

## Oberflächenspannung: Temperaturunabhängige „Prozessmessung“

Die Oberflächenspannung einer Toluolprobe wurde fortwährend gemessen, während der Ministat, eine Zick-Zack-Temperaturrampe ausführt. Solche Messungen können Wochenlang fortlaufen, ohne einen Eingriff zu erfordern und gewähren über die ganze Zeit die genaue Einhaltung der Spezifikation und zwar driftfrei.

**Messumstände:** Ringmethode, Messung in einem doppelwandigen Temperiergefäß; imeter steuert im Messprogramm den *Ministat* - Thermostaten der Fa. Huber (Peter Huber Kältemaschinenbau GmbH, Offenburg, [www.huber-online.com](http://www.huber-online.com)) und das integrierte Magnetrührwerk. In der vollautomatischen Messung wird eine Menge Toluol vorgelegt. Die jeweilige Ermittlung der Oberflächenspannung, die Messung, Temperaturregelung, etc. und die sofortige Ergebnisdarstellung erfolgen vollautomatisch.

In diesem Dokument wird ein automatisch erzeugter **IMETER** -Prüfbericht vorgestellt. Die Ausführlichkeit ergibt sich aus der Forderung, dass alle Variablen einer Messung dargestellt werden sollen (können bzw. müssen). Variablen sind nicht nur die Messdaten - sondern auch Umstände und Abläufe und die Eigenschaften der Normale. Dazu passend verfügt **IMETER** einerseits über eine Modelliersprache, um Mess- bzw. Steuerungsverfahren zu gestalten („was soll der Fall sein“) und andererseits über analytische Fähigkeiten, um zu bewerten, *was der Fall ist*, und um darüber in Berichten Rückkopplung zu geben. - **IMETER** befreit sehr viel kostbare Arbeitszeit, indem nicht nur das Messen/Steuern/Regeln sondern auch die beurteilungsreife Darstellung automatisiert ist.

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

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

**Bericht (6D3A2AJ16312B), Imeter/MSB, Augsburg am 13.02.06**

### **ID N° 180 - Oberflächenspannung**

ausgeführt am Donnerstag, 24 November 2005, von imeter

**Titel: ARA-Dauerlauf (Toluone) (A7)**

**Flüssigkeit/Vergleich: Toluol**

**Ergebnis: 27,75mN·m<sup>-1</sup> bei 25,00°C**

### **Bericht**

**Kommentar:** < **"Auto-Repeat"-Messung - d.h. der Ablauf wiederholt sich ununterbrochen von selbst - während der ARA-ARA Ausstellung. imeter steht dabei auf einem nicht besonders stabilen Tisch. Leute gehen vorbei das Visir ist offen. Luftzug unvermeidlich. Der Huber Ministat wird jeweils zwischen 20 und 30°C Grad-schrittweise hin-und-her gesteuert und es entsteht ein Zick-Zack der Temperatur und Oberflächenspannung. Bemerkenswert ist: 1. Beim Aufheizen verläuft die gemessene OFS ziemlich genau auf dem jeweiligen Referenzwert (vgl. Diagramm Referenzvergleich) 2. Beim Abkühlen reißt die Flüssigkeitslamelle regelmäßig ab. 3. Die mit der Temperatur einhergehende Änderung der Dichte - des Volumens - wird auch noch sehr exakt in der Oberflächen-Niveaulage wiedergefunden (vgl. Diagramm 1).** > **Kommentar**

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

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

### **• Vergleichsanalyse**

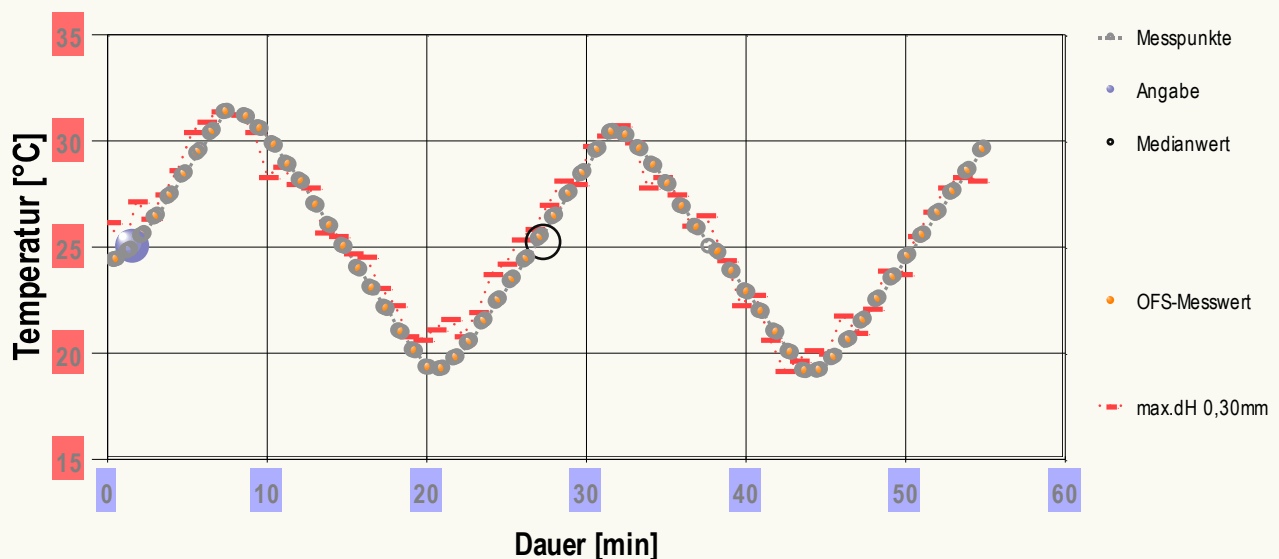
Referenz "Toluol", Bezugstemperatur = 25,00°C

