	14,2991	43,0800	0,01	1,1%
18.	4,22	3,200	21,066	0,8512	-3,30E-3	14,2991	43,0800	0,01	1,1%
19.	4,45	3,010	21,265	0,8512	-3,23E-3	14,2991	43,0800	0,011	1,2%
20.	4,11	3,247	21,169	0,8512	-3,37E-3	14,2991	43,0800	0,011	1,2%
21.	3,79	3,046	21,265	0,8512	-3,37E-3	14,2991	43,0800	0,011	1,2%
22.	4,92	3,086	19,832	0,8512	-3,45E-3	14,2991	43,0800	0,011	1,2%
23.	3,30	3,002	17,300	0,8512	-3,67E-3	14,2991	43,0800	0,011	1,2%
24.	2,98	2,967	14,997	0,8512	-3,67E-3	14,2991	43,0800	0,011	1,2%
25.	2,89	2,891	13,086	0,8512	-3,89E-3	14,2991	43,0800	0,012	1,4%
26.	3,74	2,869	11,498	0,8512	-3,96E-3	14,2991	43,0800	0,013	1,5%
27.	3,22	2,847	9,908	0,8512	-4,11E-3	14,2991	43,0800	0,013	1,5%
28.	3,35	2,831	8,719	0,8512	-4,11E-3	14,2991	43,0800	0,014	1,6%
29.	3,89	2,807	7,600	0,8512	-4,33E-3	14,2991	43,0800	0,014	1,6%
30.	3,70	2,769	6,550	0,8512	-4,40E-3	14,2991	43,0800	0,015	1,7%
31.	5,34	2,759	5,737	0,8512	-4,55E-3	14,2991	43,0800	0,017	1,9%
32.	6,79	2,752	4,996	0,8512	-4,55E-3	14,2991	43,0800	0,017	1,9%
33.	6,41	2,741	4,354	0,8512	-4,70E-3	14,2991	43,0800	0,019	2,1%
34.	6,50	2,732	3,798	0,8512	-5,06E-3	14,2991	43,0801	0,021	2,4%
35.	7,46	2,713	3,300	0,8512	-5,21E-3	14,2991	43,0801	0,023	2,6%
36.	8,63	2,705	2,867	0,8512	-5,43E-3	14,2991	43,0801	0,026	2,9%
37.	14,8	2,698	2,498	0,8512	-5,50E-3	14,2991	43,0801	0,03	3,4%
38.	11,1	2,695	2,174	0,8512	-5,58E-3	14,2991	43,0801	0,034	3,8%
39.	11,2	2,688	1,891	0,8512	-5,36E-3	14,2991	43,0801	0,038	4,3%
40.	13,8	2,679	1,649	0,8512	-5,50E-3	14,2991	43,0801	0,045	5,1%
41.	14,7	2,684	1,624	0,8512	-5,58E-3	14,2991	43,0801	0,051	5,8%
42.	17,3	2,684	1,630	0,8512	-5,80E-3	14,2991	43,0801	0,061	7,0%
43.	20,6	2,687	1,634	0,8512	-5,87E-3	14,2991	43,0801	0,067	7,7%
44.	18,0	2,672	1,655	0,8512	-5,94E-3	14,2991	43,0801	0,073	8,3%
45.	34,1	2,671	1,653	0,8512	-6,16E-3	14,2991	43,0801	0,092	11%
46.	29,2	2,672	1,648	0,8512	-6,31E-3	14,2991	43,0801	0,1	11%
47.	21,9	2,674	1,642	0,8512	-6,38E-3	14,2991	43,0801	0,12	13%
48.	25,8	2,676	1,647	0,8512	-6,60E-3	14,2991	43,0801	0,14	15%
49.	31,3	2,677	1,643	0,8512	-6,75E-3	14,2991	43,0801	0,15	18%
50.	29,1	2,676	1,652	0,8512	-7,04E-3	14,2991	43,0801	0,18	22%
51.	27,6	6,622	13,221	0,8512	-1,83E-3	14,2991	43,0800	0,0094	1,1%
52.	19,8	6,288	14,635	0,8512	-1,98E-3	14,2991	43,0800	0,0095	1,1%
53.	15,4	5,914	15,770	0,8512	-2,13E-3	14,2991	43,0800	0,0095	1,1%
54.	13,4	5,591	17,405	0,8512	-2,27E-3	14,2991	43,0800	0,0095	1,1%
55.	6,77	5,171	17,215	0,8512	-2,42E-3	14,2991	43,0800	0,00907	1,0%
56.	5,80	4,664	17,822	0,8512	-2,64E-3	14,2991	43,0800	0,00909	1,0%
57.	4,61	4,549	18,631	0,8512	-2,71E-3	14,2991	43,0800	0,0091	1,0%
58.	5,13	4,237	19,125	0,8512	-2,93E-3	14,2991	43,0800	0,0093	1,0%
59.	4,10	4,156	19,616	0,8512	-3,08E-3	14,2991	43,0800	0,0093	1,0%
60.	3,67	3,861	19,819	0,8512	-3,30E-3	14,2991	43,0800	0,0095	1,1%
61.	2,82	3,652	20,210	0,8512	-3,52E-3	14,2991	43,0800	0,0097	1,1%
62.	2,76	3,551	20,388	0,8512	-3,74E-3	14,2991	43,0800	0,0099	1,1%
63.	2,47	3,483	20,700	0,8512	-3,96E-3	14,2991	43,0800	0,0097	1,1%
64.	2,41	3,537	20,396	0,8512	-4,18E-3	14,2991	43,0800	0,0098	1,1%
65.	3,27	3,350	20,791	0,8512	-4,40E-3	14,2991	43,0800	0,01	1,1%

