IMETER Methode Nr.1 "Ringmethode":
Messung der Temperaturabhängigkeit

Messung der Oberflächenspannung von Wasser zur Siedehitze

Ein Problem, das zwar an uns nicht herangetragen wurde, mit dem wir uns zum Test und zur Weiterentwicklung des IMETER-Messsystems aber freiwillig konfrontierten, betrifft die speziellen Schwierigkeiten unter entsprechend wenig idealen Bedingungen die Oberflächenspannung messen zu wollen. Dabei kann man lernen. Die Schwierigkeit besteht bei der Annäherung an den Siedepunkt darin, dass Wasserdampf an den kühlen Stellen des Messkörpers und seiner Aufhängung kondensiert und dadurch sich eine Zusatzlast bildet oder Tropfen herabfallen - beides würde sinnvolle Messungen behindern oder verunmöglichen.

(vgl. Bericht) Was man zu den Ergebnissen sagen kann? -- Das erste Diagramm präsentiert den Temperaturverlauf. Darin zeigen rote, waagerechte Marken, die Oberflächenlage. Hieran ist zu erkennen, dass bis 80°C kaum Wasser verdampft - der Anstieg bis dahin folgt wesentlich der Wärmedehnung. Ab 90°C gibt es Probleme bei der genauen Detektion der Oberfläche, bei 97°C verdampfen erhebliche Mengen und der Pegel fällt ab. Das nächste Diagramm vermittelt den Eindruck, dass die Messwerte gut zu den Referenzdaten passen - das letzte Diagramm schlüsselt Abweichungen auf und zeigt deutliche Diskrepanzen an. - Es gibt Möglichkeiten solche Messungen besser zu gestalten. Die Messung erfolgte in einem doppelwandigen Temperiergefäß; IMETER steuert dabei neben dem Ministat - Thermostaten (Peter Huber Kältemaschinenbau GmbH, Offenburg) noch ein Magnetrührwerk. Zur Messung wurden 40mL dest. Wasser verwendet.

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

www.imeter.de

IMETER Anwendungen

In diesem Dokument wird ein automatisch erzeugter IMETER-Prüfbericht vorgestellt. Die Ausführlichkeit ergibt sich aus der Forderung, dass alle Variablen einer Messung dargestellt werden sollen. Variabel sind ja nicht nur die Messdaten, sondern auch Umstände, Abläufe und die Eigenschaften der Normale. Daher verfügt IMETER zum einen über eine Modelliersprache, um Mess- bzw. Steuerungsverfahren zu gestalten („*was soll der Fall sein*"), zum anderen über analytische Fähigkeiten, um zu bewerten, *was der Fall* ist und um darüber in Berichten Rückkopplung zu geben.

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

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

IMETER V.5.0 rev.47

automatic Report (55C02AW16312B), imeter/MSB, Augsburg

ID N° 272 - Surface Tension / ΔT

Title: **Wasser von 50° bis zum Sieden**
Remarks: Test der Referenzkraft-Technik - bei starker Kondensation!
Flüssigkeit/Vergleich: **'Wasser (40°+)'**
Result: **$\gamma_{60°C}$ = 66,18 ±0,11 mN/m, κ_γ 26,4·10^{-4}K^{-1}**

Report

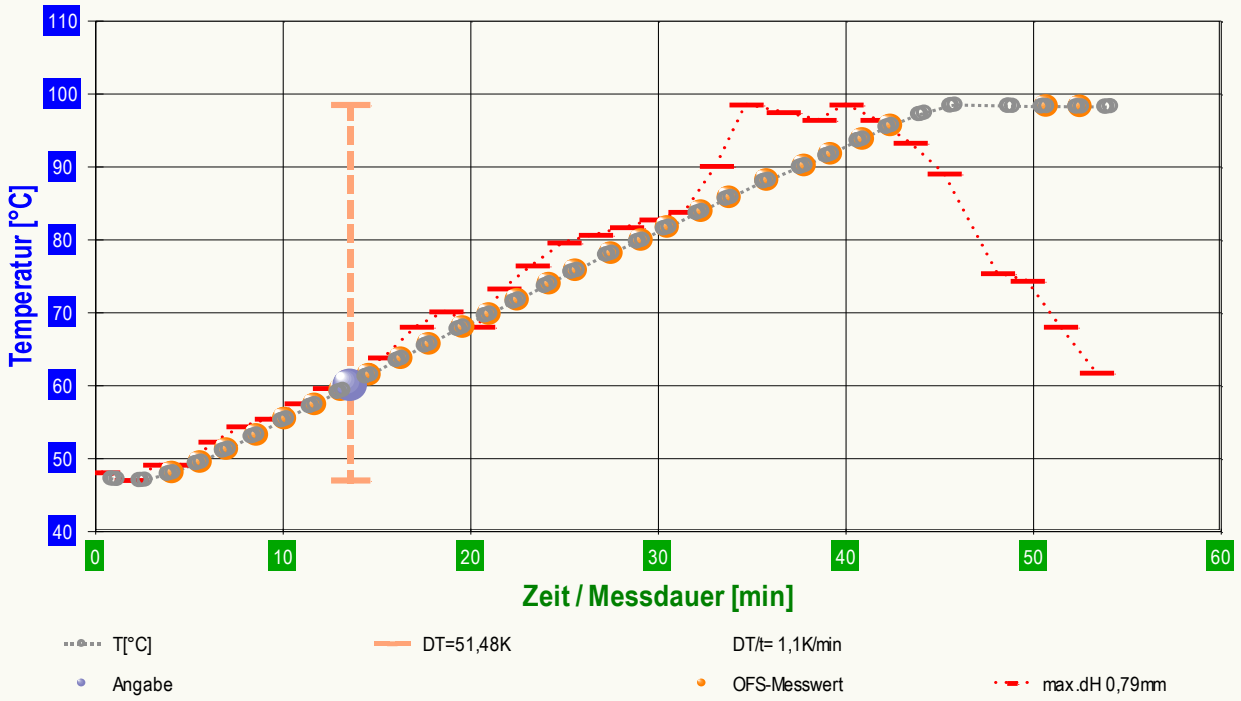
Hinweis: *Dieser Bericht ist mit Kommentierungen versehen. - Die Erklärungen sind formatiert wie dieser Text.*

