

## Grenzflächenspannung: CMC-Messung

Die CMC über die Grenzflächenspannung zu bestimmen, sollte eigentlich nicht grundsätzlich anders aussehen, sofern das Tensid in der überlagerten organischen Phase (Toluol) unlöslich ist - wovon man bei einem Salz eigentlich ausgehen können sollte (...). Dieses Beispiel ist ein Test, wobei Beobachtungen und Bemerkungen festgehalten wurden; Teile des Messprogramms wurden noch während des Ablaufs angepasst

**Messumstände:** Ringmethode, Messung in einem doppelwandigen Temperiergefäß; *imeter* steuert im Messprogramm einen Ministat - Thermostaten der Fa. Huber (Peter Huber Kältemaschinenbau GmbH, Offenburg, [www.huber-online.com](http://www.huber-online.com)), das integrierte Magnetrührwerk sowie zwei genau ausgemessene Schlauchpumpen (für die automatische Dosierung und Entnahme). In der vollautomatischen Messung wird eine Menge reinen Wassers vorgelegt. Die jeweilige Ermittlung der Oberflächenlage, die Messung, Temperaturregelung, Dosierung, Entnahme etc. und die sofortige Ergebnisdarstellung erfolgen vollautomatisch. In den Ablauf wurde jedoch öfter eingegriffen.

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). Variabel sind nicht nur die Messdaten - sondern auch Umstände und Abläufe und die Eigenschaften der Normale. Dazu passend verfügt **IMETER** einerseits über eine Modellersprache, 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).

imeter V.4.10 re



automatischer Bericht (8E9B4BV16312B), imeter/MSB, Augsburg am 13.02.06

### **ID N° 6952 - Grenzflächenspannung / CMC**

ausgeführt am Sonntag, 18 September 2005, von imeter

**Titel: Na-Laurylsulfat / Wasser - Toluol (II. statisch)**

**Bemerkung:**

47.948g dest. Wasser vorgelegt + 18.49g Toluol - zusammen innig verrührt; "alte" SDS- Lösung vom Ansatz 2.9.05 (c=21g/L)

Grenzfläche "Toluol / Wasser"

**Ergebnis:  $CMC_{25,01^{\circ}C} = 1,6mg \cdot cm^{-3}$ ,  $\gamma_{CMC} = 3,28mN \cdot m^{-1}$**

### **Bericht**

Die Textangaben im Berichtskopfes, oberhalb, werden aus den Einträgen im 'Titel-' und 'Bemerkungsfeld' des Datenblattes gebildet. Das Hauptresultat wird angegeben - und in der ersten Zeile - der Authentifizierungscode zu Messung und Ergebnis.

**Kommentar:** < **CMC-Angabe evtl. nicht ganz richtig - hier (GFS) müsste die Auswertung evtl. auf den Nulldurchgang nach dem Gamma-Maximum anspringen (bei SDS wird bei OFS-CMC auch stets 2.3g/L erhalten, dort aber als Wendepunkt) . -- Ein erster Versuch bzw. Entwicklungstest. Besonders Bemerkenswert: bei 1 bis 1.5g/L waren die Lamellen sehr, sehr brüchig - gibt es hier ein "kinetisches Fenster" zum Minimum?** > **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.

**Zum Messverfahren:** Die CMC-Messung ermittelt aus der Abhängigkeit der Grenzflächenspannung von der Konzentration der grenzflächenaktiven Substanz (Tensid), hier in Wasser, einen charakteristischen Konzentrationsbereich, bei dem sich die Verhältnisse deutlich ändern, also der Verlauf der

Messwerte an dieser Stelle (besonders) unstetig ist. Diese Konzentration heißt **kritische Mizellenkonzentration** kurz CMC. Bei weiter steigender Konzentration (hier ab 1,6mg/cm<sup>3</sup>) wird das Dosis-Wirkungsverhältnis im Bezug auf die Grenzflächenspannung zunehmend unempfindlicher, die freie Grenzflächen des Systems können als gesättigt angesehen werden. Art, Präzision und Aussagetiefe der im Folgenden wiedergegebenen Ergebnisse wird wesentlich durch die Bedingungen des Messablaufs bestimmt. Im Messprogramm - 'CMC\_GFS-Dodecylsulfat' - der 'Normalmethode' zu dieser Messung, sind dazu die Handhabungen niedergelegt.

### • Zur Bestimmung des CMC-Wertes

Die CMC, 1,63 mg/cm<sup>3</sup> bei der Temperatur 25,01 ±0,03°C, wurde über den Differenzenquotient  $\Delta\gamma/\Delta\ln(c)$  ermittelt. Aus dem Werteverlauf wurde sie als Grenzflächenspannungs-Minimum (Nulldurchgang von  $d\gamma/d\ln(c)$ ) ermittelt.

#### Dosis und Wirkung:

Adsorptionsbereich : 0,038 ... 0,37mg/cm<sup>3</sup>,

$$\gamma = f(C_{[mg/cm^3]}) = 3,336 - 7,295 \cdot \ln(c) - 0,4659 \cdot \ln(c)^2 \quad r^2=0,9970$$

Steigung der Adsorptionsisotherme  $d\gamma/d\ln(C)$ :

bei  $C_{CMC}/10$  -5,60, bei  $C_{CMC}/4$  -6,46, bei  $C_{CMC}/2$  -7,10

Sättigungsbereich : 4,4 ... 5,5mg/cm<sup>3</sup> - linear -

$$\gamma = f(C_{[mg/cm^3]}) = 7,665 - 1,518 \cdot (c) + 0,1589 \cdot (c)^2 \quad r^2=0,85$$

Charakteristische Werte der Oberflächenspannung:

- CMC	: 3,28mN/m	1,6mg/cm <sup>3</sup>	1,0·CMC
- C <sub>Max.</sub>	: 5,547mN/m	5,5mg/cm <sup>3</sup>	3,3·CMC
- $\gamma_{min.}$	: 3,28mN/m	1,6mg/cm <sup>3</sup>	0,98·CMC

Nachfolgend sind die Randbedingungen der Messung zusammengefasst.

**Vorlage:** Wasser, Masse 47,999g, angegeben wurde der Wägewert 47,948g, Volumen 48,1417cm<sup>3</sup>, Dichte 0,997035g/cm<sup>3</sup>. Die Dichte bei 25,05°C wurde über den Datenbankeintrag 'Toluol' zur Temperatur ermittelt.