	Referenzwert	Messung	Abweichung absolut	relativ	Signifikanz
$\gamma$	27,93	27,75	-0,18mN·m <sup>-1</sup>	0,6%	2
$\Delta\gamma/\Delta T$	0,12	0,12	±0,00mN·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup>	---	@

Die Datenbank liefert *Ünanthsäure* mit 27,76mN·m<sup>-1</sup> einen ähnlichen, ggf. geeigneteren Wert, der Unterschied zum Messwert beträgt hier absolut 0,01 mN·m<sup>-1</sup>.

Der Ergebnisvergleich mit den Angaben, die in der Referenzdatenbank zu 'TOLUOL' gefunden werden, stellt die Werteübereinstimmung unabhängig von der Temperatur dar. Der Unterschied wird als absolute Differenz "Probenwert Minus Referenzwert" und als relative Abweichung angegeben. Das Symbol  $\gamma$  steht für die Messgröße,  $\Delta\gamma/\Delta T$  für den Temperaturkoeffizienten; mit "Signifikanz" wird ausgedrückt, um wieviele Male die Messunsicherheit größer ist, als der Unterschied von Mess- und Referenzwert. Das Zeichen "@" bringt zum Ausdruck, dass bei der jeweiligen Größe kein signifikanter Unterschied von Mess- und Referenzwert auftritt. Die Aussagefähigkeit der Signifikanz bei der Bewertung der Temperaturabhängigkeit hängt stark davon ab, dass ein hinreichend großes Temperaturintervall durchgemessen wird.

Die Oberflächenspannung wurde 61 Mal gemessen, die Nettodauer des Messablaufs betrug 54,8 Minuten, Angabetemperatur des Eintrags sowie des Temperaturkoeffizienten ist 25,00°C. Es lag eine unstetige, Temperaturabnahme von 31,37 auf 19,14°C vor.



Im Diagramm, oben, "Temperatur- u. Ereignisprofil" wird eine Übersicht zum zeitlichen Verlauf der Vorgänge und der dabei gemessenen Temperatur gezeigt. Die Grafik hat zunächst eher einen informativen Charakter - sie dient der Rückkopplung und Übersicht über die Vorgänge bei der Messung. Die Bedeutung der eingezeichneten Symbole: Die Kreismarkierungen zeigen die Temperaturmessungen an. Die kugelförmigen Marken stehen für Zeitpunkt und Temperaturzuordnung von Messwerten der Oberflächenspannung. Waagerechte Symbole geben den relativen Verlauf der Niveauhöhe an, wie sie durch die jeweilige Bezugshöhenbestimmung ermittelt wurde - Je Bestimmung der absoluten Niveaulage wird ein Symbol erzeugt. Dies ermöglicht die Niveauperänderung durch Dosierung, Entfernung oder Verdunstung rückzukoppeln und nachvollziehbar zu machen.

**Berechnung: 'autoselect' (Harkins & Jordan), Messring: Standard (2A), Korrekturfaktor 1,0348.**

**Ringradius 9,855mm, Drahradius 0,185mm, Ausdehnungskoeffizient  $8,9 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ , Gefäßoberfläche 1452,2mm<sup>2</sup>.**

**Zur Probensubstanz: Dichte 0,8621g·cm<sup>-3</sup> (bei 25,00°C); die Dichte wird zur jeweiligen Temperatur mit der Referenzfunktion berechnet.**

Die geometrischen Angaben zum Messkörper beziehen sich auf 25°C; nur die wiedergegebenen Messkörperdaten werden in der Berechnung eingesetzt. Für einen Wertevergleich zu Resultaten der einfacheren Behelfsrechnungen (z.B. Zuidema & Waters) kann der entsprechende Algorithmus eingestellt werden. Von der Flüssigkeitsdichte wird stets die zur Messung angegebene Dichte der Luft abgezogen. Die Berechnung der jeweiligen Dichte erfolgte aus den vorhandenen Referenzdaten (Toluol) automatisch. Für die Dichte wird die Gleichung  $0,8669 - 9,612E-4 \cdot ( [^{\circ}\text{C}] - 20 )$  verwendet. Wenn dies nicht gewünscht ist, also mit einem Festwert gerechnet werden soll, wäre 'Toluol' z.B. in 'Toluol-Lot. xyz' umzubenennen und im Datenblatt ein entsprechender Wert anzugeben..

