IMETER Methode Nr.1 "Ringmethode/CMC":
Konzentrationsabhängigkeit der Oberflächenspannung

Bestimmung der CMC von Thesit / Polydocanol in Gegenwart eines Adsorptionsmittels

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

www.imeter.de

IMETER Anwendungen

In diesem Anwendungsbeispiel dokumentiert der automatisch erstellte Bericht (unten) eine mehr auf Forschungsfragen ausgerichtete Messung, bei der aus einer relativen Erhöhung der CMC auf das Ausmaß selektiver Adsorptionsvorgänge geschlossen werden kann.

Die CMC einer Probe des Tensids Polydocanol (Thesit) wurde zu 0.6 g/L bestimmt. Für die *Adsorptionsmessung* mit Silicagel wurde in das Temperiergefäß (*Messzelle*) eine genaue gewogene Menge reinen Wassers und eine ebenso exakt bestimmte Menge des Adsorbens zugegeben. Dann wurde die CMC des Tensids bestimmt. Infolge der Adsorption des Tensids am Silicagel fehlt dieses in der Lösung, woraufhin mehr Tensid zugegeben werden musste, um die CMC zu erreichen.

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

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

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

IMETER V.5.0 rev.50

automatic Report (7A95BEX16312B), imeter/MSB, Augsburg

ID N° 97 - Surface Tension / CMC

Title: **SILICAGEL / CMC - Polydocanol**

Remarks:
54.5299g Wasser + 1,5697g Silicagel (Krist., mit dest Wasser sorgfältig gewaschen, Gewicht bei Feuchte nach Lageung im Exci. über Blaugel) vorgelegt, gut bei heftigem Rühren gemischt (10min).

Determination: **CMC-Measurement in 'Wasser'**

Result: **$CMC_{25°C}$ = 0,118 g/L, γ_{CMC} = 31,3 mN/m**

Report

Hinweis: ***Die Aktivierung der Option "ERLÄUTERUNGSTEXTE", die für diese Berichtsausgabe eingestellt ist,*** *bewirkt, dass der Bericht mit automatischen Kommentaren versehen wird. Die Option "BEARBEITUNGSHINWEISE" erzeugt Ausgaben für den Anwender/Prüfer, die auch auf nicht ausgegebene Informationen hinweisen. Deaktivieren Sie bitte diesen Schalter bei Erstellung von Kundenberichten. - Die Erklärungen sind formatiert wie dieser Text.*

• 1. ===== Vorbemerkungen ======

Eigenschaft und Methode: Die *Oberflächenspannung* ist die kohäsiv wirkende Kraft, die eine flüssige Phase zusammenhält und die 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 Drahtring wird in die Flüssigkeit getaucht und herausgehoben. Beim Herausziehen wächst die Zugkraft durch die angehobene Flüssigkeitsmenge und nimmt einen parabelförmigen Verlauf an. Entscheidend ist die im Parabelscheitel vorliegende Maximalkraft. Sie entspricht im Verhältnis zum Ringumfang der Oberflächenspannung. Als Gegenkraft wirkt unter der Fallbeschleunigung das gehobene Flüssigkeitsgewicht - mithin die Dichtedifferenz zwischen Probe und *Luft* bzw. dem gesättigten Dampf. Für den exakten Oberflächenspannungswert werden auf den Wert der Maximalkraft Korrekturfaktoren angewendet. Zur Behebung der systematischen Abweichung gibt es verschiedene Algorithmen, benannt nach ihren Entwicklern. Zu bevorzugen ist die Berechnung nach *Young-Laplace-Petzoldt* oder ggf. noch nach *Harkins & Jordan*, d.h. die Verwendung der klassischen Korrekturtabellen - auf der auch andere Algorithmen beruhen. Weiterhin zur Berechnung - um kleine Abweichungen zu korrigieren, die auf der Unvollkommenheit der Ringgeometrie beruhen - wird ein Kalibrierfaktor durch Justierung der Anzeige mittels einer Standardflüssigkeit (i.d.R. Wasser) eingesetzt. Das ausgewählte Berechnungsverfahren wird in diesem Bericht nebst aller Eingangsdaten angegeben. Dieser Bericht hat die Aufgabe *sämtliche* Informationen zur Verfügung zu stellen; die automatischen Interpretationen können jedoch ggf. mit atypischen Daten fehlerhafte Zusammenfassungen ergeben; daher stellen die in Tabellen niedergelegten Informationen das eigentliche und grundlegende Ergebnis dar.

Angewandtes Verfahren und Ergebnisberechnung: Im Messgefäß wird ein Lösemittel (Wasser) vorgelegt und die grenzflächenaktive Substanz (Tensid) oder eine Präparation wird zugefügt. Dabei wird ständig die Oberflächenspannung gemessen, die mit steigender Konzentration abfällt. - Die Messung ermittelt aus der Abhängigkeit der Oberflächenspannung von der Dosis eine bestimmte kritische Konzentration, die 'CMC' (*kritische Mizellenkonzentration*), bei der unstetige Änderungen der physikalischen Eigenschaften der Lösung die Änderung im Lösungsregiment anzeigen. Bei der CMC ist die molekulare Löslichkeitsgrenze erreicht und es bilden sich ab dieser Konzentration kugelförmige, kolloidale Binnenstrukturen in der Lösung, sog. Mizellen. Bei weiterer Konzentrationserhöhung verbleibt der Wert der Oberflächenspannung in der Regel bis zum mehrfachen der CMC auf vergleichbarem Niveau. Der CMC-Wert gilt als wichtigste Kennzahl eines Tensids. Er charakterisiert Wirkung bzw. Reinheit und gilt als *Konzentrationseinheit* für das Tensid oder die Zubereitung. Der Wert ist jedoch individuell vom Lösemittel abhängig, in dem die Bestimmung erfolgt.

