

## Oberflächenspannung/CMC: „Thesit“ fein abgetastet

Klassische CMC-Messung.


**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 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 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).*

automatischer Bericht (620882S16312B), imeter/MSB, Augsburg am 13.02.06

imeter V.4.10 

### **ID N° 6948 - Oberflächenspannung / CMC**

ausgeführt am Dienstag, 06 September 2005, von imeter

**Titel:** Polydocanol, N°1

**Bemerkung:**

*Polydocanol/Thesit: verdünnte Stammlösung (0.27g/L) - Vorlage 49,573g, Oberflächen-Entfettung zu Beginn.*

**Messung:** CMC-Bestimmung in 'Wasser'

**Ergebnis:**  $CMC_{24,99^{\circ}C} = 0,059mg \cdot cm^{-3}$ ,  $\gamma_{CMC} = 29,83mN \cdot m^{-1}$

### **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:** < **Sehr feine Abtastung. Die "Lamellenhärte" bei der CMC tritt nicht mehr auf.**

*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 Oberflächenspannung 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 0,059mg/cm<sup>3</sup>) wird das Dosis-Wirkungsverhältnis im Bezug auf die Oberflächenspannung 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-Polydocanol' - der 'Normalmethode' zu dieser Messung, sind dazu die Handhabungen niedergelegt.

### • Zur Bestimmung des CMC-Wertes

Die CMC, 0,0586 mg/cm<sup>3</sup> bei der Temperatur 24,99 ± 0,03°C, wurde über den Differenzenquotient  $\Delta\gamma/\Delta\ln(c)$  ermittelt. Aus dem Werteverlauf wurde sie als Oberflächenspannungs-Minimum (Nulldurchgang von  $d\gamma/d\ln(c)$ ) ermittelt.

#### Dosis und Wirkung:

Adsorptionsbereich : 0,00048 ... 0,013mg/cm<sup>3</sup>,  
 $\gamma = f(C_{[mg/cm^3]}) = 25,91 - 0,4561 \cdot \ln(c) + 0,6853 \cdot \ln(c)^2$   $r^2=0,9940$   
Steigung der Adsorptionsisotherme  $d\gamma/d\ln(C)$ :  
bei  $C_{100}^{CMC} - 10,7$ , bei  $C_{10}^{CMC} - 7,50$ , bei  $C_{4}^{CMC} - 6,24$ , bei  $C_{2}^{CMC} - 5,29$

Sättigungsbereich : 0,10 ... 0,11mg/cm<sup>3</sup>,  
 $\gamma = f(C_{[mg/cm^3]}) = 32,24 + 0,9136 \cdot \ln(c)$   $r^2=0,952$

Charakteristische Werte der Oberflächenspannung:

- CMC : 29,83mN/m 0,059mg/cm<sup>3</sup> 1,0·CMC
- C<sub>Max.</sub> : 30,24mN/m 0,11mg/cm<sup>3</sup> 1,9·CMC
- $\gamma_{min.}$  : 29,80mN/m 0,062mg/cm<sup>3</sup> 1,1·CMC

Nachfolgend sind die Randbedingungen der Messung zusammengefasst.

**Vorlage:** Wasser, Masse 49,625g, angegeben wurde der Wägewert 49,573g, Volumen 49,7718cm<sup>3</sup>, Dichte 0,997051g/cm<sup>3</sup>. Die Dichte bei 24,99°C wurde über den Datenbankeintrag 'Wasser' zur Temperatur ermittelt.

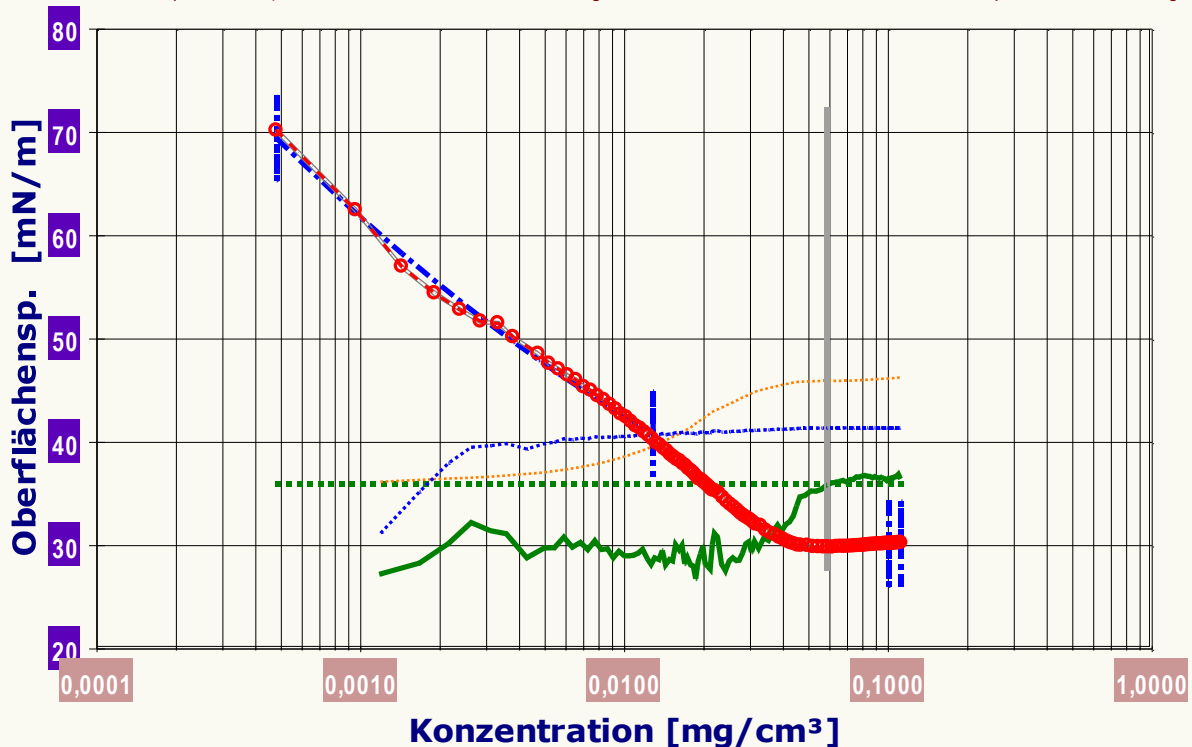
**Zudosierung:** Polydocanol (1), 110 Zugaben.