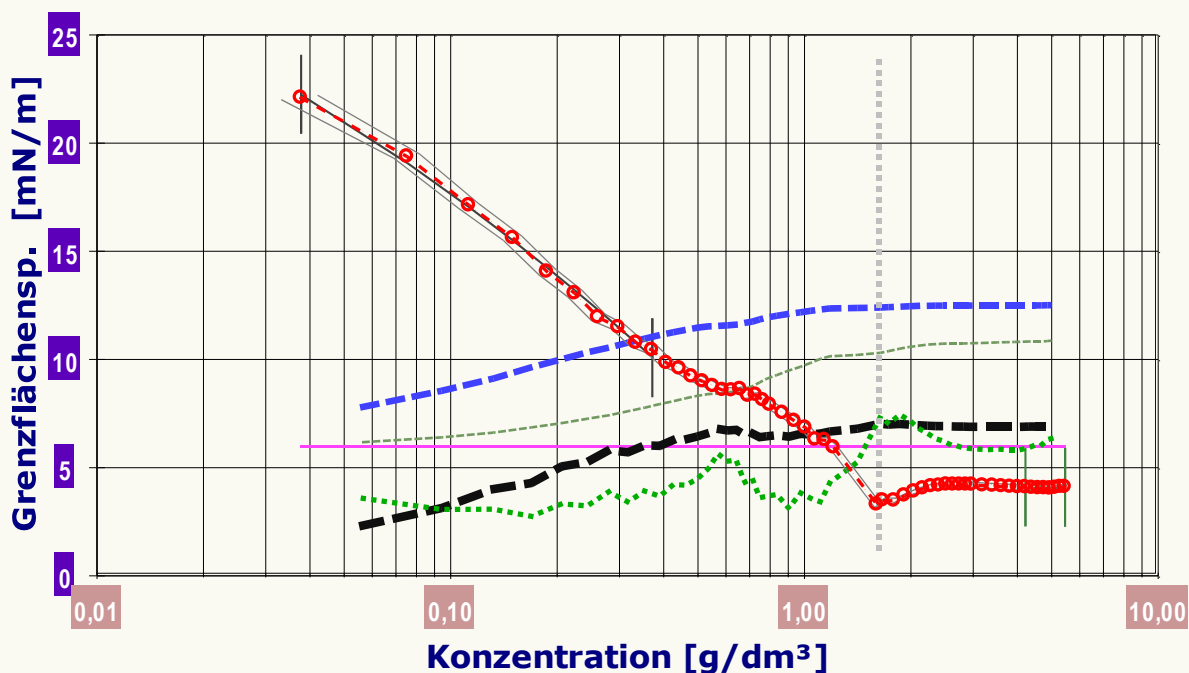
**Zudosierung:** Dodecylsulfat (SDS), 59 Zugaben.

Wirkstoffkonzentration 20,639 ±4,8E-4mg/cm<sup>3</sup>, Dichte 1,019g/cm<sup>3</sup> als Festwert angegeben. Temperaturangabe der Dosierung als Festwert 21,00°C. Als gravimetrische Zugabe, automatische Dosierung.

**Mengenbilanz:** Dosiermenge 17,621g, 17,292cm<sup>3</sup>, Vorlagenmasse am Ende 65,6198g bzw. 65,434 ±0,033cm<sup>3</sup>, darin enthaltene Wirkstoffmenge: 0,3569g.

**Konzentrationsbereich der Messung:** 38ppm - 0,54% (m/m), Endkonzentration 0,00545 ±0,00002g/cm<sup>3</sup>.

Die Zusammenfassung, oberhalb, stellt Vorgaben und das Ergebnis der Messung knapp dar. Wesentliche, ergebnisrelevante Angaben und Variablen der Messung werden wiedergegeben. Da verschiedene Fälle von gravimetrischen, volumetrischen bzw. automatischen und manuellen Operationen bzw. thermischen und 'datentechnischen' Eventualitäten auftreten können, ergeben sich zahlreiche logische Abhängigkeiten. Gewichtsangaben werden immer in Massen umgerechnet. Die Überprüfung der möglichst exakten Isothermie für diese Art der Messung - sowie das, dem Prüfstoff gerechte Verfahren (z.B. Wartezeiten bei sehr geringen Konzentrationen) wird nicht von der Software bewertet. Eine durchgängig konsistente Formatierung der Zahlenwerte - d.h. die Ausgabe ausschließlich gültiger Stellen, wird nicht in allen Fällen durch die Algorithmen geleistet; Referenzwerte aus der Datenbank werden beispielsweise mit allen dort angegebenen Stellen hier aufgeführt. Einzelheiten zu den Vorgängen können der unten ausgegebenen tabellarischen Darstellungen entnommen werden. - Die Gleichungen zu Dosis und Wirkung entsprechen Messwerten, sie sind ein Ausdruck der physikalischen Wirklichkeit repräsentieren aber nicht das Gesetz. Insbesondere für die Darstellung der physikalischen Bedeutungen sind einzelne Bereiche differenziert(er) zu untersuchen. Die alternative CMC-Bestimmung verwendet den Wendepunkt von  $\Delta\gamma/\Delta c$ . In Ausnahmefällen - und bei wenigen Messwerten - wird noch die klassische Extrapolationsmethode angewandt.



Das Diagramm **Konzentrationsabhängigkeit-CMC** fasst das Ergebnis der Messung durch die Darstellung der Grenzflächenspannung gegen die Konzentration zusammen. Die Kreismarken zeigen die jeweiligen (Mittel-)Werte der Grenzflächenspannung und als umgebende feine Linien den Bereich

der kumulierten Unsicherheit. Die normalerweise sigmoidal verlaufende, dickere Linie markiert den relativen Verlauf des Differenzenquotienten (sie bedeutet normalerweise bei nicht allzu kleinen Konzentrationen den Oberflächenexzess  $\Gamma$ ), die waagerechte, gepunktete Linie stellt für die differenziellen Auswertungsgraphen den Nullbezug dar, auf den sich auch die dünne ansteigende Linie bezieht, die die Summenfunktion von  $\Gamma$  anzeigt. Der senkrechte Balken zeigt die CMC an. Die beiden am Anfang und Ende mit senkrechten Strichen eingezeichneten Geraden zeigen den Verlauf der Adsorptions- bzw. Sättigungsbereiche, deren Gleichungen und Konzentrationsspannweiten im Text oberhalb angegeben sind.

Die folgende Tabelle präsentiert die Zusammenstellung der zugrunde liegenden Zahlenwerte sowie die Datenbasis des Diagramms oberhalb. Die erste Datenzeile der Tabelle enthält die für die Sicherung des korrekten Ausgangswertes der Grenzflächenspannung wichtige Angabe,  $\gamma = 30,41\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$ , die im Mittel für 12,2 Minuten vor der ersten Dosierung in der Messung bestimmt wurde.