Bearbeitungshinweis: *Da Freiheitsgrade zur Ausführung von Messungen überaus zahlreich sind, werden diese in der Regel genutzt, um die Abläufe auf Fragestellungen hin zu optimieren. Art, Präzision und Interpretierbarkeit der Ergebnisse werden durch die vielfältigen Bedingungen und Handhabungen des Messablaufs bestimmt. Diese sind im Messprogramm 'CMC-Polydocanol_II' aufgelistet und können - neben der hier erfolgenden, automatischen Datendeduktion - weiteren Aufschluss bieten.*

• 2. ===== Bestimmung der CMC =====

Die CMC, 0,118 g/L bei der Temperatur 25,00 ±0,01°C, wurde automatisch über den Differenzenquotient Δγ/Δln(c) ermittelt. Aus seinem Werteverlauf wurde die CMC durch das Oberflächenspannungs-Minimum (*Nulldurchgang* von dγ/dln(c)) bestimmt.

Charakteristische Werte von Oberflächenspannung und Konzentration:

- CMC	: 31,3 mN/m	0,118 g/L	1,0	× CMC
- $C_{Max.}$	: 31,58 mN/m	0,507 g/L	4,30	× CMC
- $\gamma_{min.}$	: 31,28 mN/m	0,122 g/L	1,04	× CMC

<u>Bewegungen, Stoffmengen & Konzentrationen</u>

Vorlage: <u>Wasser (Augsburg DW)</u>, Masse 54,28±0,05 g, angegeben wurde der Wägewert 54,22 g, Volumen 54,44 cm³, Dichte 0,997048 g/cm³. Die Dichte bei 25°C wurde über den Datenbankeintrag 'Wasser' zur Temperatur ermittelt.

Zudosierung: <u>Polydocanol (P1)</u>, 53 Zugaben.

Wirkstoffkonzentration 1,796 ±0,056 g/L, Dichte 0,9989 g/cm³ als Festwert angegeben. Die Unsicherheit zur Konzentration ist explizit angegeben. Temperaturangaben zur Dosierung als Festwert 20°C. Als volumetrische Zugabe, automatische Dosierungen.

Entnahmen: 29 Entnahmen als Volumen, automatisch ausgeführt.

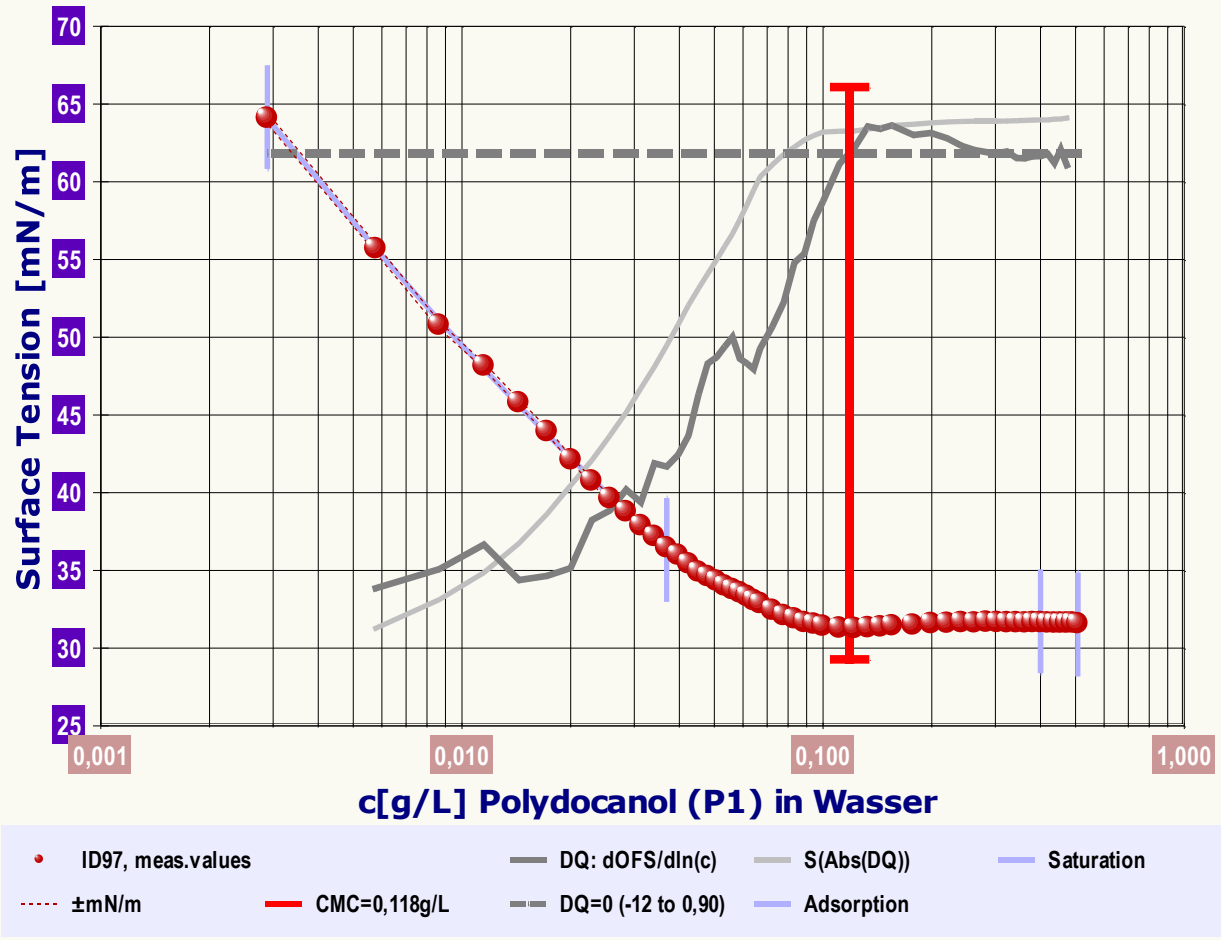
Mengenbilanz: Gesamte Entnahmemengen 18,78 g (18,83 cm³), zugefügte Mengen 17,54 g (17,56 cm³), finaler Inhalt der Messzelle oder Vorlage 53,03 g bzw. 53,16 ±0,42 cm³, am Ende in der Vorlage enthaltene Wirkstoffmenge: 26,9712 mg.