**Akquisitionsperiode der 61 Messwerte im Messablauf: 1 bis 55min, Temperatur  $\Delta T = -12,19\text{K}$**

**Resultat:  $\gamma = 27,75 \pm 0,14 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-1}$**

**Streuung:  $\pm 7,44E-2 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-1}$  absolute bzw. 2,7‰ relative Standardabweichung**

**Berechnung: quadratischen Regressionsgleichung, eindeutig temperaturabhängig**

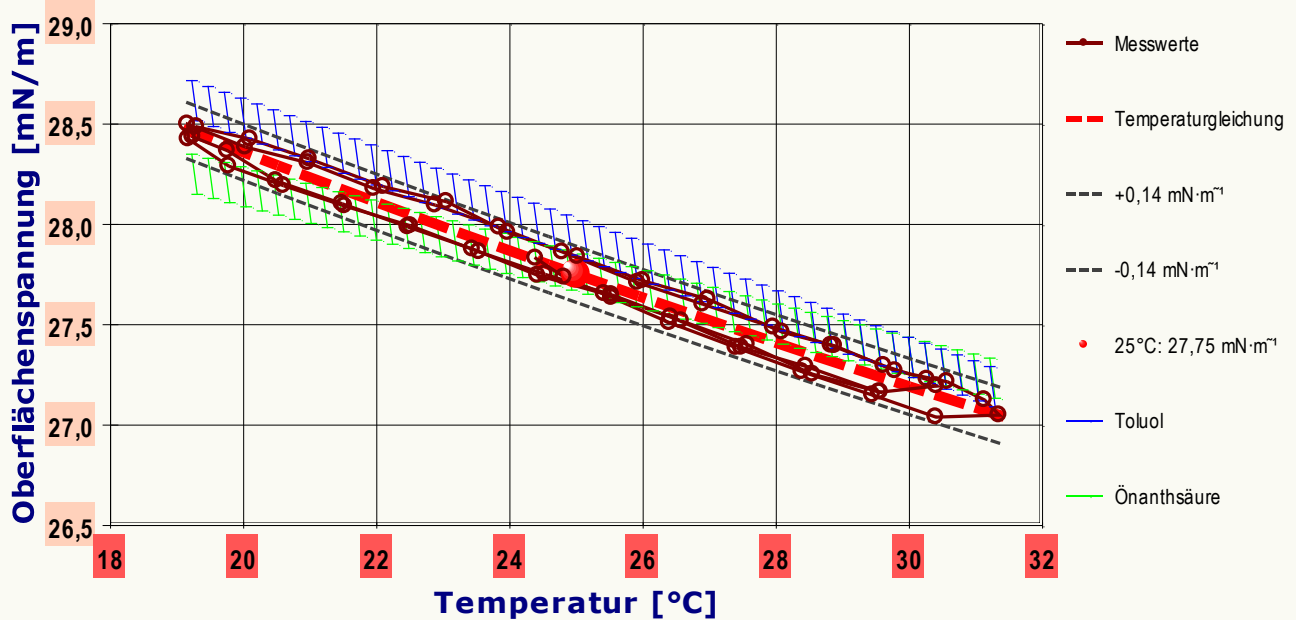
**Der Temperaturkoeffizient der Oberflächenspannung mit  $0,12 \pm 0,05 \text{ (mN} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$  entspricht normalen Werten recht gut, die relative Änderung der Oberflächenspannung mit der Temperatur beträgt 4,3‰ pro Grad bei der Angabetemperatur.**

**Approximation durch Temperaturfunktion zwischen 19,16 und 31,35 °C:**

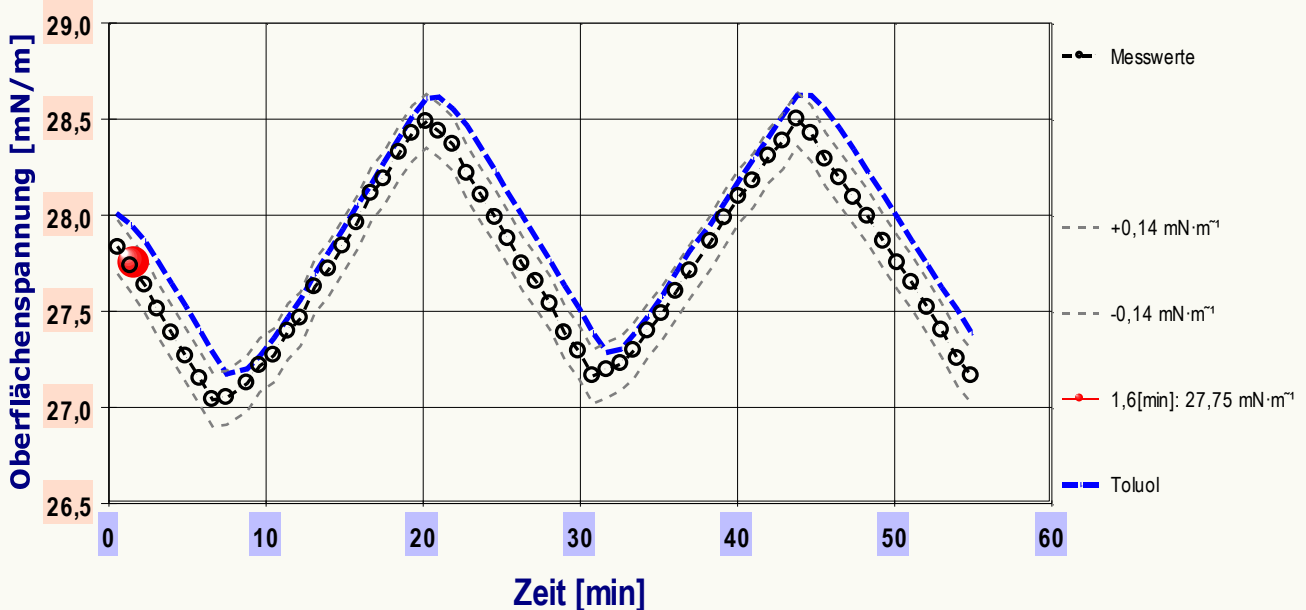
$$\gamma(T) = 31,287 - 0,1662 \cdot T(^{\circ}\text{C}) + 9,894E-4 \cdot T(^{\circ}\text{C})^2 \quad r^2 = 0,971 \quad s^2 = 5,54E-3$$