N°	$\Delta m[\text{g}]$	$\pm\%$	$t_{\Delta c}$	$\Delta t, [\text{min}]$	$\gamma$	$c [\text{mg}/\text{cm}^3] \pm\%$		$c (\text{m/m})$
1.	---	---	---	-12,2 (10)	30,41	0	0	<48,14cm <sup>3</sup> >
2.	0,090	1,1%	30,6	2,4	22,09	0,0378	12%	38ppm
3.	0,090	1,1%	33,2	2,3	19,37	0,0754	8,3%	76ppm
4.	0,090	1,1%	35,7	2,2	17,12	0,113	6,8%	0,11‰
5.	0,090	1,1%	38,1	2,3	15,60	0,150	5,9%	0,15‰
6.	0,090	1,1%	40,6	2,4	14,05	0,187	5,3%	0,19‰
7.	0,090	1,1%	43,3	2,7	13,05	0,224	4,8%	0,23‰
8.	0,090	1,1%	46,3	2,6	11,94	0,261	4,4%	0,26‰
9.	0,090	1,1%	49,3	1,9	11,48	0,298	4,2%	0,30‰
10.	0,090	1,1%	51,3	2,3	10,77	0,335	3,9%	0,34‰
11.	0,090	1,1%	53,9	1,7	10,43	0,371	3,7%	0,37‰
12.	0,090	1,1%	55,9	2,2	9,83	0,408	3,6%	0,41‰
13.	0,090	1,1%	58,4	1,9	9,58	0,444	3,4%	0,45‰
14.	0,090	1,1%	60,5	3,4	9,21	0,480	3,3%	0,48‰
15.	0,090	1,1%	64,1	1,8	8,98	0,516	3,2%	0,52‰
16.	0,090	1,1%	66,1	1,6	8,77	0,552	3,1%	0,55‰
17.	0,090	1,1%	68,0	1,8	8,58	0,588	3,0%	0,59‰
18.	0,090	1,1%	69,9	2,1	8,57	0,624	2,9%	0,63‰
19.	0,090	1,1%	72,2	2,0	8,62	0,659	2,8%	0,66‰
20.	0,090	1,1%	74,5	3,4	8,31	0,694	2,7%	0,70‰
21.	0,090	1,1%	78,1	3,5	8,36	0,730	2,7%	0,73‰
22.	0,090	1,1%	81,8	1,9	8,11	0,765	2,6%	0,77‰
23.	0,090	1,1%	84,0	2,0	7,90	0,800	2,5%	0,80‰
24.	0,1798	0,56%	86,3	2,0	7,52	0,870	2,3%	0,87‰
25.	0,1798	0,56%	88,5	2,0	7,15	0,939	2,2%	0,94‰
26.	0,1798	0,56%	90,7	3,3	6,84	1,01	2,0%	1,0‰
27.	0,1798	0,56%	94,2	3,2	6,29	1,08	1,9%	1,1‰
28.	0,1798	0,56%	97,7	1,9	6,27	1,14	1,8%	1,1‰
29.	0,1798	0,56%	99,8	2,6	5,93	1,21	1,7%	1,2‰
30.	0,1798	0,56%	102,7	---	---	1,28	1,6%	1,3‰
31.	0,1798	0,56%	108,9	---	---	1,34	1,6%	1,3‰
32.	0,1798	0,56%	111,7	---	---	1,41	1,5%	1,4‰
33.	0,1798	0,56%	118,1	---	---	1,48	1,4%	1,5‰
34.	0,1798	0,56%	121,7	---	---	1,54	1,4%	1,5‰
35.	0,1798	0,56%	127,3	17,9	3,28	1,60	1,3%	1,5‰
36.	0,1798	0,56%	145,5	5,4	3,48	1,67	1,3%	1,7‰
37.	0,3596	0,70%	151,1	6,1	3,47	1,80	1,2%	1,8‰
38.	0,3596	0,70%	157,6	3,6	3,70	1,92	1,1%	1,9‰
39.	0,3596	0,70%	161,5	3,8	3,89	2,04	1,1%	2,0‰
40.	0,3596	0,70%	165,7	3,7	4,03	2,17	1,0%	2,2‰
41.	0,3596	0,70%	169,6	3,3	4,13	2,29	0,95%	2,3‰
42.	0,3596	0,70%	173,2	3,7	4,16	2,41	0,91%	2,4‰
43.	0,3596	0,70%	177,2	3,3	4,21	2,52	0,87%	2,5‰
44.	0,3596	0,70%	180,8	3,7	4,21	2,64	0,83%	2,6‰
45.	0,3596	0,70%	184,8	3,3	4,21	2,75	0,80%	2,8‰
46.	0,3596	0,70%	188,4	3,5	4,21	2,87	0,77%	2,9‰
47.	0,3596	0,70%	192,1	3,2	4,20	2,98	0,75%	3,0‰
48.	0,7192	0,70%	195,6	3,9	4,17	3,20	0,69%	3,2‰
49.	0,7192	0,70%	200,0	3,9	4,15	3,41	0,65%	3,4‰
50.	0,7192	0,70%	204,2	3,7	4,13	3,62	0,61%	3,6‰
51.	0,7192	0,70%	208,4	3,7	4,11	3,82	0,58%	3,8‰
52.	0,7192	0,70%	212,4	3,9	4,09	4,02	0,55%	4,0‰
53.	0,7192	0,70%	216,6	3,9	4,09	4,21	0,53%	4,2‰
54.	0,7192	0,70%	220,9	3,9	4,06	4,40	0,51%	4,4‰
55.	0,7192	0,70%	225,2	3,9	4,04	4,59	4,9‰	4,6‰
56.	0,7192	0,70%	229,4	4,1	4,04	4,77	4,7‰	4,8‰
57.	0,7192	0,70%	234,0	3,6	4,02	4,95	4,5‰	4,9‰
58.	0,7192	0,70%	238,0	3,6	4,06	5,12	4,4‰	0,51%
59.	0,7192	0,70%	242,1	3,4	4,10	5,29	4,2‰	0,53%
60.	0,7192	0,70%	245,9	-0,5	4,10	5,45	4,1‰	0,54%

