

● 50 Measurements
--- ± 0,11 mN/m
--- <dependent on f(t)>
● 109,94°C: 23,17 mN/m

IMETER Methode Nr.1 "Ringmethode":
Mittelwertsmessung - bei höherer Temperatur

Messung der Oberflächenspannung von Paraffinwachs bei 110°C

Einfache Messung ohne besonderen Aufwand und definiertes Sample, jedoch bei höherer Temperatur. -- Ein Anstieg der Oberflächenspannung, der Oxidationsvorgänge anzeigen könnte, wurde mit dieser kurzweiligen Messung in Luftatmosphäre jedenfalls nicht gefunden.

In diesem Dokument wird ein automatisch erzeugter IMETER-Prüfbericht gezeigt. 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.



ID N° 116 - Surface Tension

Executed on Jul 29, 2004, by imeter

Paraffin 0.5mm 50Werte

bei 110°C [Repetition N°1]

Flüssigkeit/Vergleich: **'Wachs'**

Result: $\gamma_{109,94^\circ\text{C}} = 23,17 \pm 0,11 \text{ mN/m}$

Report

Automatisch generierter Bericht mit Erklärungen. Diese sind formatiert wie dieser Text.

• 1. Eigenschaft und Methode

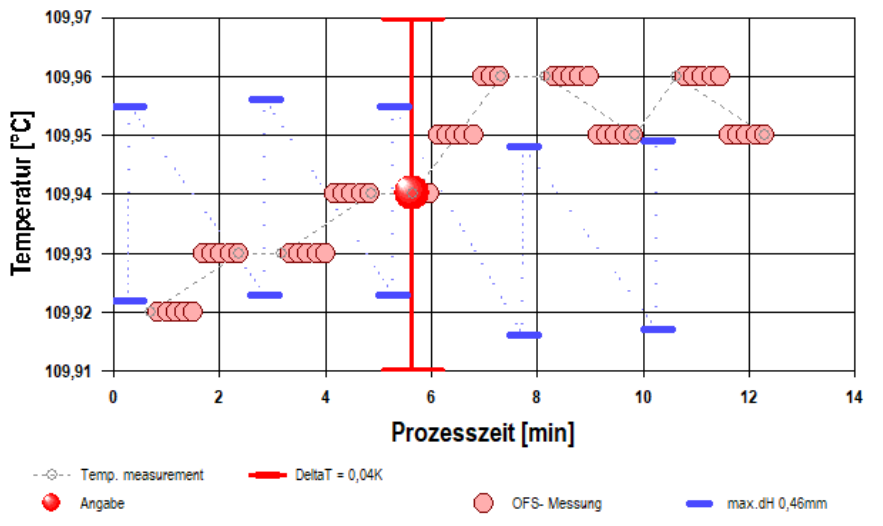
Die *Oberflächenspannung* γ ist die kohäsiv wirkende Kraft, die eine flüssige Phase zusammenhält und die zwischenmolekularen Anziehungskräfte ausdrückt. Die Einheit 'mN/m' (Kraft pro Länge bzw. 'mj/m²', Arbeit pro Fläche) bedeutet eine reversible Energiemenge, die aufzuwenden ist, um 1 m² neue Oberfläche 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 Drahttring 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 $\Delta\rho$ zwischen Probe und Luft bzw. dem gesättigten Dampf. Für den exakten Oberflächenspannungswert wird auf den Wert der Maximalkraft ein Korrekturfaktor f_k angewendet. Zur Behebung der systematischen Abweichung gibt es verschiedene Algorithmen, benannt nach ihren Entwicklern. Zu bevorzugen ist die Berechnung nach *Young-Laplace-Petzoldt* oder *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 ggf. ein Kalibrierfaktor f_c durch Justierung der Anzeige mittels einer Standardflüssigkeit eingesetzt. Das ausgewählte Berechnungsverfahren wird in diesem Bericht nebst aller Eingangsdaten angegeben.

Angewandtes Verfahren und Ergebnisberechnung: ausdauernde Messungen über eine Zeitspanne hinweg; Ergebniswert und Zeitabhängigkeit müssen - da eine erkennbare Änderung auftritt - aus dem Verlauf der Einzelwerte per Regression ermittelt werden.

• 2. Übersicht, Temperatur

Die Oberflächenspannung wurde 50-mal gemessen, Nettodauer des Messablaufs zwölf Minuten; Temperaturänderung im Bereich von 109,92 bis 109,96°C.