Konzentrationsbereich der Messung: <u>0,00289 bis 0,507 g/L</u>,

Endkonzentration: 0,5073 ±0,0004 g/L (= 4,30 × CMC). Angenommene Dichtezunahme durch die Dosierung, insgesamt 0,0005 g/cm³ (0,55‰).

Die Zusammenfassungen (oben) stellen Ergebnisse und Umstände der Messung komprimiert zusammen. Einzelheiten zu den Vorgängen sind in den unten ausgegebenen Tabellen aufgelistet. Darin sind die Dosier- und Entnahmevorgänge, Intervalle sowie zugehörige Messwerte und Konzentrationen in zeitlicher Sequenz wiedergegeben. - Alle Volumen- und Gewichtsangaben werden über die jeweilige Dichte stets in Masse umgerechnet. - Der CMC-Wert wird durch Interpolation über die Werte oder deren Differenzenquotienten ermittelt; er fällt eher selten mit dem Minimalwert der Oberflächenspannung zusammen. Ein Unterschied von CMC und der Konzentration bei $\gamma_{min.}$ kann bei der Bestimmungsmethode auftreten. Die alternative CMC-Bestimmung verwendet den Wendepunkt von ΔΓ/Δc. In Ausnahmefällen - und wenn lediglich wenige Messwerte vorliegen - wird noch die traditionelle (bei nicht 100% reinen Tensiden sehr unsichere) Extrapolationsmethode angewandt.

<u>Bearbeitungshinweise:</u> *Die Verarbeitungskapazität der Auswertung ist erheblich, da zahllose Kombinationen von gravimetrischen, volumetrischen bzw. automatischen und manuellen Operationen bei verschiedenen Temperaturen mit wechselnden Konzentrationen, Wiederholungsmessungen und Auslassungen auftreten können! Es ergeben sich vielfältige logische Abhängigkeiten, die jedoch für ein einfaches Verfahren unnötig kompliziert ausgedrückt sind. Die Überprüfung der möglichst exakten Isothermie für diese Art der Messung sowie das dem Prüfstoff gerechte Verfahren (z.B. Wartezeiten bei sehr geringen Konzentrationen, Reifezeiten) wird von den Auswertealgorithmen zwar nicht bewertet, aber dargestellt. Eine durchgängig konsistente Formatierung der Zahlenwerte - d.h. die Ausgabe ausschließlich gültiger Stellen - wird nicht in allen Fällen geleistet. Referenzwerte aus der Datenbank werden beispielsweise mit allen dort angegebenen Stellen aufgeführt. Eine kosmetische <u>Nachbearbeitung</u> durch den Prüfer ist hier evtl. notwendig, <u>wenn der Bericht an externe Stellen weitergegeben werden soll</u>. Die CMC kann manuell festgelegt werden - drücken Sie dazu die 'Strg'-Taste zusammen mit dem Menüpunkt 'Messdaten berechnen'.*



*Das Diagramm **CMC-Chart** fasst das Ergebnis der Messung durch die Abbildung der Oberflächenspannung gegen die Konzentration zusammen. Die Kreismarken stellen die jeweiligen (Mittel-)Werte der Oberflächenspannung dar; die umgebenden feinen Linien bilden den Bereich der Messunsicherheit ab. Die dickere Linie markiert den relativen Verlauf des Differenzenquotienten; die waagerechte Linie stellt den Nullbezug der Differenzenquotienten dar; die ansteigende Linie bildet die Summenfunktion von Γ ab. Der senkrechte Balken markiert die CMC. Die beiden am Anfang und Ende mit senkrechten Strichen eingezeichneten Geraden zeigen den Verlauf der Adsorptions- bzw. Sättigungsbereiche, deren Gleichungen und Konzentrationsspannweiten angegeben werden können.*

*Das Diagramm **CMC-Plot / Molar2** stellt neben dem Verlauf der Oberflächenspannung und des Differenzenquotienten noch die Gleichgewichtsgeschwindigkeit ('v') und den Kontaktwinkel ('Q') mit Bezug auf die molare Konzentration dar. Der Anfangswert der Oberflächenspannung ist als waagerechte, gestichelte Linie (blau) eingezeichnet (g°); In der Legende des Diagramms sind die entsprechenden Eckwerte ausgegeben - die Skalierung von v und Q ist nicht auf die Y-Achse zu beziehen. Der Ausgangswert von v und Q vor der Dosierung ist jeweils in Form dreier waagerechter Linien gezeichnet (v°, Q°). Diese geben Mittelwert und Standardabweichung aus der Bestimmung vor dem Dosierbeginn an. Der Verlauf des dick gezeichneten Graphen in gleicher Farbe stellt die Entwicklung der Größe im Konzentrationsverlauf dar. Neben der Indikation der CMC als senkrechter Strich, zeigt die blaue Bake die 'Effizienz' an (g°-20). Das ist diejenige Tensidkonzentration, die den Ausgangswert um 20 Einheiten reduziert ('Rosen's Efficiency').*

Die **Haupttabelle** schlüsselt die Dosiervorgänge, γ-Messwerte und vorliegende Konzentrationen in der zeitlichen Abfolge auf:

Die erste Datenzeile der Tabelle enthält mit "-3,9 (5)" und "γ° 72,17 mN/m" die Angabe über den Ausgangswert der Oberflächenspannung. Die Einträge bedeuten, dass der Ausgangswert der Mittelwert aus fünf Einzelmessungen ist und im Mittel 3,9 Minuten vor der ersten Dosierung in der Messung bestimmt wurde. Die Zeile 2. bedeutet den Vorgang einer Dosierung; 0,0877 Gramm der Lösung (rel. Unsicherheit 2,3%) wurden 6,4 Minuten nach Start der Messung hinzugefügt usw. Art und Zustandekommen der γ-Messwerte wird in den weiter unten folgenden Tabellen detailliert beschrieben.