Die Spalten der Tabelle zeigen von links nach rechts die folgenden Inhalte: Die Zeilennummer (1. N°), die jeweilige positive oder negative Mengenänderung als Masse (2.  $\Delta m$ ) und die dazu angegebene relative Unsicherheit (3.  $\pm\%$ ) sowie die Zeitpunktmitte (4.  $t_1, c$ ) des Vorgangs im Bezug auf den Start der Messung. Die nächste Spalte zeigt die Dauer zwischen dem Dosierzeitpunkt und dem nachfolgendem Messwert an (5.  $\Delta t$ ) und den zugehörigen Wert der Grenzflächenspannung in der folgenden Spalte (6.  $\gamma$ ); weiter, die zum Messwert gehörende Konzentration (7.  $c$ ) und die beigeordnete relative Unsicherheit (8.  $\pm\%$ ) aus der Fehlerfortpflanzung der Einzelfehler, die zu Vorlagen-, Dosier- und Entnahmemengen sowie zu Konzentrationsangaben angegeben wurden [die relative Unsicherheit nimmt u.U. mit der steigenden Gesamtdosis ab]. Falls verschiedene Konzentrationen dosiert wurden oder gravimetrische- oder volumetrische Operationen **gemischt** auftreten, wird der jeweilige Konzentrationsindex angegeben und/bzw. 'm' für Masse-, 'w' für Gewicht- und 'v' für Volumen- Operationen. Gewichts- bzw. Wägewerte ('w') werden über Flüssigkeits-, Luft- und Kalibriergewichtdichte jeweils in wahre Massen umgerechnet. Die letzte Spalte gibt die Konzentration als Massen-Mischungsverhältnis (**m/m**) an.

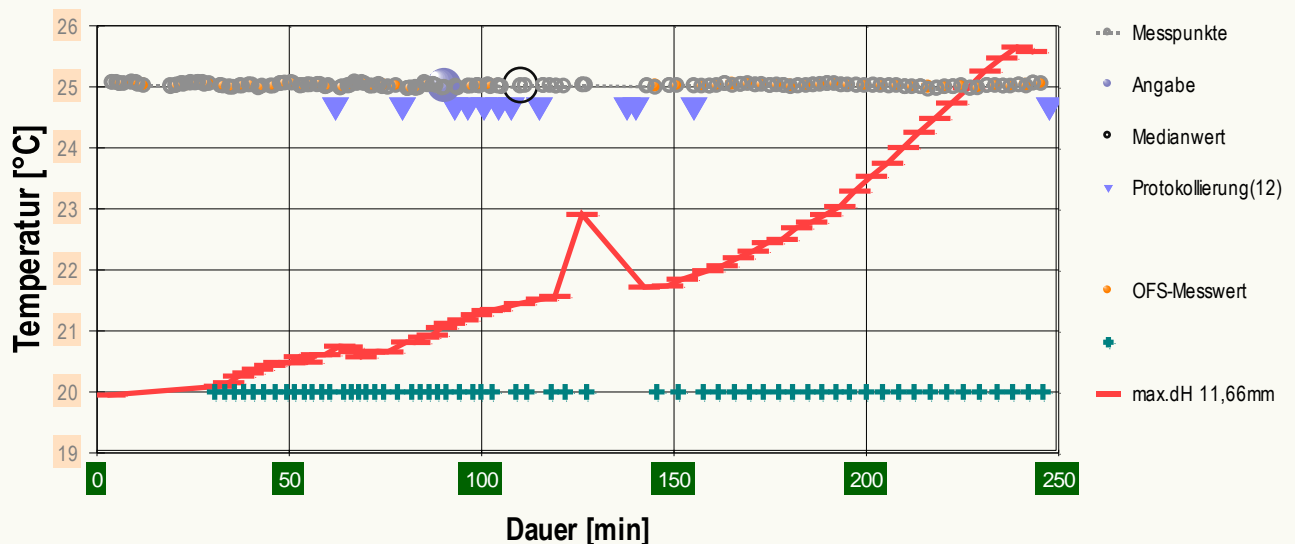
**Besonderheiten:** Spalte 5.,  $\Delta t$ , dem zeitlichen Abstand von Dosierung und 'Wirkungsmessung', zeigt in der ersten Zeile den zeitlichen Mittelwert der Messzeiten vor der Dosierung und ggf. in Klammern wieviele Messungen dazu stattfanden. -  $\gamma$  gibt hier Mittelwerte an (Einzelheiten zu den Messwerten und dem Verfahren finden sich im folgenden Abschnitt). Sofern danach, während des Dosierstadiums, mehrere Messwerte ohne Dosierung aufeinander folgen, werden ebenfalls Mittelwerte in dieser Art ausgegeben. Nur mit dem Unterschied, dass in diesem Fall in Spalte  $\Delta t$ , die Messzeit angegeben wird.

**Bearbeitungshinweis:** Aus den Datentabellen können Informationen gewonnen werden, die nicht im Schema ausgewertet werden; evtl. unter Berücksichtigung der Gefäßoberfläche - 15cm<sup>2</sup> - die  $\Gamma$ -Funktion etc.. Die Zahlenkolonnen in den Tabellen sind durch TAB-Zeichen separiert; so können Sie die Tabellen einfach über die Zwischenablage kopieren und z.B. in Excel einfügen und dort weiterbearbeiten. Die nicht- tabellierten Daten in den Diagrammen können Sie über den Grafik-Editor in die Zwischenablage kopieren, wobei die jeweiligen Spaltentitel ebenfalls enthalten sind. -- Bitte bei genauer Untersuchung der Ergebnisse zu beachten: Als 'Gewicht' gegebene Vorlage-, Dosier- oder Entnahmemengen werden bei der Bilanzierung durchweg in 'Wahre-Massen' umgerechnet --

### • Einzelheiten zur Bestimmung der Grenzflächenspannung

Die Grenzflächenspannung wurde 63 Mal gemessen, die Nettodauer des Messablaufs betrug 4,1 Stunden, der Temperaturverlauf im gesamten Zeitraum: nicht immer isotherm bei 25,01°C. Die Streuung, als rel. Standardabweichung, der den Messwerten zugeordnete Temperatur, beträgt 1,0‰ (Mittelw.: 25,01±0,03°C)

Die Angabe des 'Temperaturverlaufs' stellt die während der Messung registrierte Temperaturveränderung dar (Maximalwert: 25,07°C, Minimalwert: 24,95°C). Dem hingegen bezieht sich die 'Streuung' auf den Verlauf der Temperatur zu Zeitpunkten der Messwerte.



62,0' : - Wasser hätte vorher auch im Messzelle Entfettet und heftig "gerührt" werden sollen (Wasserprobe wurde nur im Auswiegebehälter entfettet).

79,4' : Nullniveau-Fehler - Auslösung durch Platzen eines Bläschens am Stab (Verfahren sollte verbessert werden).

93,0' : Beim Ermitteln der Maximumlage bricht manchmal die Lamelle - dies wäre auch vorsichtiger einzustellen. Ansonsten, Pumpe etc. alles OK. Wss. Phase nicht trüber als zu Beginn.