66.	3,72	3,428	20,821	0,8512	-4,55E-3	14,2991	43,0800	0,01	1,1%
67.	4,07	3,139	21,110	0,8512	-4,70E-3	14,2991	43,0800	0,01	1,1%
68.	4,19	3,227	21,018	0,8512	-4,92E-3	14,2991	43,0801	0,011	1,2%
69.	4,11	3,010	21,274	0,8512	-4,99E-3	14,2991	43,0801	0,011	1,2%
70.	4,49	3,234	20,973	0,8512	-5,28E-3	14,2991	43,0801	0,011	1,2%
71.	4,36	3,050	21,348	0,8512	-5,36E-3	14,2991	43,0801	0,011	1,2%
72.	5,06	3,054	19,784	0,8512	-5,80E-3	14,2991	43,0801	0,011	1,2%
73.	3,73	3,003	17,375	0,8512	-5,72E-3	14,2991	43,0801	0,011	1,2%
74.	2,55	2,967	15,006	0,8512	-6,31E-3	14,2991	43,0801	0,011	1,2%
75.	3,09	2,894	13,183	0,8512	-6,46E-3	14,2991	43,0801	0,012	1,3%
76.	3,29	2,868	11,447	0,8512	-6,16E-3	14,2991	43,0801	0,013	1,5%
77.	3,04	2,869	9,884	0,8512	-6,53E-3	14,2991	43,0801	0,013	1,5%
78.	3,38	2,825	8,663	0,8512	-6,68E-3	14,2991	43,0801	0,014	1,6%
79.	3,16	2,806	7,598	0,8512	-6,82E-3	14,2991	43,0801	0,014	1,6%
80.	4,03	2,769	6,614	0,8512	-6,97E-3	14,2991	43,0801	0,015	1,7%
81.	5,68	2,759	5,708	0,8512	-6,75E-3	14,2991	43,0801	0,016	1,8%
82.	5,88	2,748	4,981	0,8512	-5,65E-3	14,2991	43,0801	0,017	1,9%
83.	6,26	2,738	4,339	0,8512	-4,62E-3	14,2991	43,0800	0,019	2,1%
84.	4,97	2,727	3,777	0,8512	-3,81E-3	14,2991	43,0800	0,02	2,3%
85.	6,37	2,709	3,295	0,8512	-3,30E-3	14,2991	43,0800	0,022	2,5%
86.	10,7	2,704	2,867	0,8512	-2,79E-3	14,2991	43,0800	0,027	3,1%
87.	12,3	2,699	2,506	0,8512	-2,27E-3	14,2991	43,0800	0,028	3,1%
88.	14,7	2,695	2,190	0,8512	-1,98E-3	14,2991	43,0800	0,035	3,9%
89.	12,1	2,689	1,907	0,8512	-1,69E-3	14,2991	43,0800	0,038	4,2%
90.	10,9	2,680	1,646	0,8512	-1,47E-3	14,2991	43,0800	0,042	4,6%
91.	15,1	2,681	1,623	0,8512	-1,03E-3	14,2991	43,0800	0,048	5,4%
92.	15,0	2,685	1,633	0,8512	-6,60E-4	14,2991	43,0800	0,057	6,4%
93.	22,1	2,688	1,634	0,8512	-2,93E-4	14,2991	43,0800	0,075	8,4%
94.	24,4	2,671	1,642	0,8512	0,00	14,2991	43,0800	0,077	8,8%
95.	19,9	2,672	1,643	0,8512	2,93E-4	14,2991	43,0800	0,084	9,6%
96.	21,8	2,672	1,649	0,8512	2,93E-4	14,2991	43,0800	0,1	11%
97.	37,8	2,674	1,646	0,8512	1,47E-4	14,2991	43,0800	0,12	14%
98.	26,1	2,676	1,647	0,8512	7,33E-5	14,2991	43,0800	0,13	14%
99.	29,2	2,677	1,644	0,8512	-2,93E-4	14,2991	43,0800	0,15	18%
100.	20,8	2,676	1,638	0,8512	-6,60E-4	14,2991	43,0800	0,18	21%
101.	28,5	6,497	13,171	0,8512	-4,11E-3	14,2991	43,0800	0,0095	1,1%
102.	14,3	6,179	14,700	0,8512	-4,18E-3	14,2991	43,0800	0,0093	1,0%
103.	13,3	6,579	15,315	0,8512	-4,40E-3	14,2991	43,0800	0,0093	1,0%