N°	Δm	u_m%	$t_{\Delta c}$	Δt_γ	$\bar{\gamma}$	c	u_c%	m/m	.
1.	---	---	---	-3,9 (5)	72,17	0	0	<54,44 cm³>	
2.	0,0877	2,3%	6,4	1,8	64,10	0,00289	2,1%	2,9ppm	
3.	0,0877	2,3%	8,3	1,7	55,70	0,00577	1,5%	5,8ppm	
4.	0,0877	2,3%	10,1	1,6	50,78	0,0086	1,2%	8,7ppm	
5.	0,0877	2,3%	11,9	1,6	48,16	0,0115	1,0%	12ppm	
6.	0,0877	2,3%	13,7	1,6	45,80	0,0144	0,93%	14ppm	
7.	0,0877	2,3%	15,5	1,5	43,94	0,0172	0,85%	17ppm	
8.	0,0877	2,3%	17,2	1,5	42,12	0,0200	0,79%	20ppm	
9.	0,0877	2,3%	19,0	1,5	40,76	0,0229	0,74%	23ppm	
10.	0,0877	2,3%	20,7	1,5	39,63	0,0257	0,70%	26ppm	
11.	0,0877	2,3%	22,5	1,6	38,78	0,0285	0,66%	29ppm	
12.	0,0877	2,3%	24,3	1,6	37,88	0,0313	0,63%	31ppm	
13.	0,0877	2,3%	26,1	1,5	37,19	0,0341	0,60%	34ppm	
14.	0,0877	2,3%	27,9	1,5	36,47	0,0369	0,58%	37ppm	