- Diagramm 1. Temperaturverlauf und Übersicht - 'Temperaturprofil'



- Im Diagramm "Temperaturprofil" wird eine Übersicht zum zeitlichen Verlauf der Vorgänge und der jeweils aufgezeichneten Temperatur gezeigt. Die Zeitachse beginnt mit dem Startzeitpunkt dieser Messung. -- Die Kreismarkierungen zeigen die einzelnen Temperaturmesswerte an, die kugelförmigen Marken stehen für Zeitpunkt und Temperaturzuordnung jeweiliger Messwerte der Oberflächenspannung. Eine größere kugelförmige Markierung gibt den Zeit/Temperatur-Angabewert in der Dokumentation des gesamten Messprozesses an. Waagerechte rote Striche geben den relativen Verlauf des Flüssigkeitspegels (Niveauhöhe) im Messgefäß an. Dieser wurde durch jeweilige Bezugshöhenbestimmungen zehn Mal durch das Messprogramm ermittelt. Der größte Niveauhöhenunterschied (max.dH) beträgt 0,462 mm. Diese zusätzliche Auswertung ermöglicht, Niveauveränderungen z.B. durch Dosierungen, Verdunstung, Absorption, Temperaturänderungen und/oder Änderungen des Kontaktwinkels zur Gefäßwand anzuzeigen.

• 3. Ergebniszusammenfassung

50 Messwerte; Zeitbereich 1 bis 12 min, Temperatur $\Delta T = 0,04$ K

Ergebniswert bei 5,6 min: $\gamma_{109,94^\circ\text{C}} = 23,17 \pm 0,11$ mN/m (383,09 K)

Streuung: $\pm 8,9 \cdot 10^{-3}$ mN/m absolute bzw. 0,38‰ relative Standardabweichung

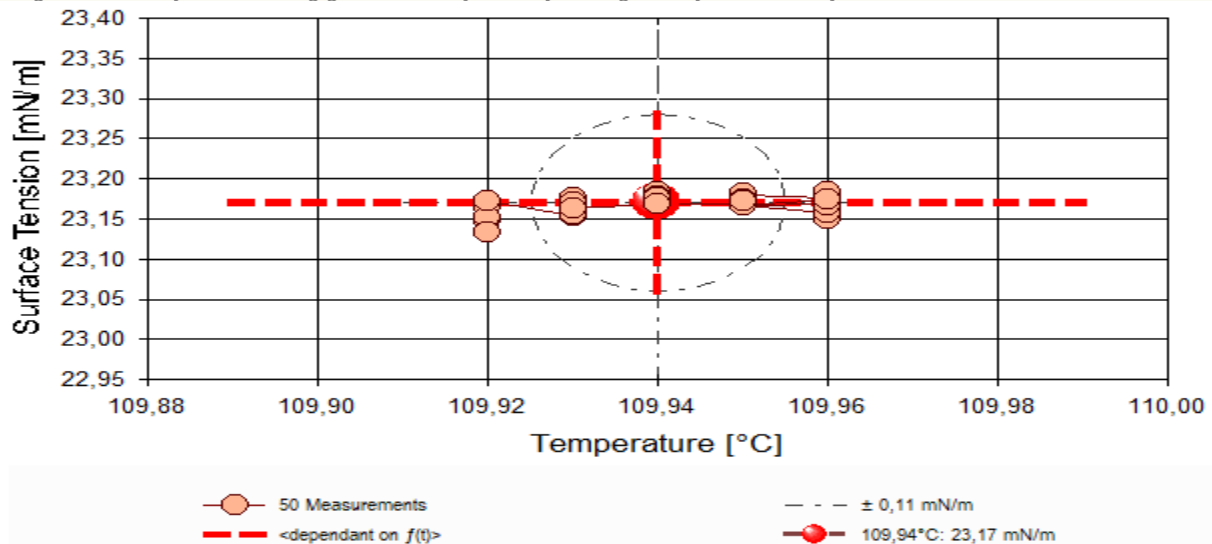
Berechnung: lineare Regressionsgleichung, eher zeitabhängig.

Zeitabhängigkeit durch Regression zwischen Minute 1 und 12:

$$\gamma(t[\text{min}]) = 23,160 + 1,283E-3 \cdot t \quad \text{mit } r^2 = 0,21, \quad s^2 = 7,86E-5$$