104.	8,26	4,715	17,289	0,8512	-4,62E-3	14,2991	43,0800	0,0092	1,0%
105.	7,04	5,818	16,208	0,8512	-4,84E-3	14,2991	43,0801	0,0091	1,0%
106.	5,88	4,589	17,835	0,8512	-4,92E-3	14,2991	43,0801	0,0091	1,0%
107.	10,8	4,483	19,069	0,8512	-5,21E-3	14,2991	43,0801	0,0094	1,1%
108.	3,70	4,361	19,096	0,8512	-5,28E-3	14,2991	43,0801	0,0093	1,0%
109.	3,95	4,181	19,583	0,8512	-5,72E-3	14,2991	43,0801	0,0095	1,1%
110.	3,15	4,265	19,335	0,8512	-5,65E-3	14,2991	43,0801	0,0096	1,1%
111.	2,83	3,620	20,198	0,8512	-5,72E-3	14,2991	43,0801	0,0097	1,1%
112.	2,79	3,480	20,388	0,8512	-5,87E-3	14,2991	43,0801	0,01	1,1%
113.	2,72	3,588	20,480	0,8512	-6,24E-3	14,2991	43,0801	0,01	1,1%
114.	2,34	3,392	20,691	0,8512	-6,38E-3	14,2991	43,0801	0,0098	1,1%
115.	2,97	3,462	20,762	0,8512	-6,31E-3	14,2991	43,0801	0,0099	1,1%
116.	3,87	3,425	20,764	0,8512	-6,31E-3	14,2991	43,0801	0,01	1,1%
117.	3,72	3,155	21,187	0,8512	-6,16E-3	14,2991	43,0801	0,01	1,1%
118.	4,63	3,205	21,094	0,8512	-6,16E-3	14,2991	43,0801	0,01	1,1%
119.	3,88	3,006	21,249	0,8512	-5,94E-3	14,2991	43,0801	0,011	1,2%
120.	4,68	3,243	21,171	0,8512	-5,87E-3	14,2991	43,0801	0,011	1,2%
121.	3,65	3,041	21,276	0,8512	-5,65E-3	14,2991	43,0801	0,012	1,3%
122.	3,81	3,039	19,887	0,8512	-5,58E-3	14,2991	43,0801	0,011	1,2%
123.	3,60	3,013	17,360	0,8512	-5,36E-3	14,2991	43,0801	0,012	1,3%
124.	2,86	2,993	14,967	0,8512	-5,21E-3	14,2991	43,0801	0,011	1,2%
125.	3,46	2,916	13,054	0,8512	-4,99E-3	14,2991	43,0801	0,012	1,3%
126.	3,21	2,869	11,461	0,8512	-4,55E-3	14,2991	43,0800	0,013	1,5%
127.	3,69	2,849	9,995	0,8512	-4,04E-3	14,2991	43,0800	0,013	1,5%
128.	2,59	2,828	8,706	0,8512	-3,96E-3	14,2991	43,0800	0,013	1,5%
129.	4,30	2,806	7,581	0,8512	-3,67E-3	14,2991	43,0800	0,015	1,7%
130.	5,65	2,774	6,615	0,8512	-3,45E-3	14,2991	43,0800	0,015	1,7%
131.	6,00	2,757	5,707	0,8512	-3,30E-3	14,2991	43,0800	0,016	1,8%
132.	4,39	2,748	5,024	0,8512	-3,15E-3	14,2991	43,0800	0,018	2,0%
133.	6,75	2,737	4,367	0,8512	-3,08E-3	14,2991	43,0800	0,02	2,2%
134.	5,73	2,730	3,785	0,8512	-2,86E-3	14,2991	43,0800	0,021	2,3%
135.	6,79	2,709	3,310	0,8512	-2,64E-3	14,2991	43,0800	0,023	2,6%
136.	7,61	2,707	2,890	0,8512	-2,42E-3	14,2991	43,0800	0,025	2,8%
137.	10,5	2,699	2,495	0,8512	-2,27E-3	14,2991	43,0800	0,032	3,6%
138.	8,69	2,694	2,173	0,8512	-2,05E-3	14,2991	43,0800	0,033	3,7%
139.	14,7	2,687	1,893	0,8512	-2,05E-3	14,2991	43,0800	0,039	4,4%
140.	17,3	2,680	1,652	0,8512	-1,76E-3	14,2991	43,0800	0,044	4,9%
141.	17,8	2,682	1,638	0,8512	-1,54E-3	14,2991	43,0800	0,051	5,6%