15.	0,0877	2,3%	29,5	1,6	35,99	0,0397	0,56%	40ppm
16.	0,0877	2,3%	31,3	1,6	35,43	0,0424	0,54%	43ppm
17.	0,0877	2,3%	33,0	1,5	34,91	0,0452	0,53%	45ppm
18.	0,0877	2,3%	34,7	1,6	34,61	0,0479	0,51%	48ppm
19.	0,0877	2,3%	36,5	1,5	34,32	0,0507	5,0‰	51ppm
20.	0,0877	2,3%	38,2	1,5	34,01	0,0534	4,8‰	54ppm
21.	0,0877	2,3%	39,9	1,5	33,78	0,0561	4,7‰	56ppm
22.	0,0877	2,3%	41,7	1,6	33,58	0,0588	4,6‰	59ppm
23.	0,0877	2,3%	43,4	1,6	33,34	0,0615	4,5‰	62ppm
24.	0,0877	2,3%	45,2	1,6	33,07	0,0642	4,4‰	64ppm
25.	0,0877	2,3%	46,9	1,6	32,88	0,0669	4,3‰	67ppm
26.	-0,6475	3,1‰	48,8	---	---	0,0669	4,3‰ ¬	<55,90 cm³>
27.	0,1754	1,1‰	49,1	1,1	32,44	0,0723	4,0‰	73ppm
28.	-0,6475	3,1‰	50,4	---	---	0,0723	4,0‰ ¬	<55,42 cm³>
29.	0,1754	1,1‰	50,7	1,1	32,10	0,0778	3,7‰	78ppm
30.	-0,6475	3,1‰	52,0	---	---	0,0778	3,7‰ ¬	<54,95 cm³>
31.	0,1754	1,1‰	52,3	1,1	31,90	0,0833	3,5‰	83ppm
32.	-0,6475	3,1‰	53,6	---	---	0,0833	3,5‰ ¬	<54,48 cm³>
33.	0,1754	1,1‰	53,9	1,2	31,66	0,0888	3,3‰	89ppm
34.	-0,6476	3,1‰	55,2	---	---	0,0888	3,3‰ ¬	<54,00 cm³>
35.	0,1754	1,1‰	55,5	1,1	31,56	0,0943	3,1‰	95ppm
36.	-0,6476	3,1‰	56,8	---	---	0,0943	3,1‰ ¬	<53,53 cm³>
37.	0,1754	1,1‰	57,1	1,1	31,42	0,0999	2,9‰	0,10‰
38.	-0,6476	3,1‰	58,5	---	---	0,0999	2,9‰ ¬	<53,05 cm³>
39.	0,3507	2,8‰	58,8	1,2	31,30	0,1110	2,6‰	0,11‰
40.	-0,6476	3,1‰	60,2	---	---	0,1110	2,6‰ ¬	<52,76 cm³>
41.	0,3507	2,8‰	60,5	1,2	31,28	0,1221	2,4‰	0,12‰
42.	-0,6476	3,1‰	61,8	---	---	0,1221	2,4‰ ¬	<52,46 cm³>
43.	0,3507	2,8‰	62,2	1,1	31,33	0,1333	2,2‰	0,13‰
44.	-0,6476	3,1‰	63,5	---	---	0,1333	2,2‰ ¬	<52,16 cm³>
45.	0,3507	2,8‰	63,8	1,1	31,37	0,1444	2,1‰	0,14‰
46.	-0,6476	3,1‰	65,1	---	---	0,1444	2,1‰ ¬	<51,86 cm³>
47.	0,3507	2,8‰	65,4	1,1	31,44	0,1555	1,9‰	0,16‰
48.	-0,6476	3,1‰	66,7	---	---	0,1555	1,9‰ ¬	<51,56 cm³>
49.	0,7014	1,4‰	67,1	1,1	31,49	0,1775	1,7‰	0,18‰
50.	-0,6476	3,1‰	68,4	---	---	0,1775	1,7‰ ¬	<51,62 cm³>
51.	0,7014	1,4‰	68,8	1,2	31,59	0,1993	1,6‰	0,20‰
52.	-0,6476	3,1‰	70,2	---	---	0,1993	1,6‰ ¬	<51,67 cm³>
53.	0,7014	1,4‰	70,6	1,2	31,60	0,2207	1,5‰	0,22‰
54.	-0,6476	3,1‰	71,9	---	---	0,2207	1,5‰ ¬	<51,72 cm³>
55.	0,7014	1,4‰	72,3	1,1	31,65	0,2418	1,4‰	0,24‰
56.	-0,6477	3,1‰	73,6	---	---	0,2418	1,4‰ ¬	<51,77 cm³>
57.	0,7014	1,4‰	74,0	1,2	31,63	0,2626	1,3‰	0,26‰
58.	-0,6477	3,1‰	75,4	---	---	0,2626	1,3‰ ¬	<51,83 cm³>
59.	0,7014	1,4‰	75,8	1,3	31,68	0,2831	1,2‰	0,28‰
60.	-0,6477	3,1‰	77,3	---	---	0,2831	1,2‰ ¬	<51,88 cm³>
61.	0,7014	1,4‰	77,7	1,2	31,66	0,3033	1,1‰	0,30‰
62.	-0,6477	3,1‰	79,1	---	---	0,3033	1,1‰ ¬	<51,93 cm³>
63.	0,7014	1,4‰	79,4	1,1	31,64	0,3232	1,1‰	0,32‰
64.	-0,6477	3,1‰	80,8	---	---	0,3232	1,1‰ ¬	<51,99 cm³>
65.	0,7014	1,4‰	81,2	1,1	31,64	0,3428	1,1‰	0,34‰
66.	-0,6477	3,1‰	82,5	---	---	0,3428	1,1‰ ¬	<52,04 cm³>
67.	0,7014	1,4‰	82,9	1,2	31,63	0,3622	1,0‰	0,36‰
68.	-0,6477	3,1‰	84,2	---	---	0,3622	1,0‰ ¬	<52,09 cm³>
69.	0,7014	1,4‰	84,6	1,1	31,65	0,3812	0,99‰	0,38‰
70.	-0,6477	3,1‰	85,9	---	---	0,3812	0,99‰ ¬	<52,14 cm³>
71.	0,7014	1,4‰	86,3	1,2	31,65	0,4000	0,96‰	0,40‰
72.	-0,6478	3,1‰	87,7	---	---	0,4000	0,96‰ ¬	<52,20 cm³>
73.	0,7014	1,4‰	88,1	1,2	31,63	0,4186	0,93‰	0,42‰
74.	-0,6478	3,1‰	89,5	---	---	0,4186	0,93‰ ¬	<52,25 cm³>
75.	0,7014	1,4‰	89,9	1,2	31,62	0,4368	0,91‰	0,44‰
76.	-0,6478	3,1‰	91,2	---	---	0,4368	0,91‰ ¬	<52,30 cm³>
77.	0,7014	1,4‰	91,6	1,2	31,61	0,4548	0,89‰	0,46‰
78.	-0,6478	3,1‰	93,0	---	---	0,4548	0,89‰ ¬	<52,36 cm³>
79.	0,7014	1,4‰	93,4	1,1	31,62	0,4726	0,87‰	0,47‰
80.	-0,6478	3,1‰	94,8	---	---	0,4726	0,87‰ ¬	<52,41 cm³>
81.	0,7014	1,4‰	95,2	1,2	31,63	0,4901	0,86‰	0,49‰
82.	-0,6478	3,1‰	96,6	---	---	0,4901	0,86‰ ¬	<52,46 cm³>
83.	0,7014	1,4‰	96,9	1,2	31,58	0,5073	0,85‰	0,51‰

……

Die Spalten der Tabelle zeigen von links nach rechts die folgenden Inhalte: (1. N°) ist die Zeilennummer, (2. Δm) die jeweilige Dosier- oder Entnahmemasse in Gramm, (3. u_m%) die zugehörige relative Massenunsicherheit, die aus der ursprünglich angegebenen absoluten Unsicherheit berechnet ist. (4. $t_{\Delta c}$) ist die Zeitpunktsmitte in Minuten der Konzentrationsänderung in Bezug auf den Start der Messung. Die nächste Spalte (5. Δt_v) gibt die Dauer in Minuten zwischen dem Dosierzeitpunkt und dem nachfolgendem Messwert an. In der Spalte (6.`γ) wird der gemessene (Mittel-)Wert der Oberflächenspannung in der Einheit [mN/m] angegeben; weiter, die ideale Konzentration (7. c); 'ideal' meint die Konzentration, die sich aus den Massen und Volumina (per Dichten der Datenvorgaben) ergibt. Die Stellenzahl ist formatiert nach der beigeordneten relativen Unsicherheit (8. ±%), die aus der Fehlerfortpflanzung der individuellen Einzelfehler, die zu Vorlagen-, Dosier- und Entnahmemengen sowie zu Konzentrationsangaben angegeben wurden,