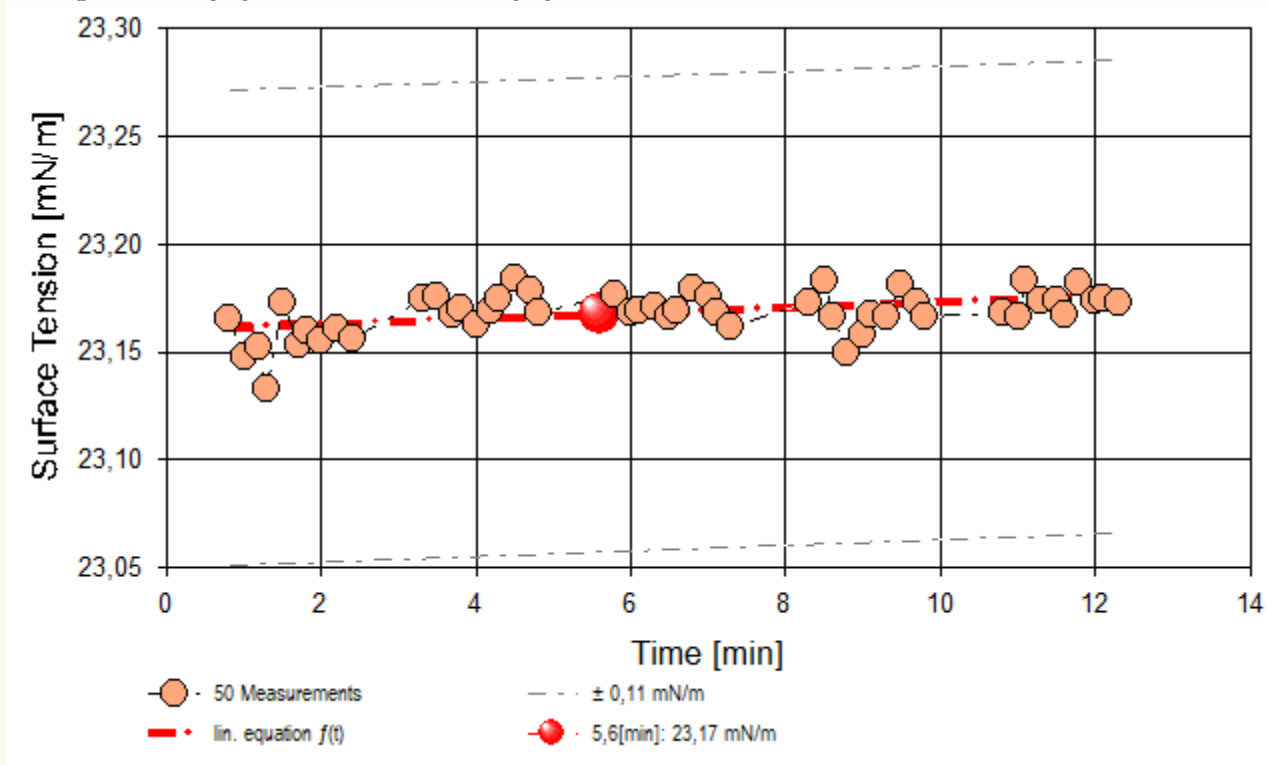
- Die Messdaten werden automatisch analysiert. Ergebnis und ermittelte Formeln stellen Vorschläge dar, wobei sich aus den Umständen der Messung ggf. andere Zusammenhänge ergeben können. - Aus der Abwägung der Einflüsse werden formale Zusammenhänge für die Bewertung ermittelt und auch 'Qualitätsangaben' erzeugt, die, wie hier, offenbar nicht ganz eindeutig sind. Der Korrelationskoeffizient zeigt die Qualität der gegenseitigen Abhängigkeit an (wobei ' $r^2 = 0,21$ ' eine schlechte Korrelation anzeigt). Die Präzision zwischen den Messwerten und der Regressionsgleichung wird durch die Varianz (s^2) der Residuen qualifiziert - die Standardabweichung ($\sqrt{s^2}$) sollte deutlich kleiner als die anzunehmende Messunsicherheit sein.

- Diagramm 2. Temperaturabhängigkeit der Oberflächenspannung - 'Temperaturverlauf'



- Das Diagramm "Temperaturverlauf" zeigt die einzelnen Messwerte der Oberflächenspannung als Kreissymbole in Abhängigkeit von der Temperatur an. Um den Angabewert ($\gamma_{109,94^\circ\text{C}} = 23,17 \text{ mN/m}$) ist der Bereich der Messunsicherheit als dünn gestrichelte, parallele Doppellinie dargestellt. Der Verlauf einer Regressionsfunktion zu den Messwerten ist als dickere, gestrichelte Linie eingezeichnet.

- Diagramm 3. Zeitprojektion der Messwerte - 'Zeitprojektion²'



- Im Diagramm "Zeitprojektion²" sind die einzelnen Messwerte als Kreissymbole in der zeitlichen Reihenfolge eingetragen. Um die Messwerte ist der Bereich der Messunsicherheit eingezeichnet. Der ausgewiesene Angabewert ist als dickere, gestrichelte, waagerechte Linie eingezeichnet.