142.	18,3	2,685	1,636	0,8512	-1,39E-3	14,2991	43,0800	0,057	6,4%
143.	19,2	2,687	1,629	0,8512	-1,25E-3	14,2991	43,0800	0,065	7,1%
144.	34,3	2,671	1,646	0,8512	-1,03E-3	14,2991	43,0800	0,078	8,4%
145.	35,1	2,688	1,633	0,8512	-8,07E-4	14,2991	43,0800	0,093	10%
146.	24,8	2,673	1,649	0,8512	-6,60E-4	14,2991	43,0800	0,098	11%
147.	28,5	2,675	1,645	0,8512	-3,67E-4	14,2991	43,0800	0,12	13%
148.	24,6	2,676	1,645	0,8512	-1,47E-4	14,2991	43,0800	0,13	15%
149.	31,0	2,677	1,644	0,8512	0,00	14,2991	43,0800	0,16	18%
150.	25,9	2,676	1,638	0,8512	7,33E-5	14,2991	43,0800	0,18	19%

Tabellensymbole: **Noise** Mittelwert der 'Rauheit' im Messkraftverlauf [$\mu\text{N}/\text{mm}$], H_{start} Positionshöhe der ersten Messwertes zur stationären Kraft [mm], L_{ct} Länge der Suspension, deren Flüssigkeitsreibung und Auftrieb zur Korrektur der Kraft angewendet wird [mm]. D_{RSP} Weite des Ringspalts zwischen Zylindermesskörper und Röhre bei der Temperatur [mm], Δ_{RSP} Änderung der Spaltweite durch Abweichung von der Bezugstemperatur 25°C [μm], \varnothing_{zyl} Durchmesser des Messzylinders [mm], L_{zyl} Länge des Messzylinders [mm]. $\Sigma\sigma_{\eta}$ Absolute Summe der Unsicherheitsbeiträge, die dem jeweiligen Viskositätswert beigeordnet wird [$\text{mPa}\cdot\text{s}$] und $\Sigma\sigma_{\eta_{\text{rel}}}$ relative Unsicherheit des Viskositätswertes.

Die Spalte 'Noise' in Tabelle 3 stellt die Auswertung der 'Modulationen der stationären Kraft' aus Lastschwankung in aufeinander folgenden Kraftmesswerten im Verhältnis zur dabei zurückgelegten Bewegungstrecke dar ($\Delta F/\Delta s$). Als oszillierende Mikrobeschleunigungen mit Extremwerten bei bestimmten Scherraten (und Proben) kann der Resonanzeffekt auf Inhomogenitäten in der Probe hindeuten. Die folgenden Rubriken geben gemessene und berechnete geometrischen Gegebenheiten der jeweiligen Messung wieder. Die individuellen Gesamtfehlersummen werden in den beiden letzten Spalten ausgegeben; bei idealer Kalibrierung und konformem Aufbau ist der tatsächlich einzuräumende Gesamtfehler um die bedeutende Beiträge aus den geometrischen Unsicherheiten vermindert!

4. DICHTE-MESSUNG

Akquisitionsperiode der 150 Messwerte im Messablauf: 3 bis 148 min, Temperatur $\Delta T = 0,098 \text{ K}$ ($T = 25,051 \pm 0,026^\circ\text{C}$)

Angabewert: $\rho = 0,99703 \pm 0,000083 \text{ g/cm}^3$ (298,198 K, 96,97 kPa)

Streuung: $\pm 2,52 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3$ absolute bzw. 25ppm relative Standardabweichung

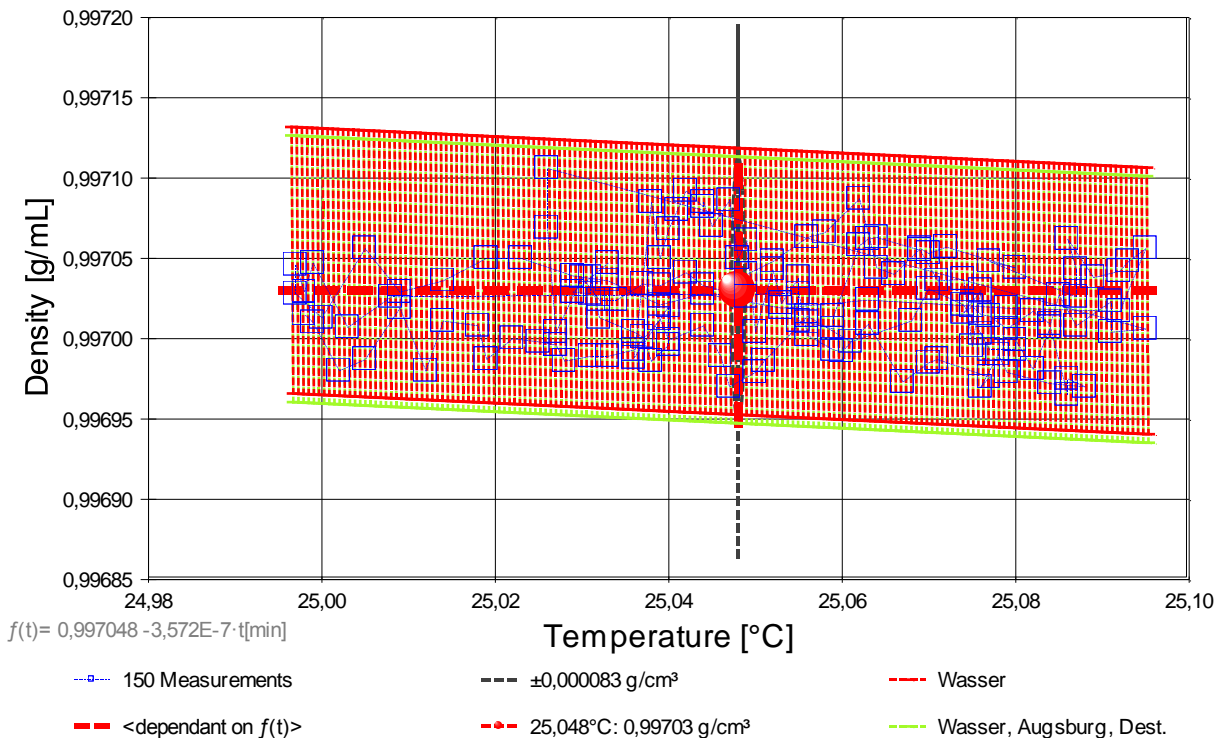
Berechnung: lineare Regressionsgleichung, eher zeitabhängig.