96,4' : Jetzt war nach Zudosierung - beim Pulsrühren - ein trüber Schleier in der wss. Phase zu erkennen.

100,6' : der Scheier ist wie Rauch - eine sich drehende Rauchfahne.

104,4' : Lammelle jetzt sehr brüchig - ein Parabelbogen tritt nicht mehr auf!

107,7' : Die Zugstufen werden von 50 auf 25µm verringert, und die Max.Ermittlung vorsichtiger eingestellt. -- Es ist noch keine Phasenvermischung zu erkennen, keine Blasen, lkein Schaum.

115,0' : Nocheinmal manipuliert - empfindlicher

137,8' : Grenzfläche wird nicht mehr gespührt (ändern von 0.5 pro 8µm auf 0.25mg pro 8µm)

140,1' : Nocheinmal Verschärfen 0.2mG pro 12µm

155,2' : Lamelle ist jetzt deutlich stabiler. "Rauch" unverändert. Crème-artige, dünne Schicht an der GF!

247,6' : Vorlage leer (Schaumblasen [D=2-3mm] ) beenden...

Die zur Laufzeit der Messung vom Anwender eingegebenen Bemerkungen werden hier wiedergegeben, wobei am Anfang der Zeile der Meldungszeitpunkt als Minutenzahl angegeben ist.

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 Grenzflächenspannung. 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. Die Dreiecke zeigen jene Zeitpunkte an, zu welchen vom Prüfer die oben angegebenen Anmerkungen zu Protokoll gegeben wurden.

**Berechnung:** 'autoselect' (Harkins & Jordan), **Messring:** Ring N°1 - ohne Verwendung eines Korrekturfaktors .

Ringradius 9,54mm, Drahradius 0,185mm, Ausdehnungskoeffizient  $8,9 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ , Gefäßoberfläche 1452,2mm<sup>2</sup>.

**Zur Vorlagensubstanz:** Dichtedifferenz der beiden Phasen  $0,13492 \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$  (bei 25,01°C), die Dichten wurden zur jeweiligen Temperatur mit den Referenzfunktionen berechnet, bzw. aus dem jeweiligen Mischungsverhältnis zum Zeitpunkt.

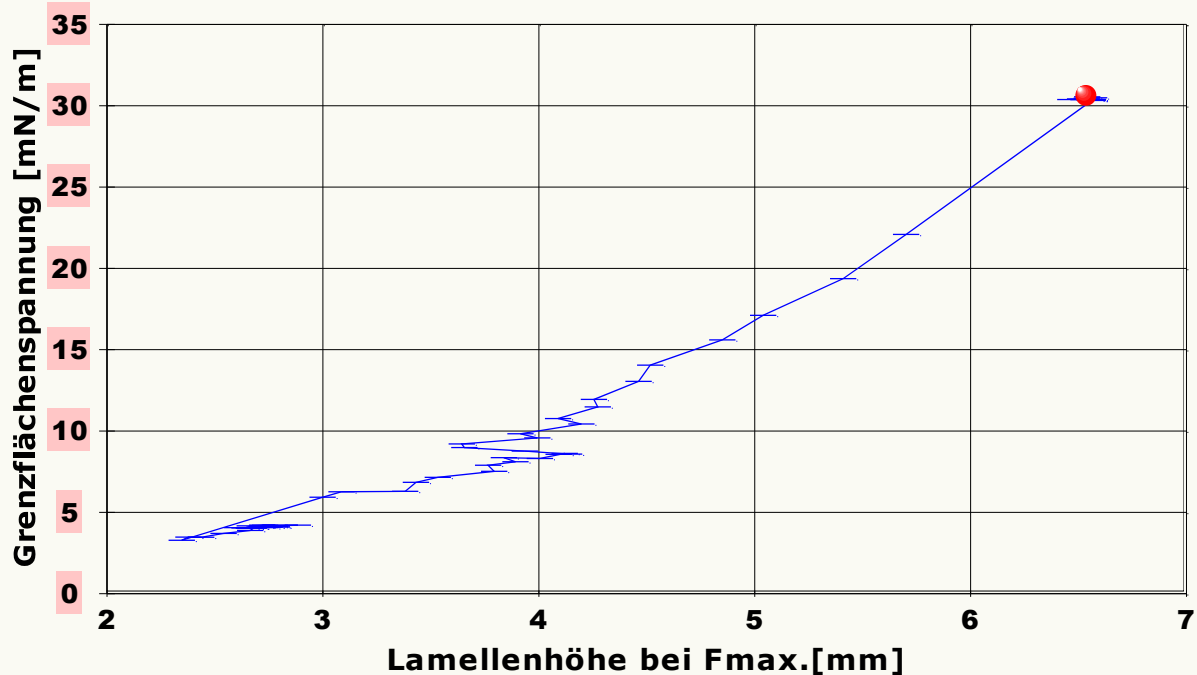
*Die geometrischen Angaben zum Messkörper beziehen sich auf 25°C; nur die wiedergegebenen Messkörperdaten werden in der Berechnung eingesetzt. Für einen Wertevergleich zu Resultaten der einfacheren Behelfsrechnungen (z.B. Zuidema & Waters) kann der entsprechende Algorithmus eingestellt werden. Für die Berechnung wird die genaue Dichtedifferenz der beiden Phasen benötigt. Die Berechnung der jeweiligen Dichte erfolgte aus den vorhandenen Referenzdaten (Wasser und Toluol) automatisch. Für die Dichtedifferenz wird die Gleichung  $ABS((0.885233 - 92.41E-5 \cdot [^{\circ}\text{C}]) - ((6.5592063E-05 \cdot [^{\circ}\text{C}]^5 - 1.1225639E-02 \cdot [^{\circ}\text{C}]^4 + 1.0026530 \cdot [^{\circ}\text{C}]^3 - 90.968893 \cdot [^{\circ}\text{C}]^2 + 679.48991 \cdot [^{\circ}\text{C}] + 9998425.9)/1E7))$  verwendet. Wenn dies nicht gewünscht ist, also mit einem Festwert gerechnet werden soll, wäre eine oder beide Flüssigkeiten umzubenennen z.B. in 'Wasser-Lot. xyz' und im Datenblatt entsprechende Werte anzugeben. Die Dichteänderung mit der Dosierung wird auf der Basis idealer Mischungen berechnet. Sollte mit den Dosierschritten die automatische Dichteberechnung der Mischung nicht erfolgen, sind die Zugaben als 'unlöslicher Stoff' zu kennzeichnen.*