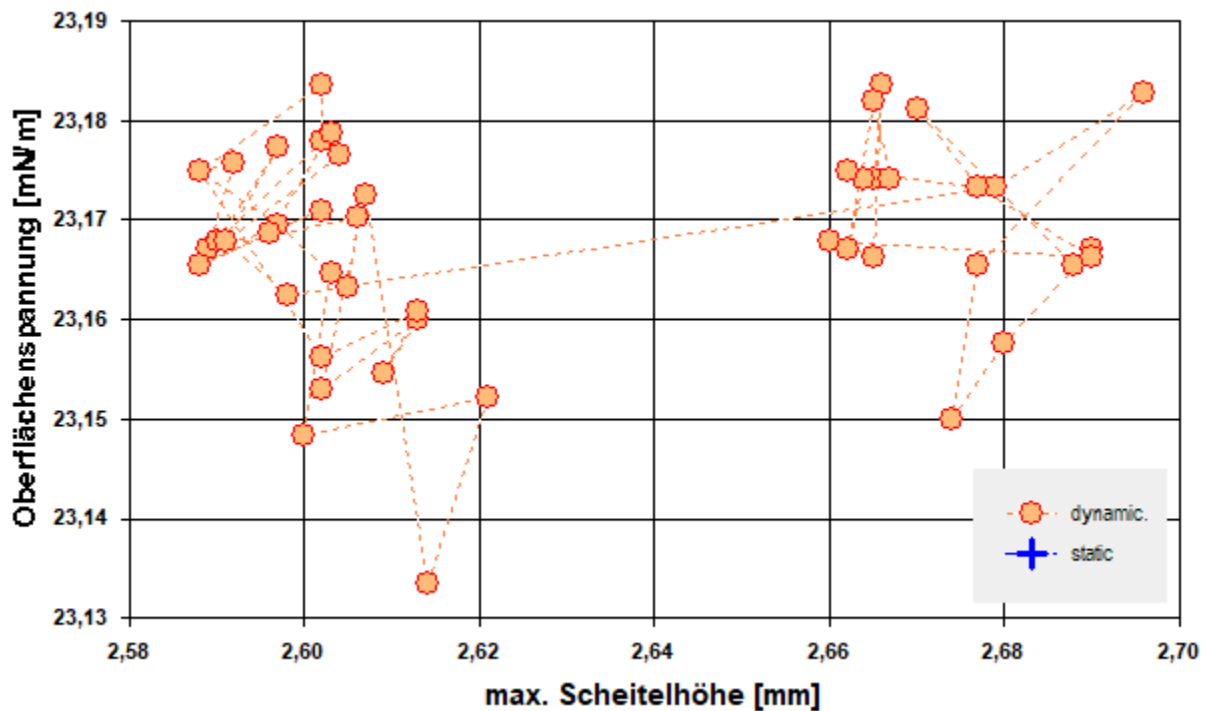
Tabelle 1: Protokoll der Mess- und Ergebnisdaten

N°	t [min]	ϑ [°C]	nPos	ΔZ [mm]	H _{Fmax} [mm]	W _(Fmax) [mg]	γ [mN/m]	τ_{rel} [s]	$\Delta\rho$ [g/cm ³]
1.	0,8	109,92	30	2,825	2,60	318,80	23,16	4,9	0,7988
2.	1,0	109,92	30	2,822	2,60	318,59	23,15	4,9	0,7988
3.	1,2	109,92	30	2,983	2,62	318,64	23,15	5,2	0,7988
4.	1,3	109,92	30	2,814	2,61	318,39	23,13	4,9	0,7988
5.	1,5	109,92	30	2,822	2,61	318,90	23,17	4,9	0,7988
6.	1,7	109,93	30	2,814	2,60	318,65	23,15	4,9	0,7988
7.	1,8	109,93	30	2,826	2,61	318,74	23,16	4,9	0,7988
8.	2,0	109,93	30	2,826	2,61	318,67	23,15	4,9	0,7988
9.	2,2	109,93	30	2,825	2,61	318,75	23,16	4,9	0,7988
10.	2,4	109,93	30	2,826	2,60	318,69	23,16	4,9	0,7988
11.	3,3	109,93	30	2,983	2,59	318,93	23,17	5,2	0,7988
12.	3,5	109,93	30	2,825	2,59	318,94	23,18	4,9	0,7988
13.	3,7	109,93	30	2,814	2,59	318,83	23,17	4,9	0,7988
14.	3,8	109,93	30	2,829	2,61	318,87	23,17	4,9	0,7988
15.	4,0	109,93	30	2,814	2,61	318,78	23,16	4,9	0,7988
16.	4,2	109,94	30	2,822	2,60	318,86	23,17	4,9	0,7988
17.	4,3	109,94	30	2,822	2,59	318,93	23,17	4,9	0,7988
18.	4,5	109,94	30	2,826	2,60	319,05	23,18	4,9	0,7988
19.	4,7	109,94	30	2,825	2,60	318,97	23,18	4,9	0,7988
20.	4,8	109,94	30	2,825	2,59	318,84	23,17	4,9	0,7988
21.	5,8	109,94	30	2,826	2,60	318,96	23,18	4,9	0,7988
22.	6,0	109,94	30	2,822	2,59	318,84	23,17	4,9	0,7988
23.	6,1	109,95	30	2,826	2,60	318,85	23,17	4,9	0,7988
24.	6,3	109,95	30	2,822	2,60	318,88	23,17	4,9	0,7988
25.	6,5	109,95	30	2,822	2,59	318,81	23,17	4,9	0,7988
26.	6,6	109,95	30	2,813	2,60	318,85	23,17	4,9	0,7988
27.	6,8	109,95	30	2,814	2,60	318,98	23,18	4,9	0,7988
28.	7,0	109,96	30	2,826	2,60	318,95	23,18	4,9	0,7988
29.	7,1	109,96	30	2,826	2,59	318,84	23,17	4,9	0,7988
30.	7,3	109,96	30	2,822	2,60	318,77	23,16	4,9	0,7988
31.	8,3	109,96	30	2,825	2,68	318,91	23,17	5,1	0,7988
32.	8,5	109,96	30	2,825	2,70	319,04	23,18	5,1	0,7988
33.	8,6	109,96	30	2,833	2,68	318,81	23,17	5,1	0,7988