Zeitgleichung durch Regression zwischen 3 und 148min:

$$\rho (\text{g/min}) = 0,997048 - 3,572\text{E-}7 \cdot t \quad r^2 = 0,28 \quad s^2 = 6,34\text{E-}10$$

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 ' $r^2=0,28$ ' 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 4 -



Das Diagramm 4, "rho-f(T)", oben, zeigt die 150 Dichtemesswerte als Quadratsymbol bei der jeweils beigemessenen Temperatur eingezeichnet. Der Angabewert bei 25,048°C für die Wasser Probe ist als Kugel abgebildet; der Bereich der Messunsicherheit wird durch gestrichelte Linien ausgewiesen. und in Strichbreite der Messunsicherheit, die Referenzfunktion von 'Wasser' (aus der Datenbank) und als Vergleich der Wertebereich der ähnlich dichten Substanz 'Wasser, Augsburg, Dest.'.

• 4.1. Tabelle 4, Dichtemessung

N°	t	T	ρ	H	ω	$\Delta_{rel.}$	N	F _A	F _{Korr.}
1.	3,4	25,033	0,99705	2,648	3,4	0,32‰	4	412,963	0,013 ‡
2.	4,0	25,029	0,99703	2,648	2,4	72ppm	3	412,962	0,011 ‡
3.	4,6	25,031	0,99703	2,648	3,3	0,20‰	4	412,963	0,012 ‡
4.	5,2	25,031	0,99704	2,648	3,5	0,57‰	4	412,964	0,014 ‡
5.	5,7	25,032	0,99701	2,648	2,4	0,76‰	3	412,964	0,013 ‡
6.	6,3	25,036	0,99700	2,648	2,4	0,41‰	3	412,967	0,014 ‡
7.	6,9	25,037	0,99700	2,648	3,3	0,36‰	4	412,966	0,014 ‡
8.	7,5	25,038	0,99699	2,648	2,6	0,14‰	3	412,966	0,013 ‡
9.	8,1	25,040	0,99700	2,648	3,5	0,31‰	4	412,966	0,013 ‡
10.	8,7	25,040	0,99702	2,648	2,4	0,74‰	3	412,963	0,011 ‡
11.	9,3	25,036	0,99699	2,648	2,4	0,49‰	3	412,966	0,012 ‡
12.	10,0	25,038	0,99709	2,648	2,4	0,20‰	3	412,961	0,014 ‡
13.	10,7	25,039	0,99705	2,648	3,3	0,63‰	4	412,963	0,013 ‡
14.	11,3	25,040	0,99707	2,648	2,4	0,28‰	3	412,963	0,014 ‡
15.	11,9	25,041	0,99708	2,648	5,4	0,11‰	6	412,961	0,013 ‡
16.	12,6	25,042	0,99709	2,648	5,4	0,13‰	6	412,961	0,014 ‡
17.	13,3	25,044	0,99708	2,648	3,5	0,31‰	4	412,961	0,013 ‡
18.	13,9	25,044	0,99708	2,648	2,4	0,50‰	3	412,963	0,015 ‡
19.	14,6	25,045	0,99707	2,648	3,3	0,11‰	4	412,963	0,015 ‡
20.	15,3	25,047	0,99709	2,648	2,4	0,71‰	3	412,962	0,015 ‡
21.	16,2	25,048	0,99705	2,648	5,4	0,16‰	6	412,963	0,013 ‡
22.	17,0	25,049	0,99706	2,648	2,4	0,84‰	3	412,963	0,014 ‡
23.	17,9	25,050	0,99700	2,648	3,5	0,71‰	4	412,966	0,013 ‡
24.	18,6	25,052	0,99704	2,648	4,4	0,54‰	5	412,965	0,015 ‡
25.	19,4	25,053	0,99702	2,648	4,2	0,64‰	5	412,964	0,012 ‡
26.	20,3	25,055	0,99704	2,648	3,3	0,48‰	4	412,965	0,015 ‡
27.	21,1	25,055	0,99701	2,648	5,4	0,33‰	6	412,964	0,012 ‡
28.	22,0	25,056	0,99701	2,648	4,5	0,47‰	5	412,964	0,012 ‡
29.	22,8	25,059	0,99701	2,648	6,3	0,28‰	7	412,965	0,013 ‡
30.	23,7	25,059	0,99701	2,648	4,5	0,36‰	5	412,965	0,013 ‡
31.	24,5	25,062	0,99706	2,648	2,4	55ppm	3	412,962	0,013 ‡
32.	25,2	25,063	0,99706	2,648	2,4	0,37‰	3	412,962	0,013 ‡
33.	26,0	25,064	0,99706	2,648	2,4	0,29‰	3	412,961	0,012 ‡
34.	26,8	25,069	0,99706	2,648	3,3	0,25‰	4	412,962	0,012 ‡
35.	27,6	25,071	0,99704	2,648	4,2	0,16‰	5	412,961	0,010 ‡
36.	28,3	25,074	0,99704	2,648	2,4	0,58‰	3	412,963	0,012 ‡
37.	29,2	25,075	0,99699	2,648	5,2	0,21‰	6	412,964	0,011 ‡
38.	30,1	25,076	0,99703	2,648	2,3	0,81‰	3	412,964	0,013 ‡
39.	30,8	25,074	0,99702	2,648	3,3	0,23‰	4	412,964	0,012 ‡
40.	31,5	25,075	0,99702	2,648	3,4	0,41‰	4	412,965	0,013 ‡
41.	32,4	25,076	0,99702	2,648	2,4	0,14‰	3	412,963	0,011 ‡
42.	33,3	25,077	0,99701	2,648	2,4	0,28‰	3	412,967	0,015 ‡
43.	34,2	25,079	0,99701	2,648	3,6	0,81‰	4	412,966	0,014 ‡
44.	35,2	25,082	0,99702	2,648	4,3	63ppm	5	412,963	0,012 ‡
45.	36,2	25,084	0,99701	2,648	2,7	0,71‰	3	412,966	0,014 ‡
46.	37,2	25,085	0,99703	2,648	2,4	0,65‰	3	412,963	0,012 ‡
47.	38,2	25,087	0,99701	2,648	2,4	0,37‰	3	412,964	0,012 ‡
48.	39,3	25,091	0,99702	2,648	2,4	0,35‰	3	412,963	0,012 ‡
49.	40,6	25,091	0,99700	2,648	2,6	0,34‰	3	412,966	0,013 ‡
50.	42,1	25,095	0,99701	2,648	3,4	0,11‰	4	412,964	0,012 ‡
51.	54,9	25,026	0,99711	2,648	2,4	0,72‰	3	412,961	0,015 ‡
52.	55,5	25,026	0,99707	2,648	2,4	0,13‰	3	412,960	0,011 ‡
53.	56,1	25,027	0,99700	2,648	5,4	0,41‰	6	412,967	0,014 ‡
54.	56,7	25,030	0,99704	2,648	3,5	0,29‰	4	412,962	0,012 ‡
55.	57,4	25,032	0,99702	2,648	2,6	---	3	412,964	0,013 ‡
56.	58,0	25,034	0,99702	2,648	2,6	0,16‰	3	412,965	0,014 ‡
57.	58,7	25,037	0,99703	2,648	2,6	0,43‰	3	412,963	0,013 ‡
58.	59,4	25,039	0,99703	2,648	2,4	42ppm	3	412,963	0,012 ‡
59.	60,0	25,042	0,99704	2,648	2,4	0,46‰	3	412,964	0,014 ‡
60.	60,7	25,044	0,99703	2,648	3,5	0,46‰	4	412,963	0,012 ‡
61.	61,4	25,049	0,99703	2,648	5,4	0,21‰	6	412,964	0,013 ‡
62.	62,1	25,049	0,99704	2,648	2,4	0,85‰	3	412,962	0,012 ‡
63.	62,7	25,052	0,99705	2,648	2,6	0,59‰	3	412,960	0,010 ‡
64.	63,5	25,056	0,99706	2,648	2,4	0,60‰	3	412,961	0,012 ‡
65.	64,1	25,058	0,99707	2,648	3,3	0,37‰	4	412,962	0,013 ‡
66.	64,8	25,062	0,99709	2,648	2,4	0,64‰	3	412,959	0,011 ‡
67.	65,4	25,064	0,99704	2,648	3,5	0,72‰	4	412,963	0,013 ‡
68.	66,3	25,066	0,99704	2,648	5,4	0,24‰	6	412,962	0,012 ‡
69.	67,0	25,069	0,99706	2,648	2,4	0,30‰	3	412,962	0,013 ‡
70.	67,7	25,070	0,99705	2,648	2,4	0,56‰	3	412,963	0,013 ‡
71.	68,4	25,072	0,99706	2,648	3,5	0,40‰	4	412,960	0,011 ‡