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

N°	t [min]	T [°C]	$\gamma$ [mN·m <sup>-1</sup> ]	H[mm]	$\tau_{\text{rel.}}$ [s]	$\rho_{\Delta}$ [g·cm <sup>-3</sup> ]
1.	5,3	25,06	30,55	6,54	59,4	0,1350
2.	7,1	25,04	30,42	6,51	57,0	0,1349
3.	10,2	25,07	30,49	6,57	57,1	0,1350
4.	12,2	25,03	30,32	6,57	77,1	0,1349
5.	20,6	24,99	30,46	6,54	66,4	0,1349
6.	22,0	25,02	30,39	6,57	62,8	0,1349
7.	23,7	25,03	30,38	6,46	59,1	0,1349
8.	25,8	25,05	30,38	6,55	61,4	0,1350
9.	27,6	25,06	30,36	6,55	57,8	0,1350
10.	29,2	25,03	30,36	6,57	61,6	0,1349
11.	33,0	25,01	22,09	5,70	33,6	0,1349
12.	35,5	24,98	19,37	5,41	40,7	0,1349
13.	38,0	25,01	17,12	5,04	23,8	0,1349
14.	40,4	25,02	15,60	4,85	34,2	0,1349
15.	43,0	24,98	14,05	4,52	41,6	0,1349
16.	46,0	25,00	13,05	4,46	28,4	0,1349
17.	49,0	25,04	11,94	4,26	55,6	0,1349
18.	51,2	25,06	11,48	4,27	27,7	0,1350
19.	53,6	25,00	10,77	4,09	28,5	0,1349
20.	55,7	25,02	10,43	4,20	30,9	0,1349
21.	58,1	25,03	9,83	3,92	29,1	0,1349
22.	60,2	24,99	9,58	3,99	28,9	0,1349
23.	63,9	24,97	9,21	3,64	19,6	0,1349
24.	65,9	25,00	8,98	3,66	20,1	0,1349
25.	67,8	25,06	8,77	3,94	29,1	0,1350
26.	69,7	25,05	8,58	4,14	32,7	0,1350
27.	72,0	25,00	8,57	4,09	33,5	0,1349
28.	74,3	25,02	8,62	4,12	39,1	0,1349
29.	77,9	25,00	8,31	4,01	87,2	0,1349
30.	81,6	24,96	8,36	3,84	35,6	0,1349
31.	83,7	24,96	8,11	3,89	32,4	0,1349
32.	86,0	25,04	7,90	3,77	31,7	0,1349
33.	88,3	25,03	7,52	3,79	34,8	0,1349
34.	90,5	24,97	7,15	3,53	25,5	0,1349
35.	94,0	24,99	6,84	3,43	26,5	0,1349
36.	97,4	25,00	6,29	3,38	37,6	0,1349
37.	99,6	25,01	6,27	3,09	24,5	0,1349
38.	102,5	25,02	5,93	3,00	31,0	0,1349
39.	145,3	25,01	3,28	2,35	122,6	0,1349
40.	150,9	25,01	3,48	2,38	105,0	0,1349
41.	157,3	25,00	3,47	2,44	107,9	0,1349
42.	161,3	25,00	3,70	2,54	101,2	0,1349
43.	165,3	25,04	3,89	2,66	107,6	0,1349
44.	169,3	25,03	4,03	2,68	104,2	0,1349
45.	172,9	25,02	4,13	2,78	89,7	0,1349
46.	176,9	25,01	4,16	2,73	101,7	0,1349
47.	180,4	25,01	4,21	2,88	96,3	0,1349
48.	184,4	25,01	4,21	2,72	113,1	0,1349
49.	188,0	25,02	4,21	2,73	92,1	0,1349
50.	191,8	25,04	4,21	2,78	100,5	0,1349
51.	195,3	25,02	4,20	2,72	90,9	0,1349
52.	199,5	25,01	4,17	2,66	106,7	0,1349
53.	203,9	25,02	4,15	2,72	106,8	0,1349
54.	207,9	25,01	4,13	2,77	102,4	0,1349
55.	212,0	24,99	4,11	2,71	99,3	0,1349
56.	216,2	24,99	4,09	2,71	107,8	0,1349
57.	220,5	24,97	4,09	2,75	114,2	0,1349
58.	224,8	24,99	4,06	2,73	112,3	0,1349

59.	229,1	24,97	4,04	2,68	103,7	0,1349
60.	233,6	25,01	4,04	2,64	113,7	0,1349
61.	237,6	25,00	4,02	2,66	101,8	0,1349
62.	241,6	25,02	4,06	2,60	97,0	0,1349
63.	245,5	25,05	4,10	2,79	106,4	0,1350

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



Das Chart, "Lamellenhöhe", zeigt die Grenzflächenspannung in Abhängigkeit von der Lamellenhöhe. Die Abhängigkeit ist in der Regel über einen größeren  $\gamma$ -Bereich linear, sie zeigt durch Abweichungen Sonderfälle im Verhalten an (Dieser Effekt wird nicht interpretiert). Streuungen, jedenfalls, können auf eine unruhige Umgebung hindeuten bzw. auf eine zu grob oder zu fein gewählte Einstellung der Null-Niveauermittlung im Messprogramm.