Wirkstoffkonzentration 0,27051 ± 3,7E-2mg/cm<sup>3</sup>, Dichte 0,9970454g/cm<sup>3</sup>, aus Datenbankeintrag für wasser ermittelt. Temperaturangabe der Dosierung zur jeweiligen Ablesung 24,99±0,02°C. Als gravimetrische Zugabe, automatische Dosierung.

**Mengenbilanz:** Dosiermenge 35,12g, 35,22cm<sup>3</sup>, Vorlagenmasse am Ende 84,7405g bzw. 84,99 ± 0,56cm<sup>3</sup>, darin enthaltene Wirkstoffmenge: 9,52717mg.

**Konzentrationsbereich der Messung:** 480ppb - 0,11‰ (m/m), Endkonzentration 0,11210 ± 0,00007mg/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. Der CMC-Wert wird durch Interpolation ermittelt, er fällt nicht immer genau mit dem Minimalwert der Oberflächenspannung zusammen. Ein Unterschied von CMC und der Konzentration bei  $\gamma_{min.}$  kann dabei auftreten. 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 **Konzentrationsverlauf** fasst das Ergebnis der Messung durch die Darstellung der Oberflächenspannung gegen die Konzentration zusammen. Die Kreismarken zeigen die jeweiligen (Mittel-)Werte der Oberflächenspannung 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 differentiellen 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 Konzentrationsspanweiten 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 Oberflächenspannung wichtige Angabe,  $\gamma = 72,08\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$ , die im Mittel für 2,7 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.	---	---	---	-2,7 (5)	72,08	0 0	<49,77cm <sup>3</sup> >
2.	0,0882	1,1%	6,6	1,5	70,16	4,80E-4 1,0%	480ppb
3.	0,0882	1,1%	8,3	1,6	62,45	9,59E-4 0,73%	0,96ppm
4.	0,0882	1,1%	10,0	1,5	56,99	1,44E-3 0,60%	1,4ppm
5.	0,0882	1,1%	11,7	1,6	54,40	1,91E-3 0,52%	1,9ppm
6.	0,0882	1,1%	13,4	1,5	52,81	2,38E-3 4,7‰	2,4ppm
7.	0,0882	1,1%	15,1	1,5	51,69	2,86E-3 4,3‰	2,9ppm
8.	0,0882	1,1%	16,8	1,5	51,51	3,33E-3 3,9‰	3,3ppm
9.	0,0882	1,1%	18,4	1,4	50,16	3,79E-3 3,7‰	3,8ppm
10.	0,0882	1,1%	20,0	---	---	4,26E-3 3,5‰	4,3ppm
11.	0,0882	1,1%	21,5	1,4	48,55	4,73E-3 3,3‰	4,7ppm
12.	0,0882	1,1%	23,1	1,4	47,60	5,19E-3 3,2‰	5,2ppm
13.	0,0882	1,1%	24,7	1,4	47,04	5,65E-3 3,0‰	5,7ppm
14.	0,0882	1,1%	26,3	1,4	46,47	6,11E-3 2,9‰	6,1ppm
15.	0,0882	1,1%	27,9	1,4	46,01	6,57E-3 2,8‰	6,6ppm
16.	0,0882	1,1%	29,5	1,4	45,32	7,03E-3 2,7‰	7,0ppm
17.	0,0882	1,1%	31,1	1,4	44,98	7,48E-3 2,6‰	7,5ppm
18.	0,0882	1,1%	32,6	1,4	44,45	7,94E-3 2,6‰	8,0ppm
19.	0,0882	1,1%	34,2	1,4	44,07	8,39E-3 2,5‰	8,4ppm
20.	0,0882	1,1%	35,8	1,4	43,61	8,84E-3 2,4‰	8,9ppm
21.	0,0882	1,1%	37,4	1,5	43,18	9,29E-3 2,4‰	9,3ppm
22.	0,0882	1,1%	39,0	1,4	42,69	9,74E-3 2,3‰	9,8ppm
23.	0,0882	1,1%	40,6	1,4	42,41	0,0102 2,3‰	10ppm
24.	0,0882	1,1%	42,2	1,4	41,96	0,0106 2,2‰	11ppm
25.	0,0882	1,1%	43,8	1,4	41,54	0,0111 2,2‰	11ppm
26.	0,0882	1,1%	45,4	1,5	41,30	0,0115 2,1‰	12ppm
27.	0,0882	1,1%	47,0	1,4	40,94	0,0120 2,1‰	12ppm
28.	0,0882	1,1%	48,6	1,5	40,62	0,0124 2,0‰	12ppm
29.	0,0882	1,1%	50,3	1,5	40,28	0,0128 2,0‰	13ppm
30.	0,0882	1,1%	51,9	1,4	39,90	0,0133 2,0‰	13ppm
31.	0,0882	1,1%	53,5	1,5	39,69	0,0137 1,9‰	14ppm
32.	0,0882	1,1%	55,1	1,4	39,37	0,0141 1,9‰	14ppm
33.	0,0882	1,1%	56,7	1,4	39,12	0,0146 1,9‰	15ppm
34.	0,0882	1,1%	58,3	1,4	38,78	0,0150 1,9‰	15ppm
35.	0,0882	1,1%	59,9	1,4	38,54	0,0154 1,8‰	15ppm
36.	0,0882	1,1%	61,5	1,5	38,30	0,0158 1,8‰	16ppm
37.	0,0882	1,1%	63,2	1,5	38,15	0,0163 1,8‰	16ppm
38.	0,0882	1,1%	64,8	1,5	37,88	0,0167 1,8‰	17ppm
39.	0,0882	1,1%	66,4	1,5	37,71	0,0171 1,7‰	17ppm
40.	0,0882	1,1%	68,1	1,5	37,40	0,0175 1,7‰	18ppm
41.	0,0882	1,1%	69,8	1,5	37,21	0,0180 1,7‰	18ppm
42.	0,0882	1,1%	71,4	1,5	36,98	0,0184 1,7‰	18ppm
43.	0,0882	1,1%	73,1	1,5	36,69	0,0188 1,7‰	19ppm
44.	0,0882	1,1%	74,8	1,5	36,41	0,0192 1,6‰	19ppm
45.	0,0882	1,1%	76,4	1,4	36,34	0,0196 1,6‰	20ppm
46.	0,0882	1,1%	78,0	1,4	36,13	0,0200 1,6‰	20ppm
47.	0,0882	1,1%	79,6	2,8	35,93	0,0205 1,6‰	21ppm
48.	0,0882	1,1%	82,5	1,5	35,73	0,0209 1,6‰	21ppm
49.	0,0882	1,1%	84,2	1,8	35,51	0,0213 1,6‰	21ppm
50.	0,0882	1,1%	86,2	2,5	35,31	0,0217 1,6‰	22ppm
51.	0,0882	1,1%	89,1	2,7	35,29	0,0221 1,5‰	22ppm
52.	0,1765	0,57%	92,6	3,3	35,04	0,0229 1,5‰	23ppm
53.	0,1765	0,57%	96,0	1,5	34,62	0,0237 1,5‰	24ppm
54.	0,1765	0,57%	97,7	1,5	34,26	0,0245 1,4‰	25ppm
55.	0,1765	0,57%	99,4	1,5	33,95	0,0253 1,4‰	25ppm
56.	0,1765	0,57%	101,2	1,5	33,69	0,0261 1,4‰	26ppm
57.	0,1765	0,57%	102,9	1,5	33,40	0,0269 1,3‰	27ppm
58.	0,1765	0,57%	104,6	1,5	33,10	0,0276 1,3‰	28ppm
59.	0,1765	0,57%	106,3	1,4	32,87	0,0284 1,3‰	28ppm