72.	69,2	25,080	0,99704	2,648	3,3	61ppm	4	412,962	0,013 ‡
73.	70,0	25,077	0,99705	2,648	3,5	0,17‰	4	412,962	0,012 ‡
74.	70,9	25,087	0,99703	2,648	9,9	62ppm	11	412,963	0,012 ‡
75.	71,8	25,087	0,99704	2,648	2,4	0,85‰	3	412,963	0,013 ‡
76.	72,5	25,086	0,99706	2,648	3,3	0,18‰	4	412,963	0,014 ‡
77.	73,5	25,089	0,99704	2,648	2,4	0,46‰	3	412,966	0,016 ‡
78.	74,3	25,092	0,99704	2,648	2,4	0,47‰	3	412,965	0,015 ‡
79.	75,0	25,093	0,99705	2,648	5,1	0,22‰	6	412,963	0,013 ‡
80.	75,9	25,095	0,99706	2,648	2,4	0,21‰	3	412,962	0,013 ‡
81.	76,7	25,092	0,99702	2,648	3,5	0,32‰	4	412,965	0,013 ‡
82.	77,6	25,079	0,99702	2,648	3,3	0,40‰	4	412,965	0,013 ‡
83.	78,5	25,063	0,99702	2,648	4,2	96ppm	5	412,963	0,012 ‡
84.	79,4	25,053	0,99702	2,648	2,4	0,13‰	3	412,966	0,014 ‡
85.	80,2	25,044	0,99703	2,648	3,3	0,15‰	4	412,964	0,013 ‡
86.	81,1	25,039	0,99702	2,648	3,3	0,22‰	4	412,964	0,012 ‡
87.	81,9	25,033	0,99704	2,648	3,5	87ppm	4	412,964	0,014 ‡
88.	82,7	25,029	0,99704	2,648	2,4	0,17‰	3	412,965	0,014 ‡
89.	83,4	25,023	0,99705	2,648	5,2	0,24‰	6	412,962	0,012 ‡
90.	84,3	25,019	0,99705	2,648	2,6	0,28‰	3	412,966	0,016 ‡
91.	85,1	25,014	0,99704	2,648	2,4	86ppm	3	412,963	0,012 ‡
92.	85,9	25,009	0,99703	2,648	2,4	0,51‰	3	412,964	0,013 ‡
93.	86,8	25,005	0,99706	2,648	3,5	86ppm	4	412,963	0,014 ‡
94.	87,9	25,000	0,99701	2,648	3,6	0,28‰	4	412,964	0,012 ‡
95.	89,0	24,997	0,99703	2,648	4,5	0,25‰	5	412,966	0,015 ‡
96.	90,1	24,997	0,99705	2,648	3,3	0,28‰	4	412,963	0,013 ‡
97.	91,2	24,998	0,99703	2,648	3,3	0,43‰	4	412,964	0,013 ‡
98.	92,4	24,999	0,99705	2,648	2,3	0,91‰	3	412,963	0,014 ‡
99.	94,1	25,003	0,99701	2,648	2,6	0,12‰	3	412,967	0,015 ‡
100.	95,5	25,008	0,99703	2,648	3,3	0,25‰	4	412,964	0,013 ‡
101.	107,3	25,055	0,99703	2,648	2,4	0,21‰	3	412,966	0,015 ‡
102.	107,9	25,056	0,99700	2,648	3,5	0,23‰	4	412,965	0,012 ‡
103.	108,6	25,059	0,99699	2,648	5,4	0,25‰	6	412,968	0,015 ‡
104.	109,3	25,060	0,99699	2,648	2,6	0,27‰	3	412,966	0,013 ‡
105.	109,9	25,063	0,99701	2,648	3,3	0,34‰	4	412,966	0,014 ‡
106.	110,5	25,067	0,99697	2,648	2,4	0,13‰	3	412,965	0,011 ‡
107.	111,1	25,070	0,99699	2,648	5,2	0,31‰	6	412,967	0,014 ‡
108.	111,7	25,071	0,99699	2,648	2,4	0,42‰	3	412,968	0,014 ‡
109.	112,3	25,077	0,99698	2,648	2,4	86ppm	3	412,965	0,011 ‡
110.	113,0	25,076	0,99697	2,648	2,4	440ppb	3	412,968	0,013 ‡
111.	113,6	25,078	0,99699	2,648	2,4	85ppm	3	412,966	0,013 ‡
112.	114,3	25,079	0,99698	2,648	3,5	0,14‰	4	412,966	0,012 ‡
113.	114,9	25,084	0,99697	2,648	2,4	0,47‰	3	412,966	0,012 ‡
114.	115,5	25,088	0,99697	2,648	3,5	0,34‰	4	412,967	0,012 ‡
115.	116,3	25,086	0,99698	2,648	2,4	0,39‰	3	412,967	0,013 ‡
116.	117,0	25,086	0,99697	2,648	3,5	0,43‰	4	412,968	0,013 ‡
117.	117,7	25,084	0,99701	2,648	2,7	0,45‰	3	412,966	0,014 ‡
118.	118,4	25,082	0,99698	2,648	2,4	0,50‰	3	412,964	0,011 ‡
119.	119,2	25,080	0,99700	2,648	2,4	0,21‰	3	412,965	0,012 ‡
120.	119,9	25,080	0,99699	2,648	3,6	0,46‰	4	412,965	0,012 ‡
121.	120,7	25,077	0,99699	2,648	2,4	43ppm	3	412,964	0,011 ‡
122.	121,5	25,076	0,99700	2,648	2,4	0,67‰	3	412,963	0,011 ‡
123.	122,4	25,074	0,99702	2,648	2,4	86ppm	3	412,964	0,012 ‡
124.	123,2	25,070	0,99703	2,648	2,4	0,72‰	3	412,964	0,013 ‡
125.	124,0	25,068	0,99701	2,648	2,4	0,34‰	3	412,965	0,013 ‡
126.	124,8	25,061	0,99700	2,648	2,4	0,21‰	3	412,964	0,012 ‡
127.	125,7	25,056	0,99701	2,648	2,4	85ppm	3	412,964	0,012 ‡
128.	126,6	25,051	0,99699	2,648	2,4	0,17‰	3	412,965	0,012 ‡
129.	127,3	25,050	0,99698	2,648	2,4	0,59‰	3	412,964	0,011 ‡
130.	128,2	25,047	0,99697	2,648	3,5	0,12‰	4	412,967	0,012 ‡
131.	129,0	25,046	0,99699	2,648	2,4	0,59‰	3	412,964	0,011 ‡
132.	129,8	25,044	0,99701	2,648	2,4	0,13‰	3	412,964	0,012 ‡
133.	130,6	25,040	0,99700	2,648	2,6	0,27‰	3	412,965	0,012 ‡
134.	131,4	25,039	0,99701	2,648	3,5	0,41‰	4	412,965	0,013 ‡
135.	132,2	25,036	0,99699	2,648	3,3	0,64‰	4	412,965	0,012 ‡
136.	133,0	25,033	0,99699	2,648	3,5	0,26‰	4	412,966	0,012 ‡
137.	134,0	25,031	0,99699	2,648	2,4	0,38‰	3	412,965	0,012 ‡
138.	134,9	25,028	0,99699	2,648	2,6	0,31‰	3	412,965	0,011 ‡
139.	135,7	25,027	0,99700	2,648	2,4	85ppm	3	412,965	0,012 ‡
140.	136,5	25,025	0,99700	2,648	6,4	0,32‰	7	412,964	0,012 ‡
141.	137,4	25,022	0,99700	2,648	2,4	0,13‰	3	412,963	0,011 ‡
142.	138,2	25,019	0,99699	2,648	2,4	0,81‰	3	412,966	0,013 ‡
143.	139,0	25,018	0,99701	2,648	2,4	0,46‰	3	412,963	0,011 ‡
144.	139,9	25,014	0,99701	2,648	3,6	0,45‰	4	412,964	0,012 ‡
145.	141,0	25,012	0,99698	2,648	14,0	22ppm	15	412,964	0,010 ‡
146.	142,3	25,009	0,99702	2,648	4,5	0,34‰	5	412,964	0,013 ‡
147.	143,5	25,005	0,99699	2,648	6,4	0,24‰	7	412,963	0,009 ‡