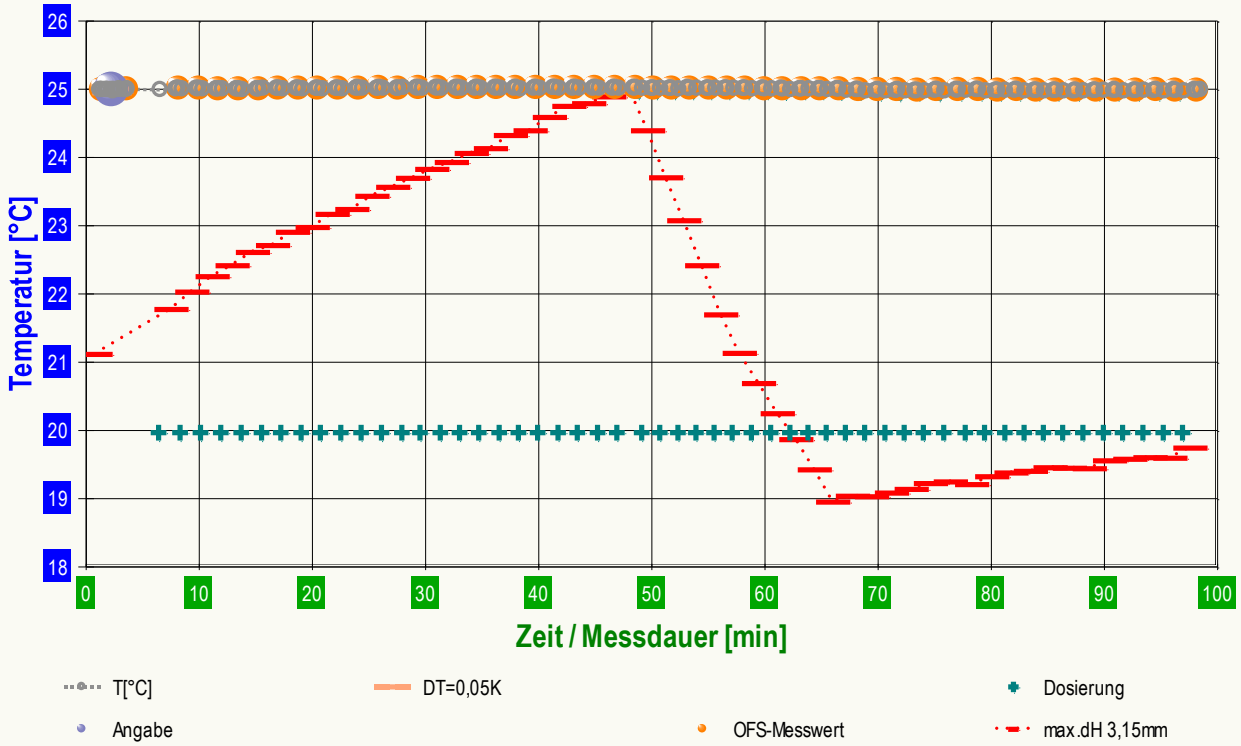
*ermittelt ist [die Konzentrationsunsicherheit nimmt mit relativ großen Dosierungen ab - relativ zum Fehler]. Falls verschiedene Konzentrationen dosiert wurden oder gravimetrische und volumetrische Operationen **gemischt** auftreten, wird der jeweilige Konzentrationsindex angegeben und mit 'm' für Masse-, 'w' für Gewicht- und 'v' für Volumen-Operationen gekennzeichnet. Gewichts- bzw. Wägewerte ('w') werden über Flüssigkeits-, Luft- und Kalibriergewichtdichte jeweils in wahre Massen umgerechnet. Die letzte Spalte gibt zur Orientierung die Konzentration als Massen-Mischungsverhältnis **(m/m)** an.*
***Besonderheiten:** Spalte 5 Δt_v, 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. - `γ gibt Mittelwerte an (Einzelheiten zu den Messwerten und dem Verfahren finden sich im Abschnitt, der sich den Einzeldaten widmet). Sofern danach, d.h. in der Dosierphase, mehrere Messwerte ohne Dosierung aufeinander folgen, werden Mittelwerte in dieser Art angegeben.*
***Bearbeitungshinweis:** Die Art der Zeitangabe ist so gestaltet, damit es einfach wird, ablesen zu können, ob eine 'korrekte' Zeitspanne zwischen Dosierung und Messung eingehalten wurde. Aus den Datentabellen können Informationen gewonnen werden, die nicht im Schema ausgewertet werden. 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' (OIML) umgerechnet.*

• Einzelheiten über die Messung der Oberflächenspannung

• 3. ===== Übersicht, Temperatur ======

Die Oberflächenspannung wurde 58 Mal gemessen, Nettodauer des Messablaufs zwei Stunden; Temperaturverlauf im gesamten Zeitraum einigermaßen isotherm bei 24,99°C. Die Streuung als rel. Standardabweichung der den Messwerten zugeordneten Temperatur beträgt 0,58‰ (Mittelw.: 25,00±0,01°C)

Die Angabe des 'Temperaturverlaufs' stellt die während der Messung registrierten Temperaturwerte dar (Maximalwert: 25,02°C, Minimalwert: 24,97°C). Dem hingegen bezieht sich die 'Streuung' auf den Verlauf der Temperatur zu Zeitpunkten der Messwerte.