60.	0,1765	0,57%	108,0	1,5	32,68	0,0292	1,2‰	29ppm
61.	0,1765	0,57%	109,6	1,4	32,50	0,0299	1,2‰	30ppm
62.	0,1765	0,57%	111,3	1,5	32,31	0,0307	1,2‰	31ppm
63.	0,1765	0,57%	112,9	1,4	32,04	0,0315	1,2‰	32ppm
64.	0,3529	0,71%	114,6	2,7	31,90	0,0329	1,2‰	33ppm
65.	0,3529	0,71%	117,6	1,5	31,45	0,0344	1,1‰	35ppm
66.	0,3529	0,71%	119,4	1,5	31,16	0,0359	1,1‰	36ppm
67.	0,3529	0,71%	121,1	1,6	31,00	0,0373	1,1‰	37ppm
68.	0,3529	0,71%	123,0	1,5	30,75	0,0387	1,1‰	39ppm
69.	0,3529	0,71%	124,7	1,6	30,58	0,0401	1,1‰	40ppm
70.	0,3529	0,71%	126,5	1,5	30,37	0,0415	1,0‰	42ppm
71.	0,3529	0,71%	128,2	1,5	30,23	0,0429	1,0‰	43ppm
72.	0,3529	0,71%	130,0	1,5	30,11	0,0443	1,0‰	44ppm
73.	0,3529	0,71%	131,8	1,5	29,99	0,0456	1,0‰	46ppm
74.	0,3529	0,71%	133,5	1,5	29,98	0,0469	0,99‰	47ppm
75.	0,7058	0,71%	135,3	1,6	29,96	0,0495	0,96‰	50ppm
76.	0,7058	0,71%	137,3	1,6	29,85	0,0520	0,93‰	52ppm
77.	0,7058	0,71%	139,1	1,6	29,84	0,0545	0,91‰	55ppm
78.	0,7058	0,71%	141,1	1,6	29,83	0,0570	0,88‰	57ppm
79.	0,7058	0,71%	143,0	1,6	29,82	0,0593	0,87‰	60ppm
80.	0,7058	0,71%	144,9	1,6	29,80	0,0616	0,85‰	62ppm
81.	0,7058	0,71%	146,9	1,6	29,85	0,0639	0,83‰	64ppm
82.	0,7058	0,71%	148,8	1,6	29,87	0,0661	0,82‰	66ppm
83.	0,7058	0,71%	150,7	1,6	29,86	0,0683	0,81‰	69ppm
84.	0,7058	0,71%	152,6	1,6	29,87	0,0704	0,80‰	71ppm
85.	0,7058	0,71%	154,6	1,6	29,89	0,0725	0,78‰	73ppm
86.	0,7058	0,71%	156,5	1,6	29,91	0,0746	0,77‰	75ppm
87.	0,7058	0,71%	158,4	1,7	29,94	0,0766	0,77‰	77ppm
88.	0,7058	0,71%	160,4	1,6	29,96	0,0785	0,76‰	79ppm
89.	0,7058	0,71%	162,3	1,6	29,97	0,0804	0,75‰	81ppm
90.	0,7058	0,71%	164,2	1,7	29,99	0,0823	0,74‰	83ppm
91.	0,7058	0,71%	166,3	1,6	30,03	0,0842	0,74‰	84ppm
92.	0,7058	0,71%	168,3	1,6	30,05	0,0860	0,73‰	86ppm
93.	0,7058	0,71%	170,2	1,6	30,06	0,0877	0,72‰	88ppm
94.	0,7058	0,71%	172,1	1,6	30,07	0,0895	0,72‰	90ppm
95.	0,7058	0,71%	174,1	1,6	30,09	0,0912	0,71‰	91ppm
96.	0,7058	0,71%	176,0	1,7	30,11	0,0929	0,71‰	93ppm
97.	0,7058	0,71%	178,1	1,6	30,10	0,0945	0,70‰	95ppm
98.	0,7058	0,71%	180,0	1,6	30,13	0,0961	0,70‰	96ppm
99.	0,7058	0,71%	182,0	1,6	30,14	0,0977	0,70‰	98ppm
100.	0,7058	0,71%	184,0	1,6	30,16	0,0993	0,69‰	100ppm
101.	0,7058	0,71%	186,0	1,6	30,16	0,101	0,69‰	0,10‰
102.	0,7058	0,71%	188,0	1,7	30,16	0,102	0,68‰	0,10‰
103.	0,7058	0,71%	190,0	1,7	30,16	0,104	0,68‰	0,10‰
104.	0,7058	0,71%	192,0	1,7	30,17	0,105	0,68‰	0,11‰
105.	0,7058	0,71%	194,1	1,7	30,19	0,107	0,68‰	0,11‰
106.	0,7058	0,71%	196,1	1,7	30,21	0,108	0,67‰	0,11‰
107.	0,7058	0,71%	198,2	1,7	30,22	0,109	0,67‰	0,11‰
108.	0,7058	0,71%	200,3	1,7	30,24	0,111	0,67‰	0,11‰
109.	0,7058	0,71%	202,3	1,7	30,24	0,112	0,67‰	0,11‰