• 1. ===== Vorbemerkungen ======

Eigenschaft und Methode: Die *Oberflächenspannung* ist die kohäsiv wirkende Kraft, die eine flüssige Phase zusammenhält und die zwischenmolekulare Anziehungskräfte ausdrückt. Die Einheit 'mN/m' (Kraft pro Länge bzw. 'mJ/m²', Arbeit pro Fläche) bedeutet eine reversible Energiemenge, die aufzuwenden ist, um 1 m² neue Oberfläche zu schaffen bzw. die freigesetzt wird, wenn Oberfläche (z.B. durch Vereinigung von Tröpfchen) verschwindet. Das Augenscheinliche der Eigenschaft Oberflächenspannung besteht in der mehr oder weniger leichten Verformbarkeit der flüssigen Oberfläche. Die hier zur Messung angewandte *Ringmethode* beruht auf Kraftmessung bei *Deformation der Oberfläche*: Ein waagerechter Drahtring wird in die Flüssigkeit getaucht und herausgehoben. Beim Herausziehen wächst die Zugkraft durch die angehobene Flüssigkeitsmenge und nimmt einen parabelförmigen Verlauf an. Entscheidend ist die im Parabelscheitel vorliegende Maximalkraft. Sie entspricht im Verhältnis zum Ringumfang der Oberflächenspannung. Als Gegenkraft wirkt unter der Fallbeschleunigung das gehobene Flüssigkeitsgewicht - mithin die Dichtedifferenz zwischen Probe und *Luft* bzw. dem gesättigten Dampf. Für den exakten Oberflächenspannungswert werden auf den Wert der Maximalkraft Korrekturfaktoren angewendet. Zur Behebung der systematischen Abweichung gibt es verschiedene Algorithmen, benannt nach ihren Entwicklern. Zu bevorzugen ist die Berechnung nach *Young-Laplace-Petzoldt* oder ggf. noch nach *Harkins & Jordan*, d.h. die Verwendung der klassischen Korrekturtabellen - auf der auch andere Algorithmen beruhen. Weiterhin zur Berechnung - um kleine Abweichungen zu korrigieren, die auf der Unvollkommenheit der Ringgeometrie beruhen - wird ein Kalibrierfaktor durch Justierung der Anzeige mittels einer Standardflüssigkeit (i.d.R. Wasser) eingesetzt. Das ausgewählte Berechnungsverfahren wird in diesem Bericht nebst aller Eingangsdaten angegeben. Dieser Bericht hat die Aufgabe *sämtliche* Informationen zur Verfügung zu stellen; die automatischen Interpretationen können jedoch ggf. mit atypischen Daten fehlerhafte Zusammenfassungen ergeben; daher stellen die in Tabellen niedergelegten Informationen das eigentliche und grundlegende Ergebnis dar.
Angewandtes Verfahren und Ergebnisberechnung: ausdauernde Messungen bei Temperaturänderung; Ergebniswert und Temperaturabhängigkeit wurden aus dem Verlauf der Einzelwerte per Regression ermittelt. Die Änderung der Oberflächenspannung in Temperaturabhängigkeit erlaubt bei genügend großem Temperaturintervall die sichre Angabe einer Temperaturfunktion sowie der Oberflächenentropie und der totalen Oberflächenenergie.

• 2. ===== Übersicht, Temperatur ======

Die Oberflächenspannung wurde 27 Mal gemessen, Nettodauer des Messablaufs 50 Minuten; stufig, zwischen 48,1 und 98,3°C ansteigender Temperaturverlauf mit wechselnden Temperierstufen und je 2,0 Messwerten.