148.	144,8	25,002	0,99698	2,648	2,4	0,55‰	3	412,968	0,014 ‡
149.	146,1	24,999	0,99701	2,648	5,2	78ppm	6	412,967	0,015 ‡
150.	147,5	24,998	0,99701	2,648	3,3	0,43‰	4	412,967	0,015 ‡

Tabellensymbole: t Zeitpunkt [min], T Temperatur [°C], ρ Dichte [g/cm³], H Positionshöhe der Messkörperunterkannte über der Nullhöhe beim Dichtemesswert [mm], ω Beobachtungsdauer der Auftriebsmessung [s], Δ_{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_{kor} gemessene Referenzkraft mit berechneter Korrektur für die Auftriebskraft der Messkörperaufhängung [mN].

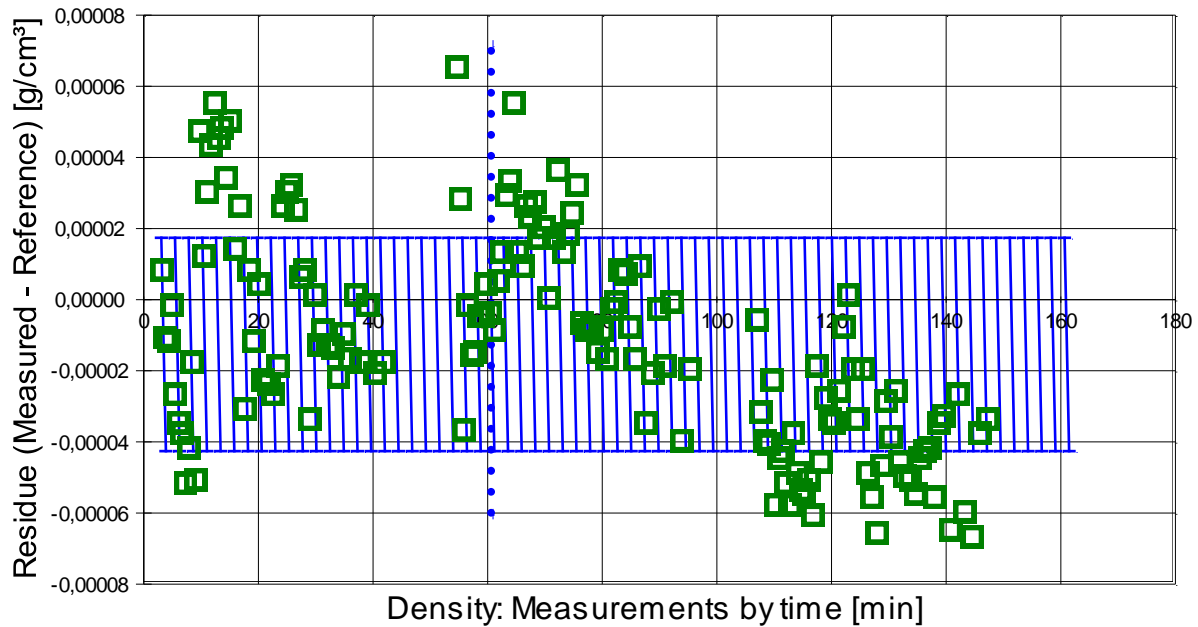
Die 'Nullhöhe' ist i.d.R. der Gefäßboden falls nicht ein Podest für den Messkörper in der Röhre eingesetzt wurde. Die zu F_{kor} nachgestellten Zeichen '°', '†' oder '‡', symbolisieren die jeweils angewandte Mess- und Korrekturverfahren ('°' für Dichtemesswerte ohne Meniskuseliminierverfahren, '†' für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

• 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, dem 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.

- Diagramm 5 -

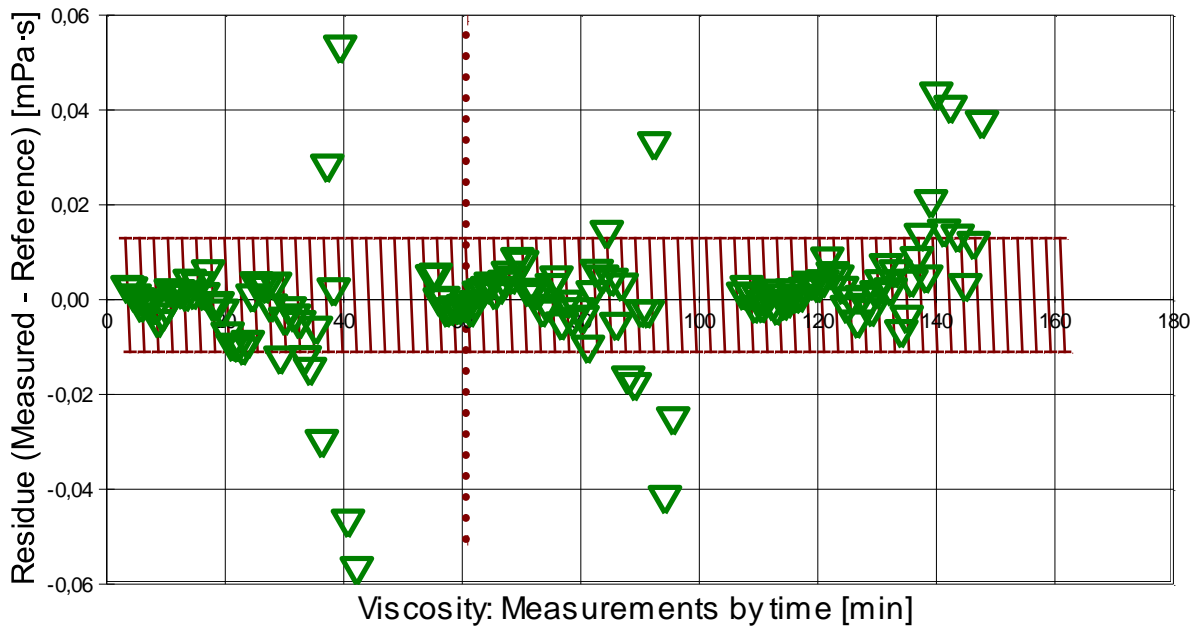


Reference values for 'Wasser' acc. to $f(T[°C]) = (6.5592063E-05 \cdot T^5 - 1.1225639E-02 \cdot T^4 + 1.0026530 \cdot T^3 - 90.968893 \cdot T^2 + 679.48991 \cdot T + 9998425.9) / 1E7$

Mean and Standarddev. of Residuals: $-1,26E-5 \pm 3,0E-5$ g/cm³, relative: -13ppm at a spread of 30ppm

Das Chart N°5, "r-Residuen", zeigt die temperaturkompensierte Abweichungen der einzelnen Dichtemesswerte 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.

- Diagramm 6 -



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: $9,77\text{E}-4 \pm 0,012$ mPa·s, relative: +1,1‰ at a spread of 1,3%

Das Chart N°6, "h-Residuen", zeigt die 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 25,048°C

	Referenz	Messung	Δ absolut	Δ relativ	Δ / u
ρ	0,99704	0,99703	-0,00001 g/cm ³	1ppm	@
η	0,889	0,890	+0,001 mPa·s	1‰	@

Der Ergebnisvergleich mit den Angaben, die in der Referenzdatenbank zu 'WASSER' gefunden werden, 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; 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.