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.  $t_c$ ) des Vorgangs im Bezug auf den Start der Messung. Die nächste Spalte zeigt die Dauer zwischen dem Dosierzeitpunkt und dem nachfolgendem Messwert an (5.  $\Delta t_i$ ) und den zugehörigen Wert der Oberflächenspannung 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 Kalibriergewichtsdichte jeweils in wahre Massen umgerechnet. Die letzte Spalte gibt die Konzentration als Massen-Mischungsverhältnis (**m/m**) an.

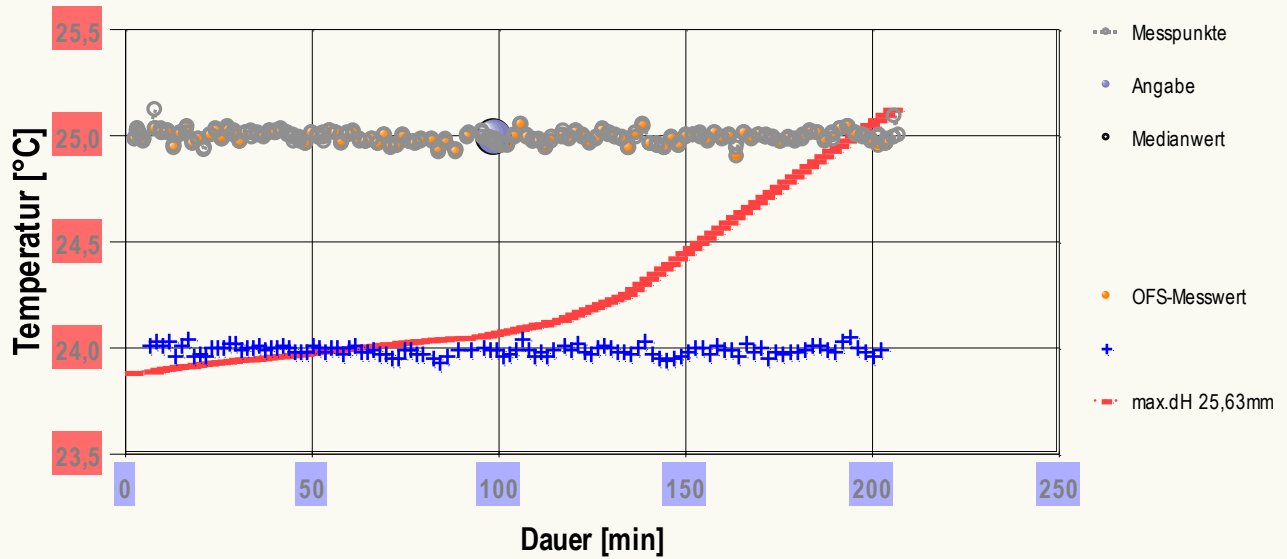
**Besonderheiten:** Spalte 5.,  $\Delta t_i$ , dem zeitlichen Abstand von Dosierung und 'Wirkungsmessung', zeigt in der ersten Zeile den zeitlichen Mittelwert der Messzeiten vor der Dosierung und ggf. in Klammern wieviele Messungen dazu stattfanden. -  $\gamma$  gibt hier Mittelwerte an (Einzelheiten 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  $\Delta t_i$  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 I'-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 Spaltenüberschriften 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 Oberflächenspannung

Die Oberflächenspannung wurde 112 Mal gemessen, die Nettodauer des Messablaufs betrug 3,4 Stunden, der Temperaturverlauf im gesamten Zeitraum: nicht immer isotherm bei 24,99°C. Die Streuung, als rel. Standardabweichung, der den Messwerten zugeordnete Temperatur, beträgt 1,1‰ (Mittelw.: 24,99±0,03°C)

Die Angabe des 'Temperaturverlaufs' stellt die während der Messung registrierte Temperaturveränderung dar (Maximalwert: 25,12°C, Minimalwert: 24,9°C). Dem hingegen bezieht sich die 'Streuung' auf den Verlauf der Temperatur zu Zeitpunkten der Messwerte.



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:** Ring N°1, Korrekturfaktor 1,0021.