Im Diagramm "Temperatur- u. Ereignisprofil" wird eine Übersicht zum zeitlichen Verlauf der Vorgänge und der jeweils aufgezeichneten Temperatur gezeigt. Die Zeitachse beginnt mit dem Startzeitpunkt dieser Messung. -- Die Bedeutung der eingezeichneten Symbole: Die Kreismarkierungen zeigen die einzelnen Temperaturmesswerte an, die kugelförmigen Marken stehen für Zeitpunkt und Temperaturzuordnung jeweiliger Messwerte der Oberflächenspannung. Eine kugelförmige Markierung gibt den Zeit/Temperatur-Angabewert der Messung an. Waagerechte Striche geben den relativen Verlauf des Flüssigkeitspegels (Niveauhöhe) im Messgefäß an. Dieser wurde durch jeweilige Bezugshöhenbestimmungen 33 Mal durch das Messprogramm ermittelt. Der größte Niveauhöhenunterschied beträgt 0,788 mm. Diese zusätzliche Auswertung ermöglicht (bei speziell darauf eingerichteten Messprogrammen) über diese Rückkopplung von Niveauveränderungen z.B. Dosierungen, Verdunstung, Absorption und bei Temperaturänderung (ggf. überlagert) die Wärmeausdehnung der Probe anzuzeigen.

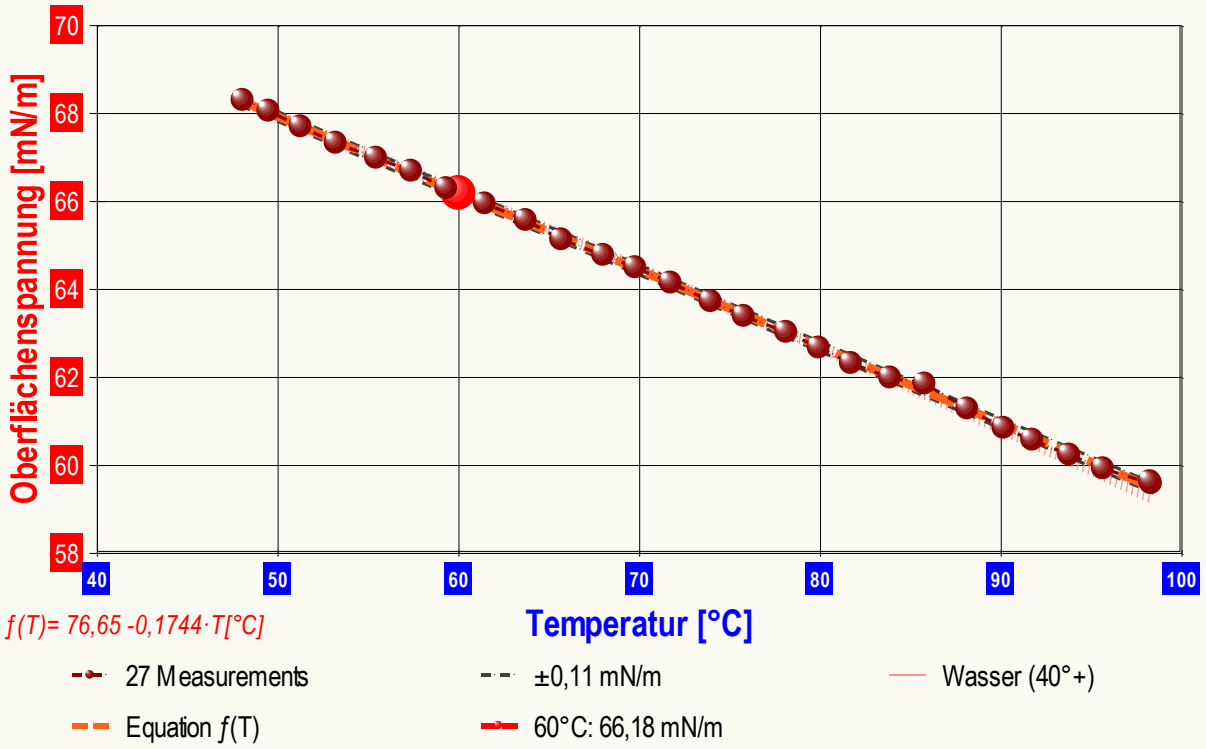
• 3. ===== Ergebniszusammenfassung ======

Akquisitionsperiode der 27 Messwerte im Messablauf: 4 bis 53 min, Temperatur ΔT =+50,25 K
Ergebniswert: γ = **66,18 ±0,11 mN/m** (333,15 K)
Streuung: ±0,058 mN/m absolute bzw. 0,88‰ relative Standardabweichung
Berechnung: lineare Regressionsgleichung, eindeutig temperaturabhängig.
Temperaturzusammenhang zwischen 48,06 und 98,31 °C:

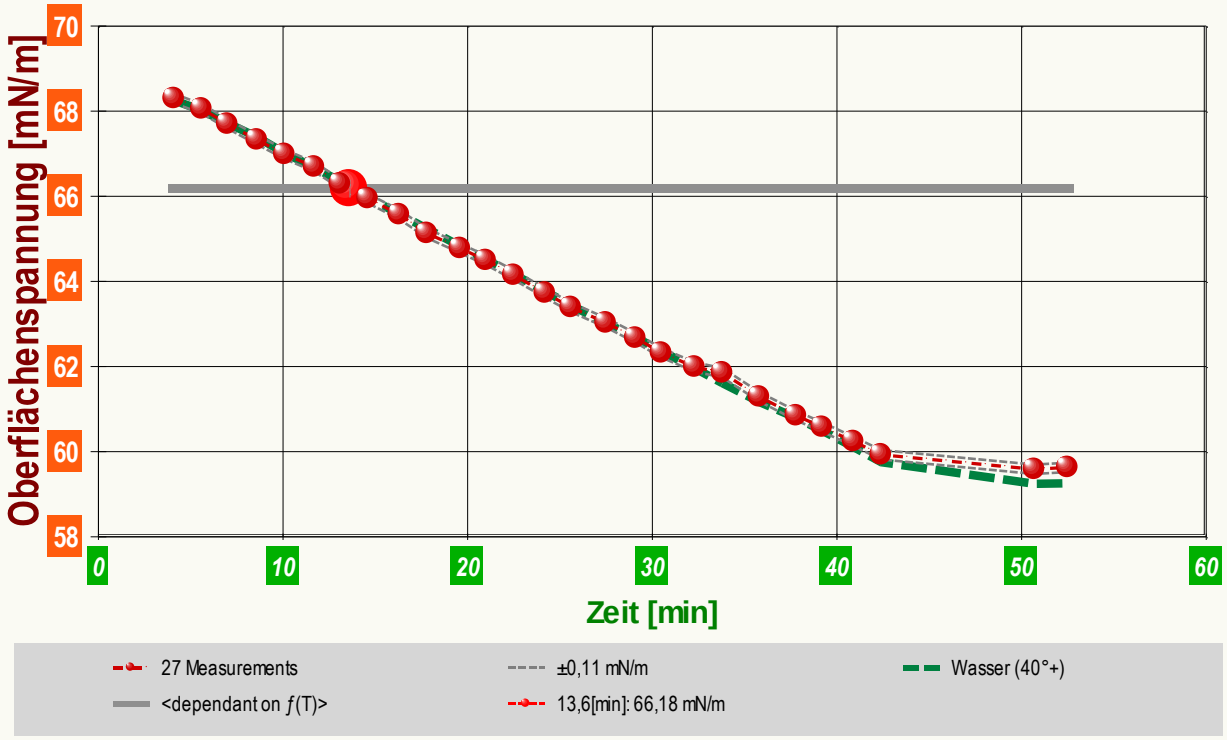
γ [mN/m] = $f(\vartheta$[°C]) = 76,65 -0,1744·ϑ r^2=0,99957 s^2=3,36E-3

Der Temperaturkoeffizient der Oberflächenspannung mit 26,4 [$10^{-4}K^{-1}$] entspricht normalen Werten im unteren 'Normalbereich'. Die relative Änderung der Oberflächenspannung mit der Temperatur beträgt 2,6‰, entsprechend 0,17 mN/m pro Grad bei der Angabetemperatur.

Die Messdaten werden automatisch analysiert. Ergebnis und ermittelte Formeln stellen Vorschläge dar, wobei sich aus den Umständen der Messung ggf. andere Zusammenhänge ergeben können. Üblicherweise kann der Temperaturkoeffizient der Oberflächenspannung für Fluide bei 25°C im Bereich zwischen 18 und 57 $10^{-4}K^{-1}$ liegen. Der Korrelationskoeffizient zeigt die Qualität der gegenseitigen Abhängigkeit an (r^2, der 'ziemlich gut' ist). Die Präzision zwischen den Messwerten und der Regressionsgleichung wird durch die Varianz (s^2) der Residuen qualifiziert - die Standardabweichung ($\sqrt{s^2}$) muss deutlich kleiner als die anzunehmende Messunsicherheit sein.



Das Diagramm "TemperaturProjektion" zeigt die einzelnen Messwerte der Oberflächenspannung als Kreissymbole in Abhängigkeit von der Temperatur an. Um den Angabewert ($\gamma_{60°C}$= 66,18 mN/m) ist der Bereich der Messunsicherheit als dünn gestrichelte, parallele Doppellinie dargestellt. Der Verlauf einer Regressionsfunktion zu den Messwerten ist als dickere, gestrichelte Linie eingezeichnet. Als fein schraffierter Bereich ist der Datenbank-Referenzwert von 'Wasser (40°+)' in der Breite der angenommenen Messunsicherheit eingezeichnet.