Im Diagramm "Temperatur- u. Ereignisprofil" wird eine Übersicht zum zeitlichen Verlauf der Vorgänge und der jeweils aufgezeichneten Temperatur gezeigt. Die Zeitachse beginnt mit dem Startzeitpunkt dieser Messung. -- Die Bedeutung der eingezeichneten Symbole: Die Kreismarkierungen zeigen die einzelnen Temperaturmesswerte an, die kugelförmigen Marken stehen für Zeitpunkt und Temperaturzuordnung jeweiliger Messwerte der Oberflächenspannung. Eine kugelförmige Markierung gibt den Zeit/Temperatur-Angabewert der Messung an. Waagerechte Striche geben den relativen Verlauf des Flüssigkeitspegels (Niveauhöhe) im Messgefäß an. Dieser wurde durch jeweilige Bezugshöhenbestimmungen 54 Mal durch das Messprogramm ermittelt. Der größte Niveauhöhenunterschied beträgt 3,147 mm. Diese zusätzliche Auswertung ermöglicht, Niveauveränderungen z.B. durch Dosierungen, Verdunstung, Absorption, Temperaturänderungen oder Entspannung des Randwinkels am Gefäß anzuzeigen. - Die '+'-Zeichen markieren jeweilige Dosier- und Entnahme-Zeitpunkte mit relativer Temperatur des dosierten Stoffes.

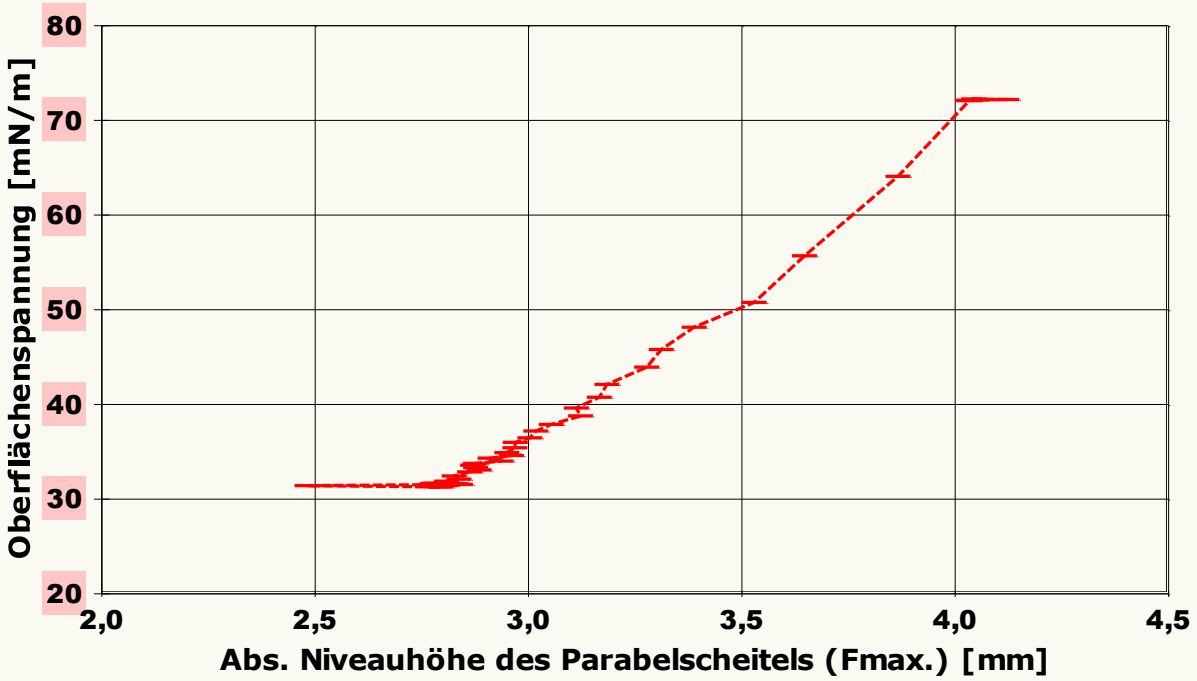
Neben Lamellenhöhe und Alter der Flüssigkeitslamelle im Parabelmaximum listet die Tabelle zu jedem Messwert Zeitpunkt, Temperatur, Oberflächenspannung und die Dichtedifferenz der Phasen auf:

N°	*t* [min]	*T*[°C]	*γ*[mN/m]	*H*[mm]	$\tau_{rel.}$[s]	*Δρ*[g/cm³]
1.	1,4	24,99	72,27	4,04	3,4	0,9959
2.	2,0	24,99	72,20	4,12	3,6	0,9959
3.	2,5	24,99	72,17	4,06	3,5	0,9959
4.	3,0	24,99	72,14	4,03	3,4	0,9959
5.	3,6	25,00	72,09	4,03	3,4	0,9958
6.	8,2	25,01	64,10	3,87	3,9	0,9959
7.	10,0	25,01	55,70	3,65	4,2	0,9959