Das Ergebnis  $\gamma$  der Oberflächenspannungsmessung wird mit der individuell berechneten Messunsicherheit angegeben. Dass die Messunsicherheit kleiner

ist, als die Standardabweichung (Streuung), die im Bezug auf die Auswertemethode (quadratischen Regressionsgleichung) berechnet ist, bestätigt die Korrektheit der Messung. Die Messdaten werden automatisch analysiert. Ergebnis und ermittelte Zusammenhänge stellen Vorschläge dar, wobei aus den Daten evtl. auch andere Zusammenhänge gewonnen werden könnten. - Aus der Abwägung der Einflüsse werden formale Zusammenhänge für die Bewertung ermittelt und auch 'Qualitätsangaben' erzeugt. Üblicherweise kann der Temperaturkoeffizient der Oberflächenspannung für die Probe im Bereich zwischen  $0,052$  und  $0,16 \text{ mN}\cdot\text{m}\cdot\text{K}^{-1}$  liegen. Die Interpretation des Temperaturkoeffizienten erfolgt, um einen Eindruck von dieser, eher unbekanntem Größe zu geben. Der Vergleich zum 'Normal' wird über Mittelwert ( $0,106$ ) und die Standardabweichung ( $\pm 0,054$ ) der in der Referenzdatenbank gespeicherten Flüssigkeitsdaten hergestellt. Die Güte der angegebenen Gleichung wird durch den Korrelationskoeffizienten ( $r^2$ , der 'ausreichend' ist) und die Varianz ( $s^2$ ) der Messwerte gegen die Gleichung qualifiziert.



Das Diagramm, "Temperaturabhängigkeit", oben, zeigt die einzelnen Messwerte der Oberflächenspannung als Kreissymbole in Temperaturabhängigkeit an. Um den oder die Messwerte ist der Bereich der Unsicherheit als dünn gestrichelte Linie dargestellt. Der Verlauf einer Regressionsfunktion zu den Messwerten und Referenzdaten gleichbezeichneter Flüssigkeiten sowie ggf. der beste Hit sind in deren Temperaturabhängigkeit im Diagramm angezeigt.



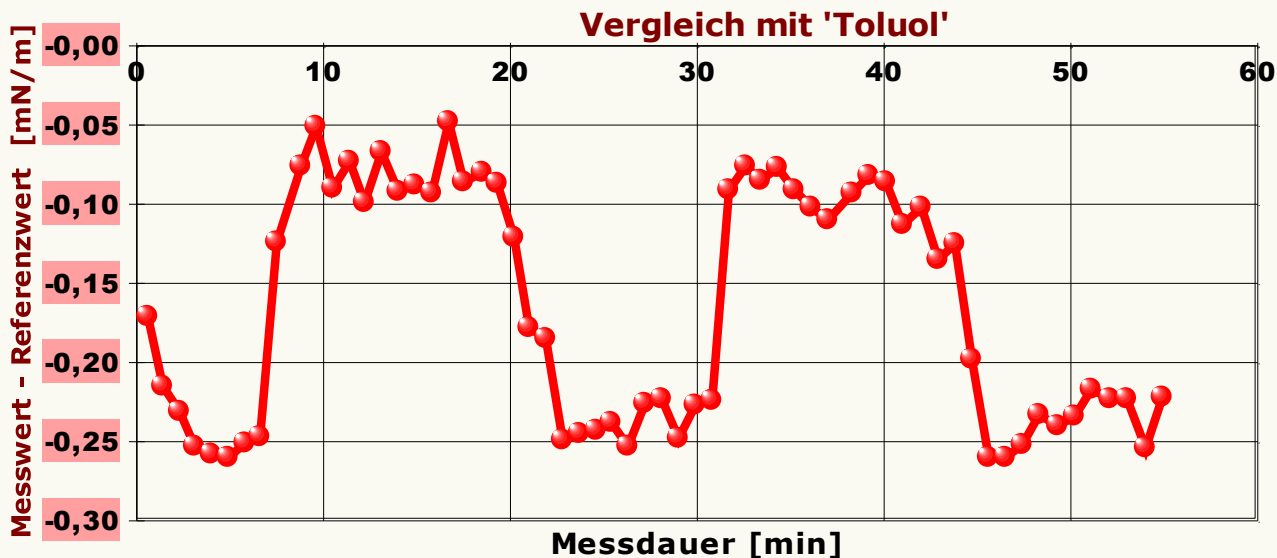
Im Diagramm, "zeitlicher Verlauf", oben, sind die einzelnen Messwerte als Kreissymbole in zeitlicher Sequenz abgebildet. Um die Ausgleichsfunktion bzw. die Messwerte ist der Unsicherheitsbereich eingezeichnet. Der Verlauf der Werte von 'Toluol' aus der Datenbank wird temperaturkompensiert angezeigt.