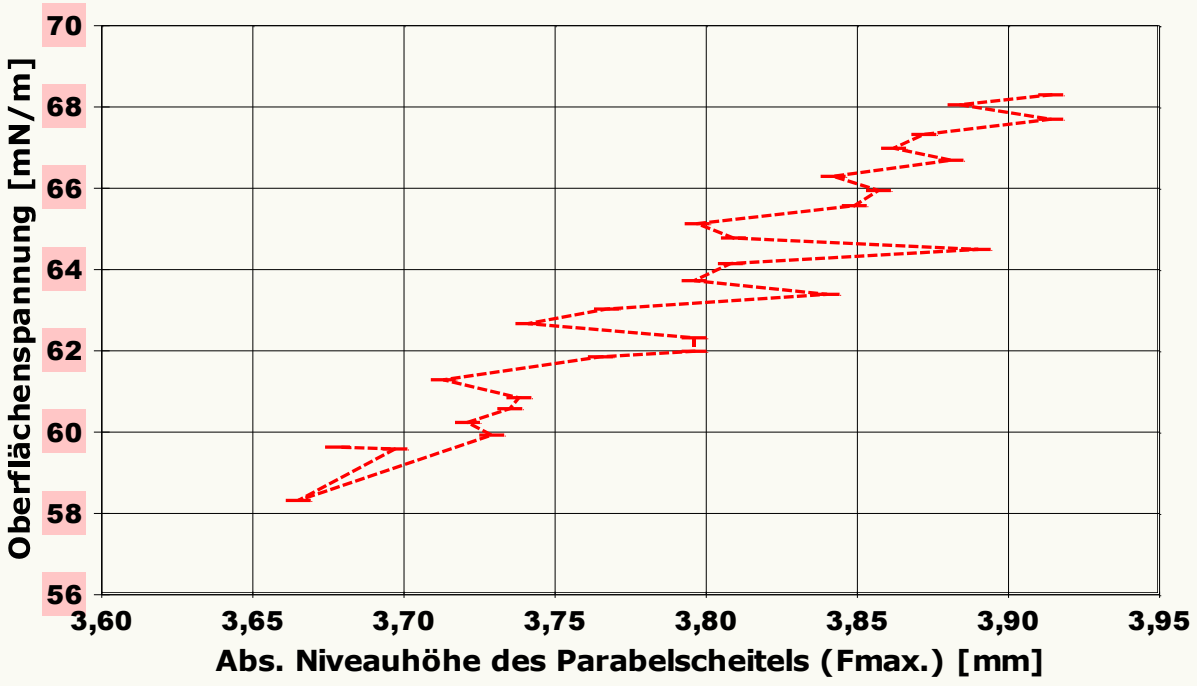
Im Diagramm "Zeit-Abhängigkeit" sind die einzelnen Messwerte als Kreissymbole in der zeitlichen Reihenfolge eingetragen. Um die Messwerte ist der Unsicherheitsbereich eingezeichnet. Der ausgewiesene Angabewert ist als dickere, gestrichelte, waagerechte Linie eingezeichnet. Als gestrichelte Linie werden Datenbank-Referenzwerte von 'Wasser (40°+)' temperaturkompensiert eingezeichnet.

Neben Lamellenhöhe und Alter der Flüssigkeitslamelle im Parabelmaximum listet die Tabelle zu jedem Messwert Zeitpunkt, Temperatur, Oberflächenspannung und die Dichtedifferenz der Phasen auf:

N°	*t* [min]	*T*[°C]	*γ*[mN/m]	*H*[mm]	$\tau_{rel.}$[s]	*Δρ*[g/cm³]
1.	4,1	48,06	68,30	3,91	6,9	0,9877
2.	5,6	49,49	68,05	3,88	6,8	0,9871
3.	7,0	51,27	67,70	3,91	7,0	0,9863
4.	8,6	53,21	67,32	3,87	6,7	0,9853
5.	10,1	55,44	66,99	3,86	6,7	0,9843
6.	11,7	57,38	66,69	3,88	6,8	0,9833
7.	13,1	59,33	66,29	3,84	6,6	0,9823
8.	14,6	61,46	65,95	3,86	6,7	0,9812
9.	16,3	63,72	65,57	3,85	6,7	0,9800
10.	17,8	65,69	65,13	3,80	6,4	0,9790
11.	19,6	68,01	64,78	3,81	7,6	0,9777
12.	21,0	69,78	64,50	3,89	6,9	0,9767
13.	22,5	71,74	64,15	3,81	6,5	0,9756
14.	24,2	73,95	63,73	3,80	7,6	0,9743
15.	25,6	75,78	63,39	3,84	7,6	0,9732
16.	27,5	78,13	63,03	3,77	6,3	0,9718
17.	29,1	79,93	62,67	3,74	7,2	0,9707
18.	30,5	81,71	62,32	3,80	6,5	0,9695
19.	32,3	83,88	61,99	3,80	6,5	0,9682
20.	33,8	85,78	61,85	3,77	6,4	0,9669
21.	35,8	88,15	61,29	3,71	7,2	0,9654
22.	37,8	90,15	60,85	3,74	6,3	0,9640
23.	39,2	91,74	60,58	3,74	6,3	0,9630
24.	40,9	93,78	60,24	3,72	6,3	0,9616
25.	42,4	95,65	59,93	3,73	7,3	0,9603
[26.	44,1	97,35	58,32	3,67	6,0	0,9591]*
27.	50,7	98,31	59,59	3,70	7,2	0,9584
28.	52,5	98,25	59,63	3,68	7,1	0,9585

*[Der Wert N° 26 wurde durch den Ausreißertest von den Ergebnissen ausgenommen.]