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

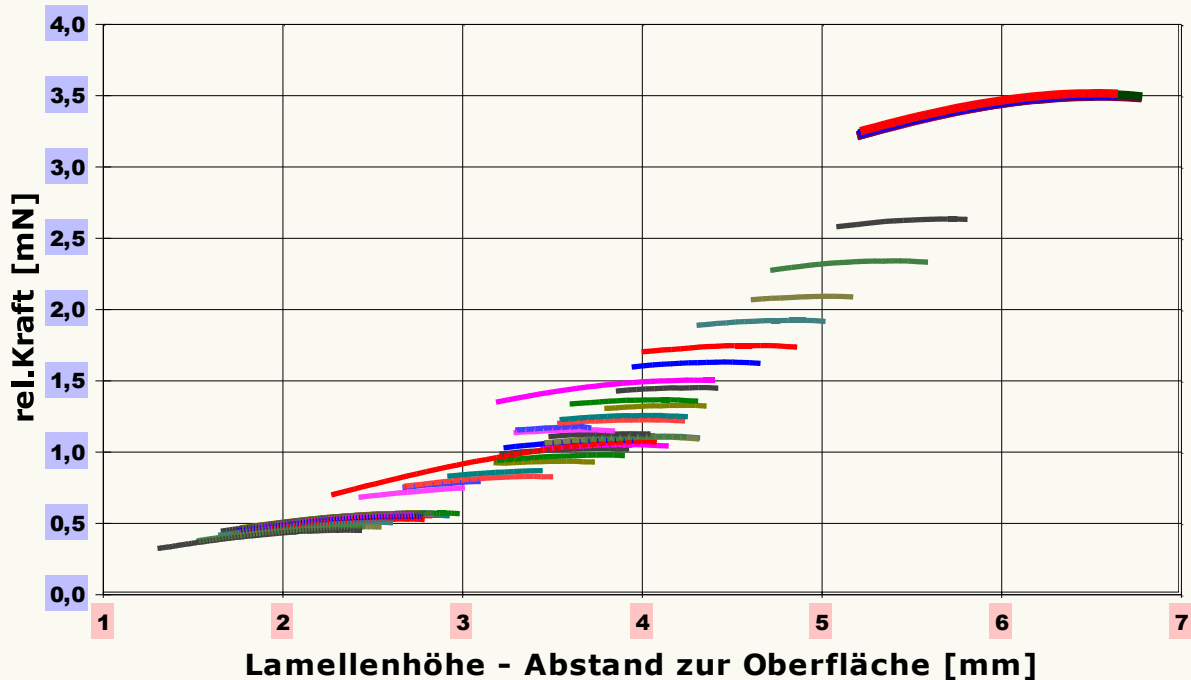
N°	F <sub>max.</sub> [mN]	F <sub>bz.</sub> [mN]	f <sub>k</sub>	v <sub>z</sub> [mm·s <sup>-1</sup> ]	⊙[mm]	t <sub>0</sub> [s]	Ω <sub>k</sub>
1.	3,4725	-0,0441	1,042 h‡	0,019	-	-	1pS
2.	3,4651	-0,0383	1,041 h‡	0,02	-	-	1pS
3.	3,4683	-0,0422	1,041 h‡	0,021	-	-	1pS
4.	3,4575	-0,0363	1,041 h‡	0,016	-	-	1pS
5.	3,4724	-0,0353	1,041 h‡	0,018	-	-	1pS
6.	3,4673	-0,0334	1,041 h‡	0,019	-	-	1pS
7.	3,4651	-0,0343	1,041 h‡	0,019	-	-	1pS
8.	3,4635	-0,0363	1,041 h‡	0,02	-	-	1pS
9.	3,4642	-0,0334	1,041 h‡	0,021	-	-	1pS
10.	3,4650	-0,0324	1,041 h‡	0,02	-	-	1pS
11.	2,6138	-0,0206	1,005 h	0,017	-	-	1pS
12.	2,3240	-0,0167	0,9921 h	0,017	-	-	1pS
13.	2,0810	-0,0118	0,9805 h	0,018	-	-	1pS
14.	1,9122	-0,0108	0,9728 h	0,016	-	-	1pS
15.	1,7396	-0,0069	0,9645 h	0,016	-	-	1pS
16.	1,6264	-0,0059	0,9586 h	0,017	-	-	1pS
17.	1,5024	-0,0029	0,9512 h	0,017	-	-	1pS
18.	1,4498	-0,0010	0,9488 h	0,017	-	-	1pS
19.	1,3651	-0,0010	0,9450 h	0,019	-	-	1pS
20.	1,3288	0,0020	0,9426 h	0,016	-	-	1pS
21.	1,2561	0,0000	0,9384 h	0,017	-	-	1pS
22.	1,2297	0,0039	0,9364 h	0,017	-	-	1pS
23.	1,1778	-0,0039	0,9340 h	0,017	-	-	1pS
24.	1,1548	0,0000	0,9324 h	0,019	-	-	1pS
25.	1,1301	0,0010	0,9307 h	0,015	-	-	1pS

26.	1,1180	0,0108	0,9291 h	0,015	-	-	1pS
27.	1,1064	0,0010	0,9290 h	0,019	-	-	1pS
28.	1,1150	0,0029	0,9295 h	0,016	-	-	1pS
29.	1,0784	0,0029	0,9268 h	0,018	-	-	2pS
30.	1,0849	0,0039	0,9272 h	0,018	-	-	1pS
31.	1,0652	0,0137	0,9249 h	0,015	-	-	1pS
32.	1,0392	0,0137	0,9230 h	0,017	-	-	1pS
33.	0,9986	0,0186	0,9202 h	0,017	-	-	1pS
34.	0,9558	0,0206	0,9169 h	0,017	-	-	1pS
35.	0,9251	0,0275	0,9139 h	0,018	3,431	26,5	1pSx
36.	0,8607	0,0304	0,9087 h	0,018	3,489	42,9	1pS
37.	0,8594	0,0324	0,9084 h	0,016	3,086	24,5	1pSx
38.	0,8231	0,0373	0,9045 h	0,017	2,998	31,0	1pSx
39.	0,5222	0,0687	0,8682 h	0,008	-	-	1pS
40.	0,5481	0,0697	0,8719 h	0,008	-	-	1pS
41.	0,5534	0,0765	0,8716 h	0,008	-	-	1pS
42.	0,5864	0,0795	0,8759 h	0,008	-	-	1pS
43.	0,6119	0,0814	0,8786 h	0,008	-	-	1pS
44.	0,6330	0,0844	0,8802 h	0,009	-	-	1pS
45.	0,6470	0,0853	0,8817 h	0,009	-	-	1pS
46.	0,6536	0,0883	0,8821 h	0,009	-	-	1pS
47.	0,6611	0,0893	0,8828 h	0,009	-	-	1pS
48.	0,6615	0,0903	0,8827 h	0,008	-	-	1pS
49.	0,6636	0,0922	0,8828 h	0,009	-	-	1pS
50.	0,6645	0,0932	0,8827 h	0,009	-	-	1pS
51.	0,6652	0,0942	0,8827 h	0,009	-	-	1pS
52.	0,6637	0,0971	0,8822 h	0,008	-	-	1pS
53.	0,6627	0,0981	0,8820 h	0,008	-	-	1pS
54.	0,6617	0,1001	0,8817 h	0,008	-	-	1pS
55.	0,6597	0,1010	0,8814 h	0,008	-	-	1pS
56.	0,6593	0,1030	0,8811 h	0,008	-	-	1pS
57.	0,6593	0,1030	0,8811 h	0,008	-	-	1pS
58.	0,6585	0,1059	0,8807 h	0,008	-	-	1pS
59.	0,6576	0,1069	0,8805 h	0,009	-	-	1pS
60.	0,6582	0,1079	0,8804 h	0,008	-	-	1pS
61.	0,6581	0,1099	0,8802 h	0,008	-	-	1pS
62.	0,6635	0,1109	0,8807 h	0,008	-	-	1pS
63.	0,6704	0,1128	0,8812 h	0,008	-	-	1pS

Zur Tabelle: Mit  $F_{max}$ , den der Berechnung zu Grunde liegenden, korrigieren 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 Grenzflächenspannung 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 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 '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  $\varnothing$  die Bruchhöhe an und  $t_{\varnothing}$  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 53993 - zur Bestimmung der Grenzflächenspannung - 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.