**Die Tabelle zeigt die wesentlichen Daten der Messung: Temperatur, Oberflächenspannung, nebst Lamellenhöhe und Alter der Flüssigkeitslamelle zum Messzeitpunkt, sowie die Dichtedifferenz:**

N°	t [mln]	T [°C]	$\gamma$ [mN·m <sup>-1</sup> ]	H[mm]	$\tau_{rel}$ [s]	$\rho_{\Delta}$ [g·cm <sup>-3</sup> ]
1.	0,6	24,39	27,83	2,78	4,7	0,8615
2.	1,4	24,82	27,74	2,82	4,8	0,8611
3.	2,3	25,53	27,64	2,78	4,6	0,8604
4.	3,1	26,40	27,51	2,81	4,8	0,8595
5.	4,0	27,40	27,39	2,81	4,8	0,8586
6.	4,9	28,39	27,27	2,78	4,7	0,8576
7.	5,8	29,45	27,15	2,77	4,6	0,8566

8.	6,6	30,40	27,04	2,77	4,6	0,8557
9.	7,5	31,35	27,05	2,77	4,6	0,8548
10.	8,8	31,13	27,13	2,76	4,5	0,8550
11.	9,6	30,57	27,22	2,77	4,6	0,8555
12.	10,5	29,79	27,27	2,80	4,7	0,8563
13.	11,4	28,88	27,40	2,78	4,6	0,8572
14.	12,2	28,09	27,46	2,78	4,6	0,8579
15.	13,1	26,98	27,63	2,76	4,5	0,8590
16.	14,0	26,00	27,72	2,81	4,7	0,8599
17.	14,9	25,02	27,84	2,79	4,7	0,8609
18.	15,8	23,97	27,96	2,79	4,6	0,8619
19.	16,7	23,05	28,11	2,77	4,5	0,8628
20.	17,5	22,10	28,19	2,79	4,7	0,8637
21.	18,5	20,99	28,33	2,79	4,7	0,8647
22.	19,3	20,10	28,43	2,82	4,7	0,8656
23.	20,2	19,30	28,49	2,83	4,8	0,8664
24.	21,0	19,24	28,44	2,79	4,6	0,8664
25.	21,9	19,76	28,37	2,79	4,6	0,8659
26.	22,8	20,49	28,22	2,83	4,8	0,8652
27.	23,7	21,48	28,10	2,82	4,7	0,8643
28.	24,6	22,47	27,99	2,80	4,7	0,8633
29.	25,4	23,44	27,88	2,79	4,7	0,8624
30.	26,3	24,42	27,75	2,79	4,7	0,8615
31.	27,2	25,42	27,65	2,80	4,7	0,8605
32.	28,1	26,42	27,54	2,78	4,6	0,8595
33.	29,0	27,48	27,39	2,78	4,6	0,8585
34.	29,9	28,45	27,29	2,79	4,7	0,8576
35.	30,8	29,55	27,16	2,77	4,5	0,8565
36.	31,7	30,41	27,19	2,76	4,5	0,8557
37.	32,6	30,27	27,23	2,75	4,5	0,8558
38.	33,4	29,62	27,30	2,76	4,5	0,8565
39.	34,3	28,83	27,40	2,80	4,7	0,8572
40.	35,2	27,96	27,49	2,76	4,5	0,8580
41.	36,1	26,90	27,60	2,77	4,5	0,8591
42.	37,0	25,92	27,71	2,78	4,6	0,8600
43.	38,3	24,79	27,86	2,76	4,5	0,8611
44.	39,2	23,84	27,98	2,79	4,6	0,8620
45.	40,1	22,88	28,10	2,83	4,8	0,8629
46.	41,0	21,96	28,18	2,82	4,8	0,8638
47.	42,0	20,97	28,31	2,84	4,8	0,8648
48.	42,9	20,03	28,39	2,88	5,0	0,8657
49.	43,8	19,16	28,50	2,80	4,8	0,8665
50.	44,7	19,17	28,42	2,80	4,7	0,8665
51.	45,6	19,78	28,29	2,83	5,0	0,8659
52.	46,5	20,60	28,19	2,81	4,7	0,8651
53.	47,4	21,52	28,09	2,84	4,9	0,8642
54.	48,3	22,51	27,99	2,84	4,9	0,8633
55.	49,3	23,54	27,86	2,77	4,5	0,8623
56.	50,2	24,53	27,75	2,82	4,7	0,8613
57.	51,1	25,53	27,65	2,79	4,7	0,8604
58.	52,1	26,58	27,52	2,78	4,6	0,8594
59.	53,0	27,57	27,40	2,77	4,6	0,8584
60.	54,0	28,55	27,25	2,80	4,7	0,8575
61.	54,9	29,57	27,16	2,79	4,7	0,8565

In der Tabelle wird mit  $t$  der Zeitpunkt mit zugehöriger Temperatur  $T$  für die gemessene Oberflächenspannung  $\gamma$  angegeben, sowie mit  $H$  die Höhe der Flüssigkeitslamelle, mit  $\tau_{rel.}$  das Alter der Flüssigkeitslamelle beim Messwert der Maximalkraft sowie mit  $\Delta\rho$ , den Wert der Dichte abzüglich der Luftdichte (ggf. zur Temperatur) berechnet.