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



Das Chart "Lamellenhöhe" stellt die Oberflächenspannung in einen Zusammenhang mit der 'Lamellenhöhe' im Punkt der maximalen Kraft. Die Abhängigkeit ist in der Regel proportional. Größere Streuungen zeigen eine unruhige Umgebung oder ungeeignete Ermittlungseinstellungen der Grenzflächenlage an; systematische Änderungen deuten auf Effekte wie die Bildung einer 'Oberflächenhaut' hin.

• 4. ===== Auswertungsverfahren & Messkörper ======

Berechnung: Harkins & Jordan (Originaltabellen).
Messring: Ring N°1, mittlerer Ringradius R =9,54 mm, Drahtradius r =0,185 mm, Korrekturfaktor 1,0039. linearer Ausdehnungskoeffizient α =8,9·10^{-6}K^{-1}, Innendurchmesser des Messgefäßes D =43 mm.
Zur Probensubstanz: Dichte ρ =0,983200 g/cm³ (bei 60°C); die Dichtedifferenz $\Delta\rho$ 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 ρ erfolgte aus den vorhandenen Referenzdaten (Wasser (40°+)) automatisch. Für die Dichte wird die Gleichung '**ρ** [g/cm³]= (-3.788E-4·[°C]^4 +0.1727273·[°C]^3 - 52.25·[°C]^2 -401.0606·[°C] +10011760)/1E+07' verwendet..*

Die Tabelle unten gibt zusätzliche Daten zur Berechnung und Klassifikation der einzelnen Messwerte an.

N°	$F_{max.}$[mN]	$F_{bz.}$[mN]	f_k	v_z[mm·s^{-1}]	⊗[mm]	$t_{⊗}$[s]	ΩK
1.	8,6844	-0,0432	0,9347 h	0,203	-	-	¹pD
2.	8,6693	-0,0294	0,9345 h	0,203	-	-	¹pD
3.	8,5312	-0,1256	0,9341 h	0,203	-	-	¹pD
4.	8,5118	-0,1010	0,9337 h	0,203	-	-	¹pD
5.	8,4972	-0,0755	0,9334 h	0,203	-	-	¹pD
6.	8,4890	-0,0481	0,9331 h	0,203	-	-	¹pD
7.	8,4761	-0,0128	0,9329 h	0,203	-	-	¹pD
8.	8,4700	0,0235	0,9327 h	0,203	-	-	¹pD
9.	8,4556	0,0549	0,9324 h	0,203	-	-	¹pD
10.	8,2518	-0,0952	0,9321 h	0,203	-	-	¹pD
11.	8,2526	-0,0520	0,9318 h	0,203	-	-	¹pD
12.	8,2532	-0,0177	0,9316 h	0,203	-	-	¹pD
13.	8,2508	0,0216	0,9313 h	0,203	-	-	¹pD
14.	8,2524	0,0736	0,9309 h	0,203	-	-	¹pD
15.	8,0413	-0,0971	0,9306 h	0,203	-	-	¹pD
16.	8,0468	-0,0481	0,9302 h	0,203	-	-	¹pD
17.	8,0589	0,0069	0,9299 h	0,203	-	-	¹pD
18.	7,9227	-0,0873	0,9296 h	0,203	-	-	¹pD
19.	7,9388	-0,0314	0,9293 h	0,203	-	-	¹pD
20.	7,8199	-0,1334	0,9292 h	0,203	-	-	¹pD
21.	7,8514	-0,0343	0,9286 h	0,203	-	-	¹pD
22.	7,8887	0,0559	0,9282 h	0,203	-	-	¹pD
23.	7,7877	-0,0128	0,9279 h	0,203	-	-	¹pD
24.	7,8225	0,0628	0,9276 h	0,203	-	-	¹pD
25.	7,7535	0,0314	0,9273 h	0,203	-	-	¹pD
[26.	7,6538	0,1226	0,9253 h	0,203	-	-	¹pD]*
27.	7,6317	-0,0490	0,9270 h	0,203	-	-	¹pD
28.	7,7430	0,0569	0,9271 h	0,203	-	-	¹pD