34.	8,8	109,96	30	2,825	2,67	318,61	23,15	5,1	0,7988
35.	9,0	109,96	30	2,826	2,68	318,71	23,16	5,1	0,7988
36.	9,1	109,95	30	2,825	2,69	318,83	23,17	5,1	0,7988
37.	9,3	109,95	30	2,825	2,69	318,81	23,17	5,1	0,7988
38.	9,5	109,95	30	2,814	2,67	319,01	23,18	5,1	0,7988
39.	9,7	109,95	30	2,822	2,68	318,91	23,17	5,1	0,7988
40.	9,8	109,95	30	2,825	2,69	318,82	23,17	5,1	0,7988
41.	10,8	109,96	30	2,814	2,66	318,84	23,17	5,1	0,7988
42.	11,0	109,96	30	2,814	2,67	318,82	23,17	5,1	0,7988
43.	11,1	109,96	30	2,825	2,67	319,05	23,18	5,1	0,7988
44.	11,3	109,96	30	2,833	2,67	318,92	23,17	5,1	0,7988
45.	11,5	109,96	30	2,833	2,66	318,92	23,17	5,1	0,7988
46.	11,6	109,95	30	2,825	2,66	318,83	23,17	5,1	0,7988
47.	11,8	109,95	30	2,825	2,67	319,03	23,18	5,1	0,7988
48.	12,0	109,95	30	2,825	2,67	318,92	23,17	5,1	0,7988
49.	12,1	109,95	30	2,825	2,66	318,93	23,17	5,1	0,7988
50.	12,3	109,95	30	2,833	2,68	318,91	23,17	5,1	0,7988

In der Tabelle gibt t den Zeitpunkt des Messwertes und ϑ die zugehörige Temperatur an. n_{Pos} steht für die Anzahl der Kraft/Positionsweite der Messkurvenabtastung über die Strecke ΔZ . Die Spalte H_{Fmax} gibt die Lamellenhöhe im Parabelsattel der Messkurve über dem Flüssigkeits-Nullniveau an. An dieser Stelle beträgt das Gewicht der Lamelle $W_{(\text{Fmax})}$ und dieses entspricht der so gemessenen Oberflächenspannung γ . Die Zeitspanne τ_{rel} gibt die Dauer beim Auszug der Lamelle bis zum Erreichen der Maximalkraft an. In der Spalte $\Delta\rho$ ist die Dichtedifferenz (d.h. der Dichte von Wachs abzüglich der Luftdichte) bei der Temperatur angegeben.