Toluol: 27,93 [mN·m<sup>-1</sup>] bei 25°C, Abweichung: Mw ± Stdbw.: -0,165 ± 7,4E-2 mN·m<sup>-1</sup>

Das Chart, "Abweichungsdiagramm", zeigt die (temperaturkompensierte) Abweichungen der einzelnen Messwerte zum Referenzwert in zeitlicher Aufreihung. - In Diagrammen wird immer der jeweilige Datenbereich auf maximale Auflösung 'gezoomt': Was auch perfekte Messungen schlecht aussehen lässt. Ob eine Messung nicht tatsächlich brauchbare Ergebnisse liefert, zeigt sich daher oft erst durch die Betrachtung der Y-Skalierung in Relation zur Messunsicherheit!

**Die nachfolgend ausgegebene Zusatztabelle gibt diagnostische Daten zu Integrität und Nachvollziehbarkeit zu den einzelnen Messwerten bereit:**

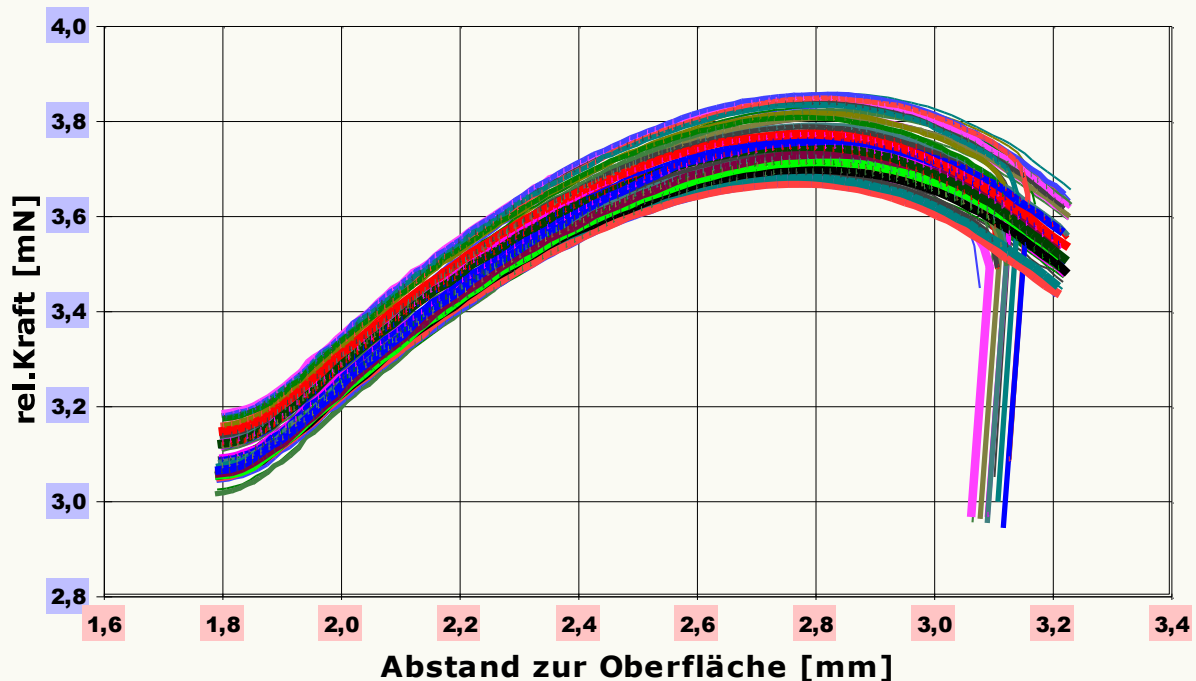
N°	F <sub>max</sub> [mN]	F <sub>z</sub> [mN]	κ	v[mm·s <sup>-1</sup> ]	⊙[mm]	t <sub>0</sub> [s]	Ω <sub>r</sub>
1.	83,8886	80,1165		0,8830 h	0,203	-	1pD
2.	83,8794	80,1195		0,8828 h	0,203	-	1pD
3.	83,8683	80,1214		0,8827 h	0,203	-	1pD
4.	83,8561	80,1254		0,8825 h	0,203	-	1pD
5.	83,8430	80,1283		0,8823 h	0,203	-	1pD
6.	83,8265	80,1273		0,8821 h	0,203	-	1pD
7.	83,8104	80,1263		0,8820 h	0,203	-	1pD
8.	83,7944	80,1244		0,8818 h	0,203	-	1pD
9.	83,7945	80,1234		0,8819 h	0,203	-	1pD
10.	83,8002	80,1195		0,8820 h	0,203	3,062	6,3
11.	83,8119	80,1195		0,8822 h	0,203	3,105	6,3
12.	83,8238	80,1244		0,8822 h	0,203	3,121	6,4
13.	83,8360	80,1204		0,8824 h	0,203	3,077	6,3
14.	83,8468	80,1224		0,8825 h	0,203	3,089	6,4
15.	83,8620	80,1165		0,8828 h	0,203	3,106	6,3
16.	83,8749	80,1175		0,8829 h	0,203	3,116	6,5
17.	83,8885	80,1155		0,8830 h	0,203	3,089	6,4
18.	83,9040	80,1155		0,8832 h	0,203	3,122	6,4
19.	83,9180	80,1097		0,8834 h	0,203	3,125	6,3
20.	83,9307	80,1126		0,8835 h	0,203	3,126	6,3
21.	83,9474	80,1116		0,8837 h	0,203	3,107	6,5
22.	83,9574	80,1087		0,8839 h	0,203	3,125	6,6
23.	83,9653	80,1087		0,8839 h	0,203	-	1pD
24.	83,9589	80,1087		0,8838 h	0,203	-	1pD
25.	83,9510	80,1097		0,8837 h	0,203	-	1pD
26.	83,9327	80,1106		0,8835 h	0,203	-	1pD
27.	83,8934	80,0861		0,8833 h	0,203	-	1pD
28.	83,8805	80,0881		0,8832 h	0,203	-	1pD
29.	83,8682	80,0900		0,8830 h	0,203	-	1pD
30.	83,8561	80,0949		0,8828 h	0,203	-	1pD
31.	83,8452	80,0959		0,8827 h	0,203	-	1pD
32.	83,8322	80,0979		0,8825 h	0,203	-	1pD
33.	83,8187	80,1038		0,8823 h	0,203	-	1pD
34.	83,8064	80,1038		0,8822 h	0,203	-	1pD
35.	83,7907	80,1047		0,8820 h	0,203	-	1pD
36.	83,7944	80,1047		0,8821 h	0,203	-	1pD
37.	83,8006	80,1067		0,8822 h	0,203	3,076	6,1
38.	83,8104	80,1077		0,8823 h	0,203	3,093	6,2
39.	83,8235	80,1077		0,8824 h	0,203	3,134	6,4
40.	83,8352	80,1077		0,8825 h	0,203	3,064	6,3
41.	83,8481	80,1057		0,8827 h	0,203	3,121	6,4
42.	83,8610	80,1047		0,8828 h	0,203	3,120	6,4