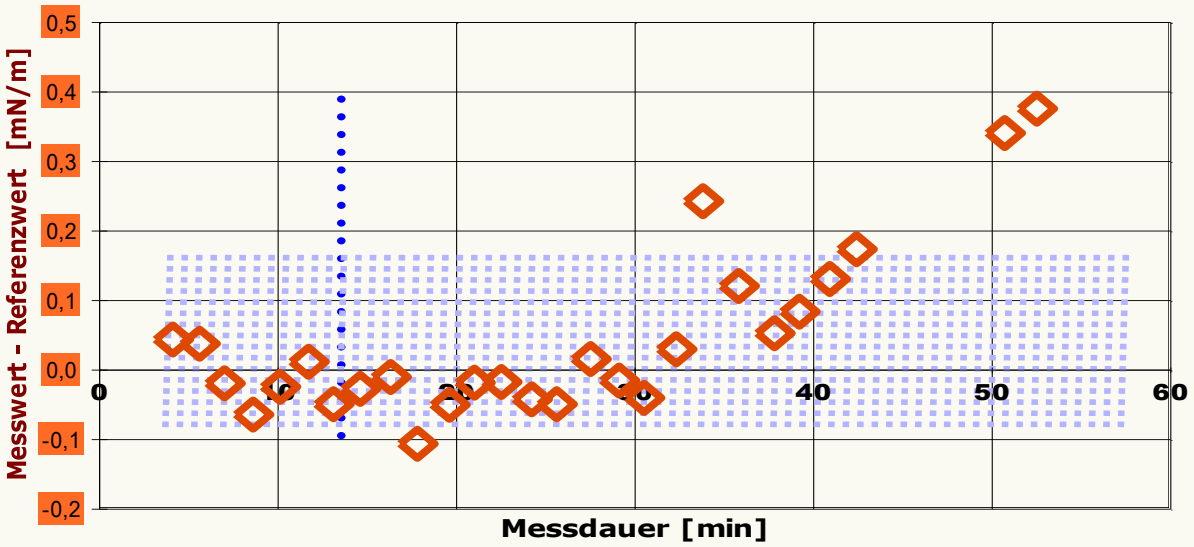
*[Der Wert N° 26 wurde durch den Ausreißertest von den Ergebnissen ausgenommen.]

*Zur Tabelle: **$F_{max.}$** gibt den der Berechnung zu Grunde liegenden, korrigierten Messwert der Maximalkraft an. Der Bezugswert **F_{bz}** wird ebenfalls angegeben und (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 ('‡' zeigt nicht interpolierbare Randlagen in der Tabelle an), **f** steht für die Tabellen nach Fox und Chrisman, **z** für Zuidema und Waters, **p** steht für den Petzoldt'schen IMETER-Iterationsalgorithmus, die korrekteste Berechung, sowie **w** für die unkorrigierte 'F/2U'-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 **⊗** die Bruchhöhe und **$t_{⊗}$** dafür den relativen Zeitpunkt an.*

*Die Angabe **ΩK** ist das Klassifizierungskennzeichen der Messkurve: '¹' steht für eine Messkurve mit wenigen 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 '×' wird angehängt, wenn der Messwert unsicher ist und aus nicht-idealen Messkurven ermittelt wurde, z.B. bei verzerrter Parabelform.*

*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. Zusätzliche Angaben zu Art, Zubereitung und Alter der Probe sollten - für einen normgerechten Prüfbericht - über das Bemerkungsfeld des Datenblattes oder über die Kommentierfunktion (auch nach der Messung) dem Bericht beigefügt sein.*

• 5. ===== Referenzdatenvergleich ======



Reference values for 'Wasser (40°+)' acc. to f(T[°C])=75.7-0.143·T-2.48E-4·T²+1.02E-18·T³
Mean and Standarddev. of Residuals: 0,042 ±0,12 mN/m, relative: +0,63‰ at a spread of 1,8‰

Das Chart "Residuen" zeigt die temperaturkompensierten Abweichungen der einzelnen Messwerte zum Referenz- bzw. Erwartungswert in zeitlicher Sequenz. - In Diagrammen wird der Datenbereich entsprechend vergrößert dargestellt, was mitunter gute Messungen nicht so aussehen lässt. Weiterhin ist die tatsächliche Korrektheit der Referenz sowie die Relation der Abweichung im Verhältnis zur Messunsicherheit in Betracht zu ziehen.

• Datenbankvergleich zu "*Wasser (40°+)*" für 60°C

	Referenz	Messung	Δ absolut	Δ relativ	Δ / u
γ	66,23	66,18	-0,05 mN/m	0,8‰	@
$-{}^{\Delta\gamma}/_{\Delta T}$	0,17	0,17	±0,00 mN/m·K^{-1}	---	@

*Der Ergebnisvergleich mit den Angaben, die in der Referenzdatenbank zu 'WASSER (40°+)' gefunden werden, stellt die Werteübereinstimmung dar. Der Unterschied wird als absolute Differenz "Probenmesswert minus Referenzwert" und als relative Abweichung angegeben. Das Symbol γ steht für die Messgröße, $-{}^{\Delta\gamma}/_{\Delta T}$ für die absolute Änderung bei einem Grad Temperaturabnahme (bei 60°C); die Zahl zu "**Δ u**" gibt ggf. an, um welchen Faktor die absolute Differenz von Mess- und Referenzwert größer ist als die angenommene Messunsicherheit. Das Zeichen "@" bringt zum Ausdruck, dass bei der Messgröße kein signifikanter Unterschied zwischen Mess- und Referenzwert auftritt.*

--- R E F E R E N Z ----------	mN/m ---------- A B W E I C H U N G -------	R E F. I D ----------
1. **Wasser (40°+)**[1]	66,227	+0,76‰	ID1033.2
2. Wasser[1]	66,233	+0,76‰	ID6.5
3. Formamid[1]	54,08	-18%	ID17.8
4. Diiodmethan[1]	45,30	-32%	ID1063.7
5. Ethylenglykol[1]	44,88	-32%	ID37.4
6. Ethanolamin[1]	44,41	-33%	ID43.4
7. Pyridazin[1]	44,33	-33%	ID66.8
8. "Cyanat 2"[1]	43,37	-34%	ID1015.6

(Vergleichsstoffe nur aus dem Referenzdatenbestand) [1]Referenzwert für 60°C berechnet.