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

**Zur Vorlagensubstanz:** Dichte  $0,997051 \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$  (bei 24,99°C); die Dichte wird zur jeweiligen Temperatur mit der Referenzfunktion berechnet, wobei das Mischungsverhältnis der Komponenten und die sich daraus ergebende Dichte - idealer Mischungen - ebenfalls berücksichtigt ist.

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 (Wasser) automatisch. Für die Dichte wird die Gleichung  $(6.5592063E-05 \cdot [^{\circ}\text{C}]^5 - 1.1225639E-02 \cdot [^{\circ}\text{C}]^4 + 1.0026530 \cdot [^{\circ}\text{C}]^3 - 90.968893 \cdot [^{\circ}\text{C}]^2 + 679.48991 \cdot [^{\circ}\text{C}] + 9998425.9) / 1E7$  verwendet. Wenn dies nicht gewünscht ist, also mit einem Festwert gerechnet werden soll, wäre 'Wasser' z.B. in 'Wasser-Lot. xyz' umzubenennen und im Datenblatt ein entsprechender Wert 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. .

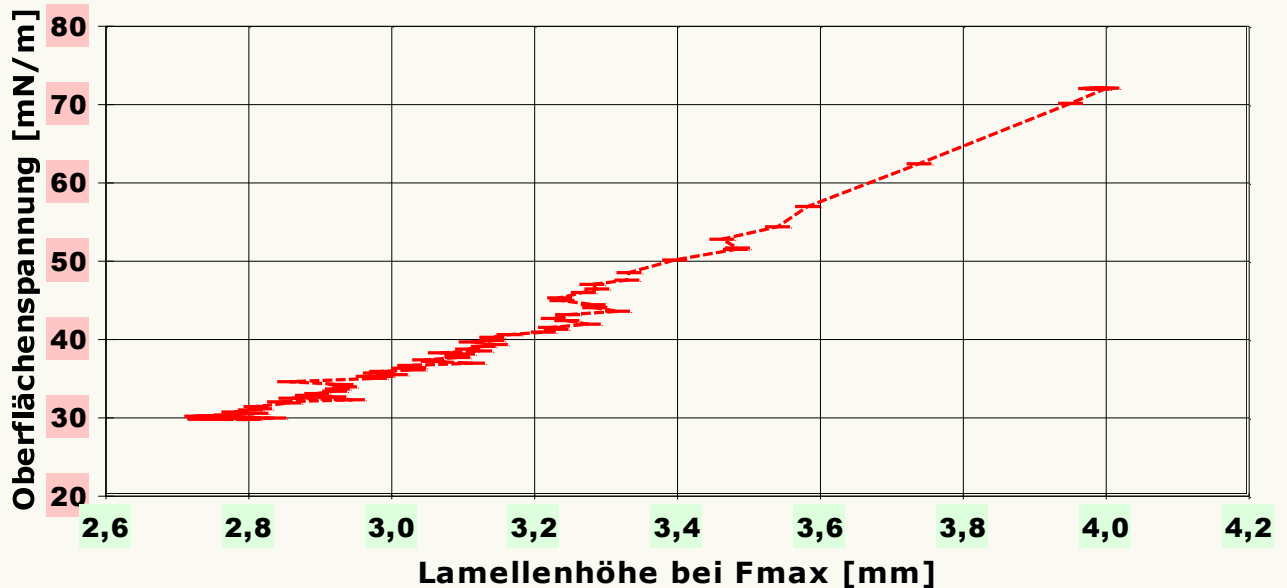
Die Tabelle zeigt die wesentlichen Daten der Messung: Temperatur, Oberflächenspannung, nebst Lamellenhöhe und Alter der Flüssigkeitsschlammelle zum Messzeitpunkt, sowie die Dichtedifferenz:

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.	2,8	24,98	71,98	3,99	3,1	0,9959
2.	3,4	25,03	72,07	3,98	3,1	0,9958
3.	4,0	25,01	72,12	4,00	3,2	0,9958
4.	4,5	24,98	72,12	3,99	3,2	0,9959
5.	5,2	24,98	72,11	4,00	3,3	0,9959
6.	8,2	25,03	70,16	3,95	3,1	0,9959
7.	9,9	25,02	62,45	3,74	3,3	0,9959
8.	11,5	25,02	56,99	3,58	3,8	0,9959
9.	13,3	24,94	54,40	3,54	3,8	0,9959
10.	14,9	25,01	52,81	3,46	4,5	0,9959
11.	16,7	25,03	51,69	3,48	3,6	0,9959
12.	18,2	24,96	51,51	3,48	3,6	0,9959
13.	19,8	24,98	50,16	3,40	3,2	0,9959
14.	23,0	25,00	48,55	3,33	3,0	0,9959
15.	24,5	25,02	47,60	3,33	3,0	0,9959
16.	26,1	24,99	47,04	3,28	2,8	0,9959
17.	27,7	25,03	46,47	3,29	3,8	0,9959
18.	29,3	25,01	46,01	3,27	2,8	0,9959
19.	30,9	24,97	45,32	3,24	3,7	0,9959
20.	32,5	25,01	44,98	3,24	3,7	0,9959
21.	34,0	25,01	44,45	3,28	4,0	0,9959
22.	35,6	25,00	44,07	3,28	4,0	0,9959
23.	37,2	25,00	43,61	3,32	3,1	0,9959
24.	38,8	25,02	43,18	3,25	2,8	0,9959
25.	40,4	25,02	42,69	3,23	3,8	0,9959
26.	42,0	25,02	42,41	3,25	3,8	0,9959