- Diagramm 4. Lamellenhöhe in Abhängigkeit von der Oberflächenspannung - 'Lamellenhöhen²'



- Das Chart "Lamellenhöhen²" stellt die Oberflächenspannung in einen Zusammenhang mit der 'Lamellenhöhe' im Punkt der maximalen Kraft bzw. Spannung. Die Abhängigkeit ist in der Regel proportional; die Lamellenhöhe wird teilweise von der Gefäßoberfläche beeinflusst. Größere Streuungen im Werteverlauf zeigen eine unruhige Umgebung oder ungeeignete Ermittlungseinstellungen der Grenzflächenlage an (Nullniveau-Bestimmung); systematische Änderungen deuten je nach Umständen auf Effekte von Messgeschwindigkeitsvariationen oder auch die Bildung einer 'Oberflächenhaut' hin. - Beim Bestimmungsverfahren zur Pegelposition der Phasengrenze durch das *Tastverfahren von unten* (aus der Phase), wird die Höhe 0 (Nullniveau) durch den Kontakt der Ringoberseite mit der Phasengrenze definiert. Deshalb ist die Ringdrahtdicke (=0,37 mm) bei diesen absoluten Niveau-Höhen in Betracht zu ziehen.

• 4. Auswertungsverfahren & Messkörper

Berechnung: 'Harkins & Jordan' - Originaltabellen.

Messring: Ring N°1, mittlerer Ringradius $R = 9,54$ mm, Drahtradius $r = 0,185$ mm, linearer Ausdehnungskoeffizient $\alpha = 8,9 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$. Anwendung des geometrischen Korrekturfaktors $f_G = 1,012$; Innendurchmesser des Messgefäßes $\varnothing = 43,0$ mm.

Probensubstanz: Wachs, Dichte $0,8 \text{ g/cm}^3$ (Festwertangabe).

- Die geometrischen Angaben zum Messring beziehen sich auf die Bezugstemperatur 25°C . Von der Flüssigkeitsdichte wird stets die zur Messung vorliegende Luftdichte ρ_a abgezogen. Eine automatische Berechnung der Dichtewerte kann dann temperaturabhängig erfolgen, wenn in der Dichte-Datenbank zu 'Wachs'

ein entsprechender Eintrag angelegt wird. Zur Orientierung: bei Wasser verursacht eine um 1% falsche Dichteangabe einen Fehler in der Berechnung der Oberflächenspannung von immerhin 0,1%

Tabelle 2: Zu Berechnung und Klassifikation der einzelnen Messwerte

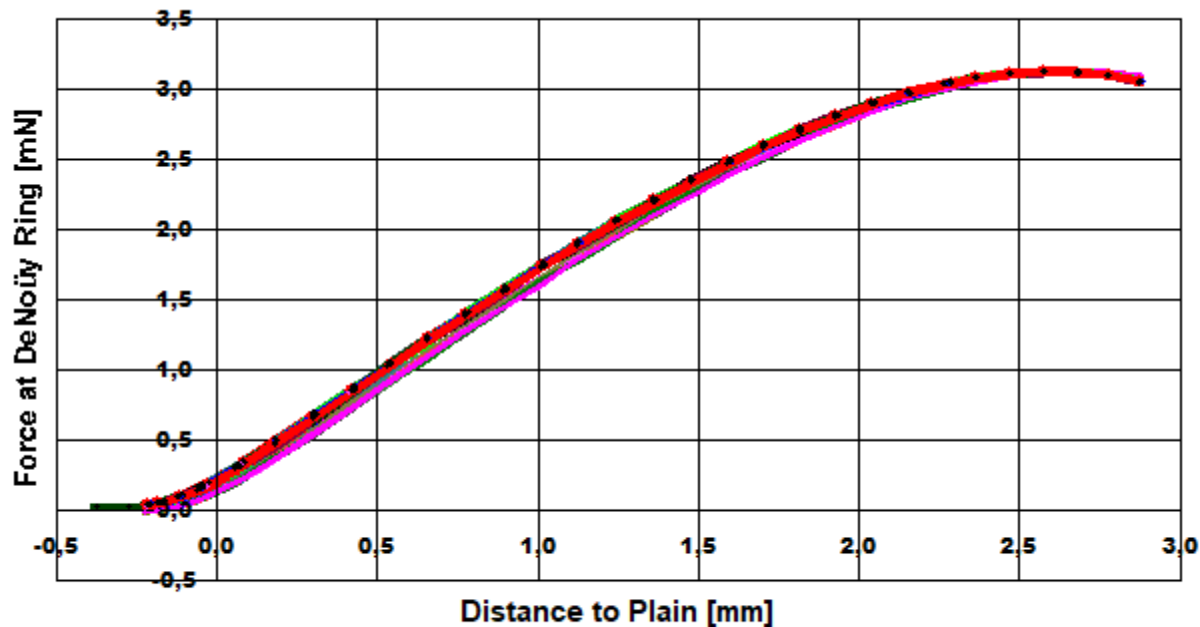
N°	F _{max.} [mN]	F _{bz.} [mN]	f _k -	v _z [mm·s ⁻¹]	X [mm]	t _x [s]	ΩK -
1.	58,3764	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	¹ kD
2.	58,3743	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
3.	58,3748	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
4.	58,3724	55,2497	0,8782 h	0,514	-	-	² kD
5.	58,3774	55,2497	0,8783 h	0,515	-	-	² kD
6.	58,3749	55,2497	0,8783 h	0,515	-	-	² kD
7.	58,3758	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
8.	58,3751	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
9.	58,3759	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
10.	58,3753	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
11.	58,3757	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	¹ kD
12.	58,3758	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
13.	58,3747	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
14.	58,3751	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
15.	58,3742	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
16.	58,3750	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
17.	58,3757	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
18.	58,3768	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
19.	58,3761	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
20.	58,3748	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
21.	58,3760	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	¹ kD
22.	58,3748	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
23.	58,3749	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
24.	58,3752	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
25.	58,3745	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
26.	58,3749	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
27.	58,3762	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
28.	58,3759	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
29.	58,3748	55,2477	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
30.	58,3741	55,2477	0,8783 h	0,515	-	-	² kD
31.	58,3765	55,2487	0,8783 h	0,514	-	-	¹ kD
32.	58,3777	55,2487	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
33.	58,3755	55,2487	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
34.	58,3735	55,2487	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
35.	58,3745	55,2487	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
36.	58,3757	55,2487	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
37.	58,3755	55,2487	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
38.	58,3775	55,2487	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
39.	58,3765	55,2487	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
40.	58,3756	55,2487	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
41.	58,3768	55,2497	0,8783 h	0,515	-	-	¹ kD
42.	58,3766	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
43.	58,3788	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
44.	58,3776	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
45.	58,3776	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
46.	58,3767	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
47.	58,3786	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
48.	58,3776	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
49.	58,3777	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD
50.	58,3775	55,2497	0,8783 h	0,514	-	-	² kD