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.

__Wägewerte__ sind - wenn nicht anders ausgezeichnet - konventionelle Wägewerte (OIML); __Temperaturangaben__ beziehen sich auf die Skala der ITS-90. __Standardabweichungen:__ Verschiedentlich werden Regressionsfunktionen mit Standardabweichungen (s) bzw. Varianzen (s²) qualifiziert. Diese Streuungsangabe wird berechnet aus der Summe der Quadrate der Abweichungen der Einzelwerte zu dem berechneten Funktionswert (der dem Einzelwert entsprechen soll) dividiert durch die Anzahl der Werte weniger 1. Sofern nicht anders bezeichnet, werden für ±(Mess-)Unsicherheiten stets einfache Standardabweichungen - ohne Erweiterungsfaktoren - angegeben, d.h. die Überdeckung betrifft 67% der (empirischen) Werte.
__Form und Informationsfülle__ des Prüfberichts ist dadurch bedingt, dass Messdaten durch die zahlreichen Freiheitsgrade sehr vielgestaltig auftreten können. Die Variablen der Messung müssen vollständig dargestellt werden können, um verifizierbar zu sein. Vollständigkeit ist Voraussetzung für die Überprüfbarkeit und Haltbarkeit der Resultate sowie abgeleiteter Schlussfolgerungen. Nicht zuletzt erfordern einschlägige Bestimmungen (GxP, FDA cfr.11/21 etc.) zusammen mit schlicht zeitökonomischen Erwägungen diesen hiermit Großteils erledigten Aufwand. [Prüfberichte, wie dieser, werden dynamisch aus Metadaten erzeugt und benötigen daher sehr wenig Speicherplatz in der Datenbank]. Bei Routinemessungen und/oder für die evtl. parallel noch papieren geführte Ablage sollten die Prüfberichte zur Ressourcenschonung durch entsprechende Einstellungen der Formatier- und Ausgabeoptionen auf das Wesentliche gekürzt werden. Das ganze 'File', inklusive der zu Grunde liegenden Rohdaten, ist stets über die ID (hier Nummer 272, Datenbank imeter-Beispiele) auffindbar und als Referenz oder Vergleich nutzbar. Ggf. enthalten nachfolgend ausgegebene Informationen, je nach

Einstellungen und Berichtsvorlage (Stil = 'standard-i2'), verschieden detaillierte Begleitinformationen, wie die Angaben zur Ausführung der Messung, den Audit-Trail und Hinweise zur Prüfmittelüberwachung.

Programm

Data createtd by execution of the IMPro ***"Wasser10to-1C"***, type 1/28. Die Messung wurde programmgemäß ausgeführt.

Prüfmittel

Die Kraftmesseinrichtung (WZ224-CW) wurde 1,2 Stunden vor dieser Messung von imeter justiert. ***IMETER ID16405542***: Systemdaten: Auflösung des Wägesystems 0,1 mg, Messunsicherheit*) 0,2 mg, Dichte der Justiermasse*) 8,000 g/cm³, Luftdichte*) 1,2 kg/m³; Umrechnungen von Masse nach Kraft mit dem Wert 9,81 m/sec² für die Fallbeschleunigung*). Die Messauflösung der Temperaturmessung beträgt 0,01 K, die Unsicherheit*) 0,03 K. Akquisitions-Softwareversion IMETER 4.1.93, LizenzN° *3037-4759*, Windows 5.1- Betriebssystem auf PC Ser.N°143431694 (C, iTop).

Nachträgliche Anmerkung(en):

Kommentar: < *Diese Messung ist eine Studie. Das Problem bei Messungen bei höherer Temperatur besteht darin, dass Flüssigkeitsdampf an der Ringaufhängung kondensiert. Nach traditioneller Messweise wäre unter diesen Bedingungen kein sinnvolles Ergebnis zu erhalten.* > **Kommentar**

"Kommentare" sind freie Texte, die der Operator zur Dokumentation der Messung hinzufügt.

Report created by IMETER

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

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

IMETER

Messtechnik - nachhaltig zusammengefasst

Intelligenter messen.

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

©2016 IMETER/MSB Breitwieser MessSysteme
Verantwortung: Michael Breitwieser,
Morellstrasse 4, D-86159 Augsburg
Tel. (+49/0)821/706450, Fax (0)821/7473489
www.imeter.de

IMETER - Dienstleistungen:
www.imeter.de/adienstleistungen.html

Probieren Sie's einfach!