27.	43,6	25,01	41,96	3,28	3,0	0,9959
28.	45,2	24,99	41,54	3,22	3,8	0,9959
29.	46,9	24,98	41,30	3,23	3,8	0,9959
30.	48,5	24,96	40,94	3,21	3,7	0,9959
31.	50,1	25,01	40,62	3,16	3,5	0,9959
32.	51,8	25,00	40,28	3,14	3,4	0,9959
33.	53,3	24,99	39,90	3,14	3,4	0,9959
34.	54,9	25,02	39,69	3,11	3,3	0,9959
35.	56,6	25,01	39,37	3,15	3,5	0,9959
36.	58,2	24,97	39,12	3,13	3,4	0,9959
37.	59,7	25,00	38,78	3,11	3,4	0,9959
38.	61,3	25,01	38,54	3,12	3,4	0,9959
39.	63,0	24,98	38,30	3,07	4,2	0,9959
40.	64,6	24,97	38,15	3,10	4,3	0,9959
41.	66,3	24,98	37,88	3,09	4,3	0,9959
42.	67,9	24,96	37,71	3,09	4,3	0,9959
43.	69,6	25,00	37,40	3,05	4,1	0,9959
44.	71,2	24,95	37,21	3,06	4,1	0,9959
45.	72,9	24,95	36,98	3,11	3,4	0,9959
46.	74,6	25,00	36,69	3,03	3,0	0,9959
47.	76,2	24,97	36,41	3,03	4,0	0,9959
48.	77,8	24,96	36,34	3,02	4,0	0,9959
49.	79,4	24,98	36,13	3,03	4,0	0,9959
50.	82,4	24,98	35,93	2,99	3,8	0,9959
51.	84,0	24,93	35,73	2,98	3,9	0,9959
52.	86,0	24,97	35,51	3,01	4,0	0,9959
53.	88,7	24,92	35,31	2,97	3,8	0,9959
54.	91,8	24,99	35,29	2,99	3,9	0,9959
55.	95,8	25,01	35,04	2,98	3,9	0,9959
56.	97,5	24,98	34,62	2,86	3,9	0,9959
57.	99,2	24,97	34,26	2,93	3,6	0,9959
58.	101,0	24,96	33,95	2,93	3,7	0,9959
59.	102,7	24,96	33,69	2,92	3,7	0,9959
60.	104,4	25,00	33,40	2,92	3,6	0,9959
61.	106,1	25,05	33,10	2,90	3,5	0,9959
62.	107,8	24,99	32,87	2,88	3,5	0,9959
63.	109,4	24,98	32,68	2,92	4,7	0,9959
64.	111,1	24,97	32,50	2,86	4,5	0,9959
65.	112,7	24,94	32,31	2,95	3,8	0,9959
66.	114,4	24,99	32,04	2,84	3,3	0,9959
67.	117,4	25,00	31,90	2,86	3,4	0,9959
68.	119,1	24,98	31,45	2,81	3,4	0,9959
69.	120,9	25,01	31,16	2,82	3,2	0,9959
70.	122,8	25,00	31,00	2,80	4,2	0,9959
71.	124,5	24,97	30,75	2,78	4,1	0,9959
72.	126,3	24,98	30,58	2,81	4,2	0,9959
73.	128,0	25,02	30,37	2,77	4,1	0,9959
74.	129,7	25,01	30,23	2,77	4,1	0,9959
75.	131,5	25,00	30,11	2,79	3,1	0,9959
76.	133,2	24,98	29,99	2,78	4,1	0,9959
77.	135,0	24,94	29,98	2,84	4,1	0,9959
78.	136,9	25,01	29,96	2,79	4,2	0,9959
79.	138,8	25,05	29,85	2,76	4,0	0,9959
80.	140,7	24,96	29,84	2,75	4,0	0,9959
81.	142,7	24,95	29,83	2,76	4,0	0,9959
82.	144,6	24,94	29,82	2,75	4,0	0,9959
83.	146,5	24,99	29,80	2,80	3,2	0,9959
84.	148,5	24,95	29,85	2,75	4,0	0,9959
85.	150,4	25,00	29,87	2,73	3,9	0,9959
86.	152,3	25,00	29,86	2,73	3,9	0,9959
87.	154,2	25,00	29,87	2,73	3,9	0,9959
88.	156,1	24,98	29,89	2,75	4,0	0,9959
89.	158,0	25,01	29,91	2,73	3,9	0,9959
90.	160,0	24,99	29,94	2,76	4,0	0,9959
91.	162,0	25,00	29,96	2,74	4,0	0,9959
92.	163,9	24,91	29,97	2,73	3,9	0,9959
93.	165,9	25,01	29,99	2,74	3,9	0,9959
94.	167,9	24,99	30,03	2,74	3,9	0,9959
95.	169,9	25,00	30,05	2,76	4,0	0,9959
96.	171,8	24,99	30,06	2,74	4,0	0,9959
97.	173,7	24,99	30,07	2,76	4,0	0,9959
98.	175,7	24,97	30,09	2,76	4,0	0,9959
99.	177,7	24,98	30,11	2,74	4,0	0,9959
100.	179,6	24,98	30,10	2,75	4,0	0,9959
101.	181,6	24,99	30,13	2,75	4,0	0,9959
102.	183,6	25,02	30,14	2,74	4,0	0,9959
103.	185,6	25,01	30,16	2,75	4,1	0,9959
104.	187,6	24,98	30,16	2,77	4,1	0,9959

105.	189,6	25,00	30,16	2,74	3,9	0,9959
106.	191,7	25,03	30,16	2,77	4,1	0,9959
107.	193,7	25,04	30,17	2,74	4,0	0,9959
108.	195,7	25,01	30,19	2,76	4,0	0,9959
109.	197,8	24,99	30,21	2,73	3,8	0,9959
110.	199,9	24,98	30,22	2,74	3,9	0,9959
111.	201,9	24,96	30,24	2,77	4,0	0,9959
112.	203,9	24,96	30,24	2,75	4,0	0,9959

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.