F_{max.} gibt den korrigierten Messwert der Maximalkraft an; dessen Kraftbezugswert wird mit F_{bz.} ausgegeben (Berechnung: $\gamma = f_c \cdot f_k \cdot (F_{max} - F_{bz.}) / (4\pi \cdot R)$). Der Faktor f_k der die Ringgeometrie und Dichteverhältnisse berücksichtigt, kann nach verschiedenen Rechenverfahren bestimmt werden, die jeweils in technischen Normen vorgeschrieben sein können. Um die Herkunft des Faktors f_k kenntlich zu machen, wird ein angehängtes Zeichen zugefügt: h steht für (interpolierte) Werte aus den original Harkins und Jordan Tabellen ('f' 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 IMETER/Petzoldt'schen Lösungsalgorithmus, der die zugrundeliegenden Differenzialgleichung adressiert 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 X die Bruchhöhe und t_x 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 'x' 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 Kommentarfunktion (auch nach der Messung) dem Bericht beigelegt sein.

- Diagramm 5. Messkurven - Grundlage der Bestimmung der Oberflächenspannung - 'Measuring Curves'²



- Im Diagramm "Measuring Curves²" werden die zu Grunde liegenden einzelnen Kraftmesswerte als 'Messkraft' gegen 'Lamellenhöhe' für alle Messpunkte der 50 Messkurven dargestellt. Eine Messkurve beschreibt einen Oberflächenspannungswert. Die Lamellenhöhe ist der über Kraft, Dichte und Gefäßoberfläche korrigierte Abstand der Ebene der Ringoberseite zum *Nullniveau* der Flüssigkeitsoberfläche. Qualität und Korrektheit einer Messung zeichnen sich durch glatte, konvexe Kurvenzüge im Bereich der Kraftmaxima aus.

• 5. Referenzdatenvergleich

N.A. - Diagramm 6. IST/SOLL-Vergleich in zeitlicher Abfolge der Messwerte - 'DeltaChart'

• 6. Meldungen & Hinweise

'Wachs' ist nicht in der Flüssigkeiten-Datenbank mit Temperaturgleichung verfügbar. Um die automatische *Dichte-zu-Temperatur-Berechnung* zu nutzen, ist es günstig, einen entsprechenden Eintrag anzulegen.

• 7. Temperierung (*compatible control*)

Tabellenausgaben der (Prozess-)Temperatur von der Komponente und zeitgleiche Ablesung der primären und sekundären Fühlertemperaturen. Zeitangaben in Minuten, alle Temperaturen in °C.