43.	83,8787	80,1028	0,8831 h	0,203	3,096	6,2	1pD
44.	83,8907	80,0989	0,8833 h	0,203	3,135	6,4	1pD
45.	83,9011	80,0949	0,8834 h	0,203	3,165	6,5	1pD
46.	83,9117	80,0949	0,8835 h	0,203	3,101	6,4	1pD
47.	83,9264	80,0930	0,8837 h	0,203	3,169	6,5	1pD
48.	83,9336	80,0900	0,8838 h	0,203	3,128	6,6	1pD
49.	83,9464	80,0881	0,8839 h	0,203	-	-	1pD
50.	83,9379	80,0891	0,8838 h	0,203	-	-	1pD
51.	83,9225	80,0910	0,8836 h	0,203	-	-	1pD
52.	83,9130	80,0940	0,8835 h	0,203	-	-	1pD
53.	83,9017	80,0959	0,8833 h	0,203	-	-	1pD
54.	83,8890	80,0959	0,8832 h	0,203	-	-	1pD
55.	83,8781	80,1018	0,8830 h	0,203	-	-	1pD
56.	83,8685	80,1067	0,8828 h	0,203	-	-	1pD
57.	83,8573	80,1087	0,8827 h	0,203	-	-	1pD
58.	83,8444	80,1126	0,8825 h	0,203	-	-	1pD
59.	83,8331	80,1165	0,8823 h	0,203	-	-	1pD
60.	83,8190	80,1214	0,8821 h	0,203	-	-	1pD
61.	83,8064	80,1204	0,8820 h	0,203	-	-	1pD

Zur Tabelle: Mit  $F_{max}$ , den der Berechnung zu Grunde liegenden, korrigierten Messwert, der Maximalkraft an. Der Bezugswert,  $F_{bz}$  wird ebenfalls angegeben, er wird (ggf.) berechnet indem der Bezugskraft-Messwert, zeitlich vor der Messkurve, um die Auftriebskraft und die Kontaktwinkel an den Haltestäben korrigiert wird. Der Korrekturfaktor  $f_k$ , mit welchem aus der Nettokraft die Oberflächenspannung berechnet wird, kann nach verschiedenen Algorithmen gebildet werden. Die Herkunft des Faktors  $f_k$  wird durch angehängte Zeichen markiert: **h** steht für (interpolierte) Werte aus den original Harkins und Jordan Tabellen ('**z**' zeigt nicht interpolierbare Randlagen in der Tabelle an), **f**, steht für die Auswertung nach Fox und Chrisman, **z** für Zuidema und Waters, **IA** bzw. **IB** für die imeter-Methode A bzw. B, sowie **w** für die unkorrigierte 'F2U'-Berechnung des Näherungswertes. Mit  $v_z$  wird die Abzugsgeschwindigkeit angegeben, also die Geschwindigkeit mit der Ring und Flüssigkeitsoberfläche zur Messung auseinander bewegt wurden. Falls während des Lamellenauszugs ein Bruch der Flüssigkeitslamelle auftrat, gibt  $\emptyset$  die Bruchhöhe an und  $t_{\emptyset}$  gibt dafür den relativen Zeitpunkt an.

Die Angabe  $\Omega_k$  ist das Klassifizierungskennzeichen der Messkurve: '**1**' steht für eine Messkurve mit wenige Sekunden zuvor, frisch ermittelter Bezugskraft; bei '**2**' wurde die Bezugskraft übernommen, '**3**' bedeutet ohne Bezugskraft (tariert) '**k**' bezeichnet vollständige Kurvenzüge, '**p**' Teilkurven, '**s**' Einzelpunkt '**r**' Sonderformen; '**D**' steht für dynamische Messkurven '**S**' für statische Mehrpunkt oder '**M**' Einzelpunktmessungen. Ein '**x**' wird angehängt, wenn der Messwert unsicher ist und aus nicht-idealen Messkurven ermittelt wurde, z.B. bei vorzeitigem Lamellenbruch.