Das Chart, "Lamellenhöhen", zeigt die Oberflächenspannung 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 Zusatztablelle 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.	9,1256	-0,0569	0,9378 h	0,203	-	-	1pD
2.	9,1280	-0,0647	0,9379 h	0,203	-	-	1pD
3.	9,1314	-0,0667	0,9379 h	0,203	-	-	1pD
4.	9,1306	-0,0677	0,9379 h	0,203	-	-	1pD
5.	9,1272	-0,0706	0,9379 h	0,203	-	-	1pD
6.	8,9087	-0,0598	0,9359 h	0,203	-	-	1pD
7.	7,9973	-0,0539	0,9279 h	0,203	-	-	1pD
8.	7,3461	-0,0530	0,9214 h	0,203	-	-	1pD
9.	7,0303	-0,0510	0,9191 h	0,203	-	-	1pD
10.	6,8430	-0,0490	0,9167 h	0,203	-	-	1pD
11.	6,7118	-0,0461	0,9150 h	0,203	-	-	1pD
12.	6,6902	-0,0461	0,9149 h	0,203	-	-	1pD
13.	6,5257	-0,0441	0,9135 h	0,203	-	-	1pD
14.	6,3335	-0,0402	0,9112 h	0,203	-	-	1pD
15.	6,2189	-0,0392	0,9099 h	0,203	-	-	1pD
16.	6,1498	-0,0392	0,9092 h	0,203	-	-	1pD
17.	6,0781	-0,0402	0,9086 h	0,203	-	-	1pD
18.	6,0232	-0,0392	0,9080 h	0,203	-	-	1pD
19.	5,9437	-0,0353	0,9069 h	0,203	-	-	1pD
20.	5,9011	-0,0363	0,9063 h	0,203	-	-	1pD
21.	5,8392	-0,0343	0,9054 h	0,203	-	-	1pD
22.	5,7952	-0,0314	0,9048 h	0,203	-	-	1pD
23.	5,7371	-0,0324	0,9042 h	0,203	-	-	1pD
24.	5,6854	-0,0304	0,9037 h	0,203	-	-	1pD
25.	5,6272	-0,0284	0,9030 h	0,203	-	-	1pD
26.	5,5937	-0,0275	0,9025 h	0,203	-	-	1pD

27.	5,5410	-0,0265	0,9017 h	0,203	-	-	1pD
28.	5,4911	-0,0255	0,9009 h	0,203	-	-	1pD
29.	5,4641	-0,0235	0,9004 h	0,203	-	-	1pD
30.	5,4221	-0,0216	0,8998 h	0,203	-	-	1pD
31.	5,3843	-0,0196	0,8993 h	0,203	-	-	1pD
32.	5,3451	-0,0167	0,8988 h	0,203	-	-	1pD
33.	5,2971	-0,0167	0,8982 h	0,203	-	-	1pD
34.	5,2733	-0,0147	0,8979 h	0,203	-	-	1pD
35.	5,2321	-0,0157	0,8974 h	0,203	-	-	1pD
36.	5,2033	-0,0137	0,8970 h	0,203	-	-	1pD
37.	5,1626	-0,0118	0,8965 h	0,203	-	-	1pD
38.	5,1341	-0,0108	0,8961 h	0,203	-	-	1pD
39.	5,1054	-0,0098	0,8957 h	0,203	-	-	1pD
40.	5,0866	-0,0098	0,8955 h	0,203	-	-	1pD
41.	5,0557	-0,0078	0,8951 h	0,203	-	-	1pD
42.	5,0364	-0,0049	0,8948 h	0,203	-	-	1pD
43.	5,0005	-0,0029	0,8943 h	0,203	-	-	1pD
44.	4,9778	-0,0020	0,8939 h	0,203	-	-	1pD
45.	4,9493	-0,0020	0,8935 h	0,203	-	-	1pD
46.	4,9153	0,0000	0,8930 h	0,203	-	-	1pD
47.	4,8826	0,0020	0,8925 h	0,203	-	-	1pD
48.	4,8753	0,0039	0,8924 h	0,203	-	-	1pD
49.	4,8493	0,0039	0,8920 h	0,203	-	-	1pD
50.	4,8280	0,0078	0,8917 h	0,203	-	-	1pD
51.	4,8044	0,0088	0,8913 h	0,203	-	-	1pD
52.	4,7773	0,0088	0,8909 h	0,203	-	-	1pD
53.	4,7555	0,0127	0,8905 h	0,203	-	-	1pD
54.	4,7548	0,0137	0,8905 h	0,203	-	-	1pD
55.	4,7264	0,0167	0,8900 h	0,203	-	-	1pD
56.	4,6758	0,0186	0,8892 h	0,203	-	-	1pD
57.	4,6337	0,0216	0,8886 h	0,203	-	-	1pD
58.	4,5969	0,0226	0,8880 h	0,203	-	-	1pD
59.	4,5647	0,0245	0,8877 h	0,203	-	-	1pD
60.	4,5300	0,0265	0,8873 h	0,203	-	-	1pD
61.	4,4934	0,0284	0,8870 h	0,203	-	-	1pD
62.	4,4661	0,0304	0,8865 h	0,203	-	-	1pD
63.	4,4427	0,0304	0,8861 h	0,203	-	-	1pD
64.	4,4213	0,0314	0,8857 h	0,203	-	-	1pD
65.	4,3990	0,0333	0,8853 h	0,203	-	-	1pD
66.	4,3671	0,0343	0,8847 h	0,203	-	-	1pD
67.	4,3534	0,0382	0,8844 h	0,203	-	-	1pD
68.	4,2979	0,0392	0,8834 h	0,203	-	-	1pD
69.	4,2629	0,0402	0,8828 h	0,203	-	-	1pD
70.	4,2449	0,0422	0,8826 h	0,203	-	-	1pD
71.	4,2134	0,0432	0,8821 h	0,203	-	-	1pD
72.	4,1943	0,0451	0,8818 h	0,203	-	-	1pD
73.	4,1680	0,0461	0,8814 h	0,203	-	-	1pD
74.	4,1523	0,0481	0,8811 h	0,203	-	-	1pD
75.	4,1378	0,0481	0,8809 h	0,203	-	-	1pD
76.	4,1241	0,0500	0,8806 h	0,203	-	-	1pD
77.	4,1232	0,0510	0,8806 h	0,203	-	-	1pD
78.	4,1224	0,0520	0,8806 h	0,203	-	-	1pD
79.	4,1090	0,0530	0,8804 h	0,203	-	-	1pD
80.	4,1095	0,0549	0,8803 h	0,203	-	-	1pD
81.	4,1090	0,0559	0,8803 h	0,203	-	-	1pD
82.	4,1110	0,0588	0,8803 h	0,203	-	-	1pD
83.	4,1101	0,0608	0,8803 h	0,203	-	-	1pD
84.	4,1175	0,0608	0,8804 h	0,203	-	-	1pD
85.	4,1205	0,0618	0,8804 h	0,203	-	-	1pD
86.	4,1209	0,0628	0,8804 h	0,203	-	-	1pD
87.	4,1238	0,0647	0,8804 h	0,203	-	-	1pD
88.	4,1257	0,0647	0,8804 h	0,203	-	-	1pD
89.	4,1306	0,0667	0,8805 h	0,203	-	-	1pD
90.	4,1344	0,0667	0,8805 h	0,203	-	-	1pD
91.	4,1373	0,0677	0,8806 h	0,203	-	-	1pD
92.	4,1400	0,0687	0,8806 h	0,203	-	-	1pD
93.	4,1448	0,0706	0,8806 h	0,203	-	-	1pD
94.	4,1502	0,0716	0,8807 h	0,203	-	-	1pD
95.	4,1542	0,0726	0,8808 h	0,203	-	-	1pD
96.	4,1563	0,0736	0,8808 h	0,203	-	-	1pD
97.	4,1590	0,0745	0,8808 h	0,203	-	-	1pD
98.	4,1614	0,0745	0,8808 h	0,203	-	-	1pD
99.	4,1661	0,0765	0,8809 h	0,203	-	-	1pD
100.	4,1665	0,0785	0,8809 h	0,203	-	-	1pD
101.	4,1700	0,0785	0,8809 h	0,203	-	-	1pD
102.	4,1731	0,0804	0,8809 h	0,203	-	-	1pD
103.	4,1754	0,0804	0,8810 h	0,203	-	-	1pD
104.	4,1774	0,0824	0,8810 h	0,203	-	-	1pD