#### • Meldungen

1. Bei dieser Messung wurde bei der Dichtedifferenz der Phasen nicht die Dichteänderung durch Konzentrationsänderungen berechnet.
2. Verwechslung der Phasen bei den Angaben ('leichte Phase dichter als die schwere Phase') ... führt jedoch zu keinem Berechnungskonflikt.
3. Bei den folgenden Messkurven traten Störungen auf, so dass für diese Werte kein Ergebnis angegeben werden kann!0. Zeit 75,9 min: keine verwertbare Messkurve (zu wenig Datenpunkte)1. Zeit 104,6 min: Kraftmaximum nicht angenähert2. Zeit 110,4 min: Kraftmaximum nicht angenähert3. Zeit 116,3 min: Kraftmaximum nicht angenähert4. Zeit 119,7 min: Kraftmaximum nicht angenähert.

'Meldungen': treten Sonderfälle auf, die sich mit der Auswertung herausstellen, werden diese von der Software detektiert und hier zur Rückkopplung ausgegeben. Die Hinweise dienen zur Abstimmung und Korrektur der Abläufe und Angaben bzw. können bei der Bewertung und Einordnung der Ergebnisse helfen.

In diesem Bericht werden nicht alle verfügbaren Diagramme ausgegeben. Sie können die Ausgabe der Grafiken durch Aktivierung der entsprechenden "Checkboxen" (unter der Registerkarte "Optionen") bewirken.

**Nicht angezeigte Charts:** Diagramm 2, "Temperaturdiagramm", zeigt die Messwerte der Grenzflächenspannung in Temperaturabhängigkeit an. Je nach den gewählten Messumständen bzw. Einstellungen können Temperaturabhängigkeit mit Referenzvergleichen abgebildet werden und sogar auch thermisch/kalorische Effekte zum Ausdruck kommen. Mit Diagramm 3, "Zeitabhängigkeit", werden die Messwerte der Grenzflächenspannung in ihrer zeitlichen Verlaufsform angezeigt. Bei isothermen Bedingungen - und längeren Messzyklen - können ausgedehnte Mittelwerte erhalten werden oder Stabilität bzw. Instabilität bei den Messbedingungen zur Anzeige kommen. Der temperaturkompensierte Verlauf der Referenz zu "Wasser" kann parallel zu den Messwerten hier angezeigt werden. Im Chart Nr.4, "Abweichungsdiagramm", wird die (temperaturkompensierte) Abweichung der einzelnen Messwerte zum Referenzwert in zeitlicher Reihe angezeigt. Bei einem gesetzmäßigen Verlauf der Änderung wird eine entsprechende lineare oder quadratische Regressionsgleichung ausgegeben. Im Chart Nr.6, "Geschwindigkeitsdiagramm", kann die Geschwindigkeitsabhängigkeit der Messwerte dargestellt werden. Ein Aussagegehalt ist dann vorhanden, wenn verschiedene dynamische und/oder halbdynamische und/oder halbstatistische Zuggeschwindigkeiten zur Anwendung gekommen sind.

**Berichtseinstellungen - aktivierte Ausgabeeinstellungen:** Erläuterungstexte, Detaillierte Ergebnisse, Allgemeine Angaben, Vergleichsanalyse, Bearbeitungshinweise, formatierte Tabellen, Prüfmittelüberwachung, Online-Protokoll, Status und Ausführungshinweise, Berichtseinstellungen, Authentifizierungen.

**Beschränkte Informationsausgabe durch negierte Optionen:** Datenbankvorschläge anzeigen, alternative Einheiten, Zusatzinformationen, Audit-Trail werden nicht angezeigt.

**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 (Falsifizierbarkeit). Vollständigkeit ist Voraussetzung für die Kontrollierbarkeit und Haltbarkeit der Resultate und abgeleiteter Aussagen. 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 den Daten erzeugt und benötigen daher sehr wenig Speicherplatz in der Datenbank]. Gleichwohl, bei Routinemessungen und/oder für die evtl. parallel noch papieren geführte Ablage, können Prüfberichte durch entsprechende Einstellungen der Formatier- und Ausgaboptionen oder durch manuelle Veränderung der Vorlage auf das Wesentlich eingekürzt und ausgedruckt werden. Das ganze 'File' inklusive der "Grund-Rohdaten" ist stets über die ID (hier Nummer 6952, Datenbank Opti13) auffindbar und als Referenz oder Vergleich nutzbar. Ggf. nachfolgende ausgegebene Informationen enthalten, je nach Einstellungen und Berichtsvorlage (= formal-i2), verschieden detaillierte Begleitinformationen, wie die Angaben zur Ausführung der Messung, den Audit-Trail und Hinweise zur Prüfmittelüberwachung.

## Programm

Für diese Messung wurde das Messprogramm "**CMC\_GFS-Dodecylsulfat**" ausgeführt. Zeitraum der Messung, am 18.09.05 zwischen 23:08:47 und 03:16:27, Laufzeit 247,7 Minuten. Eine Ablaufdokumentation wurde nicht aufgezeichnet. Auf ein zusätzliches Protokoll wurde auch verzichtet. Die Messung wurde programmgemäß ausgeführt. Das Ergebnis wurde erstmals am 19.09.05 um 03:28 zur Ansicht gebracht.

## Prüfmittel

Die Wägeeinheit (WZ224-CW) wurde zuletzt 1,2 Minuten nach dem Beginn 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>\*)</sup> 0,2mg, Dichte der Justiermasse<sup>\*)</sup> 8,000 g/cm<sup>3</sup>, Luftdichte<sup>\*)</sup> 1,2kg/m<sup>3</sup>, Umrechnungen von Masse nach Kraft mit dem Wert 9,81m/sec<sup>2</sup> für die Fallbeschleunigung<sup>\*)</sup>. Die Messauflösung der Temperaturmessung beträgt 0,01K, die Unsicherheit<sup>\*)</sup> 0,03K. imeter-Softwareversion 4.1.100, LizenzN° \*3037-4759\*, Windows 5.1- Betriebssystem auf PC Ser.N°143431694 (C, iTop).

<sup>\*)</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 zurückgenommen und erneut berechnet werden.



Bericht erstellt von imeter

„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 Eigenschaftserfahrungen. -- 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!