DIN 53914 - zur Bestimmung der Oberflächenspannung - fordert für den Prüfbericht den Hinweis auf die Norm und einen Teil der hier gegebenen Angaben. Mit dem Hinweis auf den durchgängigen Einsatz des **Absolutverfahrens** gilt auch Konformität mit ASTM D 1331 und ISO 6889. Als zusätzliche Angaben zu Art, Zubereitung und Alter der Probe - für einen normgerechten Prüfbericht - sollten über das Bemerkungsfeld des Datenblattes (auch nach der Messung, oder per Kommentierfunktion) dem Bericht beigefügt sein.



Im Diagramm, "Messkurve(n)", werden die Messwerte quasi als Rohdaten dargestellt, wobei im Vergleich zur Darstellung im grafischen Datenfenster, die Lamellenhöhe hier über die Behälteroberfläche korrigiert ist.

#### • Datenbankvergleiche

1. Önanthensäure <sup>1</sup>	27,76	0,0%
2. Cumen <sup>1</sup>	27,69	0,2%
3. Octadekan <sup>1</sup>	27,87	0,4%
4. 1-Nonanol <sup>1</sup>	27,89	0,5%

<b>5. Toluol<sup>1</sup></b>	<b>27,93</b>	<b>0,6%</b>
<b>6. Mesitylen<sup>1</sup></b>	<b>27,55</b>	<b>0,7%</b>
<b>7. Phosphor trichlorid<sup>1</sup></b>	<b>27,98</b>	<b>0,8%</b>
<b>8. Hexannitrit<sup>1</sup></b>	<b>27,37</b>	<b>1,4%</b>
<b>9. Dichlormethan<sup>2</sup></b>	<b>27,2</b>	<b>2,0%</b>
<b>10. 1-Octanol<sup>1</sup></b>	<b>27,10</b>	<b>2,3%</b>
<b>11. Essigsäure<sup>1</sup></b>	<b>27,10</b>	<b>2,3%</b>

<sup>1</sup>: Für 25,00°C berechneter Referenzwert, <sup>2</sup>: Tabellierter Referenzwert.  
(Auswahl nur aus Referenzdaten, Stand 13.02.06)

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

## Programmausführung & Audit-Trail

Für diese Messung wurde das Messprogramm **"ARA-ARA-Dauerlauf"** ausgeführt. Zeitraum der Messung, am 24.11.05 zwischen 13:57:36 und 14:52:45, Laufzeit 55,1 Minuten. Die Messung wurde programmgemäß ausgeführt. Das Ergebnis wurde erstmals am 03.12.05 um 23:24 zur Ansicht gebracht. Und die Originaldaten wurden gemäß Audit-Log verändert:

Unter der Nummer 180 sind Messdaten in der Datenbank **'Imeter-Bolsplolo'** abgelegt.

## Prüfmittel

Das Wägesystem (WZ224-CW) wurde 5,7 Stunden vor dieser Messung von imeter justiert. Die letzte vollständige Überprüfung/Justierung der Positioniervorrichtung von **Imeter (ID16405542)** erfolgte am 06.01.05. **Systemdaten:** Auflösung des Wägesystems 0,1mg, Messunsicherheit<sup>1</sup> 0,2mg, Dichte der Justiermasse<sup>1</sup> 8,000 g/cm<sup>3</sup>, Luftdichte<sup>1</sup> 1,2kg/m<sup>3</sup>, Umrechnungen von Masse nach Kraft mit dem Wert 9,81279m/sec<sup>2</sup> für die Fallbeschleunigung<sup>1</sup>. Die Messauflösung der Temperaturmessung beträgt 0,01K, die Unsicherheit<sup>1</sup> 0,03K. imeter-Softwareversion 4.1.103, LizenzN° "3037-4759", Windows 5.1- Betriebssystem auf PC Ser.N°143431694 (C, iTop).

<sup>1</sup>: Die gekennzeichneten Angaben der Systemdaten können nachträglich angepasst werden - etwa um individuelle Messunsicherheiten der Fühler wirksam werden zu lassen. Änderungen auch an diesen Daten werden im Audit-Log protokolliert und können zu neuen Messungen genommen und erneut berechnet werden.

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



Messtechnik - nachhaltig zusammengefasst  
- und trotzdem ein besseres Messgerät für

- ◆ Feststoff- und Flüssigkeitsdichte
- ◆ Grenz- und Oberflächenspannung
- ◆ Viskosität, Konsistenz, Textur
- ◆ Härte, Festigkeit, u.v.a.
- ◆ spezifische Automationen

Kreative Freiräume  
einfache Handhabung  
Beste Technik

©2011 IMETER/MSB Breitwieser MessSysteme

Verantwortung: Michael Breitwieser,  
Morellstrasse 4, D-86159 Augsburg  
Tel. (+49/0)821/706450, Fax (0)821/7473489  
[www.imeter.de](http://www.imeter.de)

Wir setzen IMETER auch für Dienstleistungen ein:  
[www.imeter.de/adienstleistungen.html](http://www.imeter.de/adienstleistungen.html)

Probieren Sie es einfach aus!