• 5.2 Referenzwerte zu Dichte und Viskosität

--- DICHTE --- REFERENZEN	(g/cm ³)	ABWEICHUNG	REF. ID
1. Wasser, Augsburg, Dest. ¹	0,997030	---	ID1253.4
2. Wasser, SMOW ¹	0,997035	+10ppm	ID1254.7
3. Wasser ¹	0,997036	+10ppm	ID136.2
4. Wasser (>40°) ¹	0,99704	+10ppm	ID1274.8
5. Morpholin ²	0,9959 (25°C)	-1,1‰	ID80.1
6. TEGO Polyether ¹	1,00496	+0,80%	ID1009.4
7. 2-Nitropropan ²	0,9835 (25°C)	-1,4%	ID84.2
8. Pyridin ¹	0,9785	-1,9%	ID96.6

--- VISKOSITÄT	(mPa·s)	ABWEICHUNG	REF. ID
1. 1BW-SNr.31 ¹	0,8897	-0,34‰	ID1160.7
2. Wasser ¹	0,8891	-1,0‰	ID5.6
3. Wasser (>40°) ¹	0,8888	-1,3‰	ID1133.6
4. Cyclohexan ¹	0,893	+3,8‰	ID146.3
5. Pyridin ¹	0,884	-0,71%	ID107.2
6. DKD1BW_20-40° ¹	0,898	+0,93%	ID1138.1
7. Tetrachlormethan ¹	0,907	+1,9%	ID9.5
8. DKD1 ¹	0,870	-2,2%	ID1038.4

¹: Für 25,048°C berechneter Referenzwert.

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.

• 6. ANGABEN ZUR KONFIGURATION

Messkörper: Name *MK_ESA1a*, IDN° 7022, Spaltweite 0,851 mm.

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

Messkörperdaten: Messzylindermasse 48,1349 ±0,0003 g, ~volumen 6,054 ±0,0005 cm³, ~durchmesser 14,2991 ±0,001 mm, ~länge 43,08 ±0,001 mm, ~kub. Ausdehnungskoeffizient 53,165·10⁻⁶K⁻¹. Messzylinderssuspension: Querschnitt 0,0201 mm², Umfang 0,502 mm, Aufhängungsart: IMETER-Patentverfahren (*drift- und fehlerfreie Dichtemessung*).

Behälter/Röhre: Durchmesser 16,0015 ±0,0005 mm, ~kub. Ausdehnungskoeffizient 20·10⁻⁶K⁻¹.

Bezugstemperatur für Abmessungen und Ausdehnungskoeffizienten 25°C.

Kinetische Energie- Korrektur F_{ζ} , Faktor Zeta: $\zeta = 1,37$.

Individuelle Werte: Offset-Korrektur: $F_{\theta} = 0,0062$ mN.

Die Bedeutung der Offset-Korrektur ist vom Prüfer zu spezifizieren und hängt von der angewendeten Technik und/oder von Flüssigkeitseigenschaften ab. F_{θ} kann durch die Fließgrenze begründet sein (Yield Stress: $F_{\theta} / \text{Mantelfläche} = 3,2 \cdot 10^{-3}$ Pa), den Kontaktwinkel in der Phasengrenze korrigieren ($F_{\theta} = \rho \cdot \gamma \cdot \cos\theta$; ρ Suspensionsumfang, γ Oberflächenspannung, θ Kontaktwinkel)) oder konvektive Kraftbeiträge beinhalten.

Höhe der Flüssigkeitssäule über der Nulllage: 68,4 mm, max. Bewegungstrecke in der Phase: 25,4 mm.

Messunsicherheiten des Ergebnisses: Die Unsicherheit der Viskositätsangabe ist als Mittelwert der Messunsicherheiten der Einzelmessungen angegeben (±0,033 mPa·s); die Messunsicherheit der Dichte (±0,000083 g/cm³) stammt von den Unsicherheitsangaben zu Messkörpervolumen und -Masse, der Massebestimmung und der Temperatur.

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 ($\sigma_{F1/2}$), 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 diese sind summarisch angegeben in der Spalte σ_{η} von 3.2. Tabelle 2, Detaildaten zur Viskositätsmessung I. und in den jeweiligen Diagrammen eingezeichnet.

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 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 14622, Datenbank imeterData32) auffindbar und als Referenz oder Vergleich nutzbar. Ggf. nachfolgende ausgegebene Informationen enthalten, je nach Einstellungen und Berichtsvorlage (Stil = 'modem'), verschieden detaillierte Begleitinformationen, wie die Angaben zur Ausführung der Messung, den Audit-Trail und Hinweise zur Prüfmittelüberwachung.

Programm

Data created by execution of the IMPro "**DiVA-A1**", type 5/0. IMPro break by user in command line N°579.

Prüfmittel

Die Kraftmesseinrichtung (WZA224) wurde zuletzt während dieser Messung justiert.

IMETER ID23903733: Systemdaten: Auflösung des Wägesystems 0,1mg, Messunsicherheit¹⁾ 0,2mg, Dichte der Justiermasse¹⁾ 8,000 g/cm³, Luftdichte vgl. Tabelle unten; Umrechnungen von Masse nach Kraft mit dem Wert 9,80769m/sec² für die Fallbeschleunigung¹⁾.

Pt100-Temperaturmessung: Auflösung 0,001[K], Messunsicherheit ±0,01[K], R° 100,0018[Ohm], AutoCal 60[min] (BN°3, -10/100°C, 4S, FS15, Offset: -0,0361). Die Messauflösung der sekundären Temperaturmessung beträgt 0,01K, die Unsicherheit¹⁾ 0,03K.

Akquisitions-Softwareversion IMETER 7.0.52, LizenzN° *3037-4759*, Windows 6.2- Betriebssystem auf PC Ser.N°6995684 (C, SSD).

eine Justierung der Wägezelle während der Messung:

Zeit: 54,4 [min] Korrektur: -0,0001 [g]

Die während der Messung automatisch ausgeführten Wägezellen-Justierungen sind mit relativem End-Zeitpunkt und korrigierter Abweichung oberhalb dokumentiert (die kompletten Kalibrier- und Justierprotokolle sind in der Datei 'imeterData32.cal' gesondert gespeichert).

meteorologische Angaben, Luftdichte:

1. 2,9 min: ϕ 55,57%, Temp. 24,51°C, p_a 96,52 kPa, ρ_{air} 1,12242 kg/m³
2. 53,3 min: ϕ 54,39%, Temp. 24,67°C, p_a 96,52 kPa, ρ_{air} 1,12183 kg/m³
3. 106,8 min: ϕ 54,62%, Temp. 24,84°C, p_a 96,578 kPa, ρ_{air} 1,12181 kg/m³

Obige Zusammenstellung gibt Atmosphärendaten für den Aufstellort wider; es bedeuten ϕ relative Luftfeuchte(r.H.), Temp. Lufttemperatur und p_a absoluter Luftdruck, ρ_{air} die Luftdichte Die Ablesungen wurden automatisch durch das i-SIF ausgeführt.