N° sekundär.	t	T _{cc-intern}	T _{cc-extern}	T-primär	T-
1.	0,70	+110,57	+109,91	109,92	109,93
2.	2,38	+110,20	+110,02	109,93	109,93
3.	3,18	+110,54	+109,85	109,93	109,93
4.	4,86	+110,19	+110,11	109,94	109,94
5.	5,64	+110,46	+109,93	109,94	109,94
6.	7,33	+110,35	+109,90	109,96	109,96
7.	8,16	+110,26	+109,98	109,96	109,96
8.	9,85	+110,42	+109,86	109,95	109,95
9.	10,64	+110,20	+110,18	109,96	109,96
10.	12,32	+110,63	+110,00	109,95	109,95

Temperaturangaben beziehen sich auf die Skala der ITS-90. **Standardabweichungen:** Verschiedentlich werden Regressionsfunktionen mit Standardabweichungen bzw. Varianzen qualifiziert. Diese Angaben werden berechnet aus der Summe der Quadrate der Abweichungen der Einzelwerte zu jeweils berechneten Funktionswerten dividiert durch die Anzahl der Werte weniger 1. Sofern nicht anders bezeichnet, werden für \pm (Standardmess-)Unsicherheiten einfache Standardabweichungen - ohne Erweiterungsfaktoren - angegeben, d.h. die Überdeckung betrifft 67% normalverteilter Werte.

Form und Informationsfülle des Prüfberichts ist dadurch bedingt, dass Messdaten durch die zahlreichen Freiheitsgrade sehr vielgestaltig auftreten können. Die

Variablen der Messung müssen vollständig dargestellt werden können, um verifizierbar zu sein. Vollständigkeit ist Voraussetzung für die Überprüfbarkeit und Haltbarkeit der Resultate sowie abgeleiteter Schlussfolgerungen. Nicht zuletzt erfordern einschlägige Bestimmungen (GxP, FDA cfr.11/21 etc.) zusammen mit schlicht zeitökonomischen Erwägungen diesen hiermit Großteils erledigten Aufwand.

IMPro Execution & Audit-Trail

Data created during execution of the IMPro "Organic05DynDauernd", type 1/28. Time Period of the Accomplishment: Jul., 29. 2004 between 17:45:08 and 17:57:40, elapsed time: ten minutes. Automatic self-repetition of the IMPro - the 1. Repetition. Ein Protokoll wurde hingegen aufgezeichnet. Measuring process performed accordingly. The complete Report first was presented on Aug., 10.04 at 21:03. Original data was changed as reported to Audit-Log:

```
** KOPIERT AUS DER DATENBANK Optimierungen4, N° 5564** von imeter, Am 21.11.05 um 14:50
**** MESSDATEN-Änderung durch imeter **** Tag/Zeit: 13.02.2006 18:03:22 ****
Änderung der Fallbeschleunigung (als Faktor und Rückrechnung in den Rohdaten!) von 9,81 nach 9,80769 [m/s²]
**** DATENBLATT-Änderungen durch imeter **** Tag/Zeit: 13.02.2006 18:06:51 ****
[1. Probenbezeichnung : von] 'Paraffin 0.5mm 50Werte (A1)' [zu] 'Paraffin 0.5mm 50Werte'
*****
```

The Number **116** refers to the Recordset in the Database '*imeter-Beispiele*' where all Information can be retrieved at any time.

Prüfmittel

Das Wägesystem (WZ224-CW) wurde 0,6 Stunden vor dieser Messung von imeter justiert. Die letzte vollständige Prüfung der Positioniervorrichtung von **IMETER** (ID16405541) erfolgte am 05.07.04. Technische Daten: Auflösung des Wägesystems 0,1 mg, Messunsicherheit (Linearität) 0,4 mg, Dichte der Justiermasse ρ_{cal} 8,000 g/cm³, Luftdichte ρ_{air} 1,196 kg/m³; Schwerebeschleunigung g 9,80769 m/s². Die Messauflösung der Temperaturmessung beträgt 0,01 K, die Unsicherheit 0,03 K. Akquisitions-Softwareversion IMETER 4.1.29, LizenzN° *3037-4759*, Windows 5.1- Betriebssystem auf PC Ser.N°143431694 (C, BOOT).

• 8. Kommentar/Bewertung/Interpretation

(Erstaunlich alte Messung ... immer noch auswertbar!)

Stabile Messung bei höherer Temperatur. Keine sichere Zunahme der OFS in der Beobachtungszeit (Oxidation). Vollständige Messkurven (eigentlich überflüssig); Recht schnelle Messung mit wechselndem Referenzkraft-Algorithmus (zum Test auf Drift). -- 50 Werte in 12 Minuten, gemischte Referenzkraftbestimmung und Übernahme - dabei treten keine merklichen Sprünge auf.

"Nachtägliche Anmerkungen" sind Bemerkungen eines Anwenders, die nach Abschluss zur Dokumentation hinzugefügt wurden.

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 oder per KI-Assistenz 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.