105.	4,1782	0,0824	0,8810 h	0,203	-	-	1pD
106.	4,1789	0,0834	0,8810 h	0,203	-	-	1pD
107.	4,1815	0,0843	0,8810 h	0,203	-	-	1pD
108.	4,1851	0,0853	0,8810 h	0,203	-	-	1pD
109.	4,1871	0,0853	0,8811 h	0,203	-	-	1pD
110.	4,1915	0,0883	0,8811 h	0,203	-	-	1pD
111.	4,1927	0,0873	0,8811 h	0,203	-	-	1pD
112.	4,1952	0,0892	0,8811 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 (**±** 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  $\phi$  die Bruchhöhe an und  $t_\phi$  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.

## • Meldungen

1. Bei der Messkurve gab es eine Störung, so dass für diese Werte kein Ergebnis angegeben werden kann! Zeit 21,3 min: Kraftmaximum nicht angenähert.
2. Zur Volumenberechnung der Vorlagemenge wurde die Angabetemperatur 24,99°C anstelle der beigemessenen 25°C verwendet. Bitte beachten Sie: Messungen dieser Art sollten möglichst exakt isotherm verlaufen.
3. Nach dem letzten Messwert wurde eine weitere Mengenänderung registriert, deren Effekt(e) nicht gemessen wurden.

'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 "Checkboxes" (unter der Registerkarte "Optionen") bewirken.

**Nicht angezeigte Charts:** Diagramm 2, "Temperaturdiagramm", zeigt die Messwerte der Oberflächenspannung 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, "zeitlicher Verlauf", werden die Messwerte der Oberflächenspannung 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. Diagramm Nr.5, "Messkurve(n)", stellt die Messkurven dar. Es erlaubt in einer einfachen Übersicht die Korrektheit der 'Rohdaten' per Augenschein zu prüfen. 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 Ausgabeoptionen 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 6948, Datenbank Opti'13) 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-Polydocanol**" ausgeführt. Zeitraum der Messung, am 06.09.05 zwischen 10:38:41 und 14:05:57, Laufzeit 207,3 Minuten. Eine Ablaufdokumentation wurde nicht aufgezeichnet. Auf ein zusätzliches Protokoll wurde verzichtet. Die Messung wurde programmgemäß ausgeführt. Das Ergebnis wurde erstmals am 06.09.05 um 14:08 zur Ansicht gebracht.

## Prüfmittel

Die Wägeeinheit (WZ224-CW) wurde zuletzt 1,3 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\*) 0,2mg, Dichte der Justiermasse\*) 8,000 g/cm<sup>3</sup>, Luftdichte\*) 1,2kg/m<sup>3</sup>, Umrechnungen von Masse nach Kraft mit dem Wert 9,80769m/sec<sup>2</sup> für die Fallbeschleunigung\*). Die Messauflösung der Temperaturmessung beträgt 0,01K, die Unsicherheit\*) 0,03K. imeter-Softwareversion 4.1.100, LizenzN° \*3037-4759\*, Windows 5.1- Betriebssystem auf PC Ser.N°143431694 (C, iTop).

\*) : 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.



„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/dienstleistungen.html](http://www.imeter.de/dienstleistungen.html)

Probieren Sie es einfach aus!