8.	11,7	25,00	50,78	3,53	3,8	0,9959
9.	13,5	25,00	48,16	3,39	3,3	0,9959
10.	15,3	25,00	45,80	3,31	4,0	0,9959
11.	17,0	25,01	43,94	3,28	3,9	0,9959
12.	18,8	25,01	42,12	3,18	3,5	0,9959
13.	20,5	25,01	40,76	3,17	3,5	0,9959
14.	22,3	25,01	39,63	3,11	3,3	0,9959
15.	24,1	25,01	38,78	3,12	3,4	0,9959
16.	25,9	25,02	37,88	3,05	3,1	0,9959
17.	27,6	25,01	37,19	3,02	4,0	0,9959
18.	29,4	25,02	36,47	3,00	3,9	0,9959
19.	31,1	25,02	35,99	2,97	3,8	0,9959
20.	32,9	25,02	35,43	2,97	3,8	0,9959
21.	34,6	25,02	34,91	2,95	3,7	0,9959
22.	36,3	25,02	34,61	2,96	3,8	0,9959
23.	38,0	25,02	34,32	2,91	3,6	0,9959
24.	39,8	25,02	34,01	2,94	3,7	0,9959
25.	41,5	25,02	33,78	2,88	3,4	0,9959
26.	43,2	25,02	33,58	2,87	3,4	0,9959
27.	45,0	25,02	33,34	2,88	3,4	0,9959
28.	46,8	25,02	33,07	2,88	3,5	0,9959
29.	48,6	25,02	32,88	2,86	3,4	0,9959
30.	50,2	25,01	32,44	2,83	3,2	0,9959
31.	51,8	25,01	32,10	2,84	3,3	0,9959
32.	53,4	25,01	31,90	2,81	4,3	0,9959
33.	55,1	25,01	31,66	2,81	4,2	0,9960
34.	56,7	25,01	31,56	2,84	4,4	0,9960
35.	58,3	25,01	31,42	2,48	4,1	0,9960
36.	60,0	25,00	31,30	2,79	4,1	0,9960
37.	61,6	25,00	31,28	2,80	4,1	0,9960
38.	63,3	25,00	31,33	2,76	4,1	0,9960
39.	64,9	25,00	31,37	2,77	4,0	0,9960
40.	66,6	25,00	31,44	2,81	4,2	0,9960
41.	68,3	24,99	31,49	2,78	4,0	0,9960
42.	70,0	24,99	31,59	2,81	4,2	0,9961
43.	71,7	24,99	31,60	2,81	4,2	0,9961
44.	73,5	24,98	31,65	2,80	4,1	0,9961
45.	75,2	24,99	31,63	2,77	4,0	0,9961
46.	77,1	24,99	31,68	2,78	4,0	0,9962
47.	78,9	24,99	31,66	2,82	3,2	0,9962
48.	80,6	24,98	31,64	2,78	4,1	0,9962
49.	82,3	24,99	31,64	2,78	4,0	0,9962
50.	84,0	24,98	31,63	2,79	4,1	0,9962
51.	85,7	24,98	31,65	2,78	4,0	0,9963
52.	87,5	24,98	31,65	2,80	4,1	0,9963
53.	89,3	24,98	31,63	2,82	3,3	0,9963
54.	91,0	24,98	31,62	2,79	4,1	0,9963
55.	92,8	24,98	31,61	2,79	4,1	0,9963
56.	94,6	24,99	31,62	2,81	4,2	0,9963
57.	96,3	24,98	31,63	2,83	4,3	0,9964
58.	98,2	24,98	31,58	2,78	4,1	0,9964

……

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



Das Chart "Lamellenhöhe" stellt die Oberflächenspannung in einen Zusammenhang mit der 'Lamellenhöhe' im Punkt der maximalen Kraft. Die Abhängigkeit ist in der Regel proportional. Größere Streuungen zeigen eine unruhige Umgebung oder ungeeignete Ermittlungseinstellungen der Grenzflächenlage an; systematische Änderungen deuten auf Effekte wie die Bildung einer 'Oberflächenhaut' hin. ***Bearbeitungshinweis*** *Es ist zu beachten, dass die Nullniveaulage von oben als auch von unten kommend (als auch willkürlich) im Messprogramm bestimmt werden kann. Vergleiche also nur bei gleichem Modus!*

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

Berechnung: Harkins & Jordan (Originaltabellen).

Messring: Ring N°1, mittlerer Ringradius R =9,54 mm, Drahtradius r =0,185 mm - ohne Verwendung eines Korrekturfaktors. linearer Ausdehnungskoeffizient α =8,9·10^{-6}K^{-1}, Innendurchmesser des Messgefäßes D =43 mm.

Zur Vorlagensubstanz: Dichte ρ =0,997051 g/cm³ (bei 25°C); die Dichtedifferenz $\Delta\rho$ 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 ρ erfolgte aus den vorhandenen Referenzdaten (Wasser) automatisch. Für die Dichte wird die Gleichung '**ρ** [g/cm³]= (6.5592063E-05·[°C]^5 - 1.1225639E-02·[°C]^4+1.0026530·[°C]^3-90.968893·[°C]^2 + 679.48991·[°C] + 9998425.9)/1E7' verwendet.* ***Bearbeitungshinweis****: 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 unten gibt zusätzliche Daten zur Berechnung und Klassifikation der einzelnen Messwerte an.

N°	$F_{max.}$[mN]	$F_{bz.}$[mN]	f_k	v_z[mm·s^{-1}]	⊗[mm]	$t_{\otimes}$[s]	ΩK
1.	9,2254	-0,0088	0,9382 h	0,203	-	-	¹pD
2.	9,2164	-0,0098	0,9382 h	0,203	-	-	¹pD
3.	9,2125	-0,0098	0,9382 h	0,203	-	-	¹pD
4.	9,2121	-0,0069	0,9381 h	0,203	-	-	¹pD
5.	9,2064	-0,0059	0,9381 h	0,203	-	-	¹pD
6.	8,2543	-0,0078	0,9301 h	0,203	-	-	¹pD
7.	7,2458	-0,0098	0,9204 h	0,203	-	-	¹pD
8.	6,6660	0,0069	0,9142 h	0,203	-	-	¹pD
9.	6,3289	-0,0098	0,9108 h	0,203	-	-	¹pD
10.	6,0428	-0,0049	0,9078 h	0,203	-	-	¹pD
11.	5,8170	-0,0049	0,9047 h	0,203	-	-	¹pD
12.	5,5916	-0,0059	0,9022 h	0,203	-	-	¹pD
13.	5,4255	-0,0059	0,8997 h	0,203	-	-	¹pD
14.	5,2885	-0,0029	0,8980 h	0,203	-	-	¹pD
15.	5,1813	-0,0039	0,8966 h	0,203	-	-	¹pD
16.	5,0713	-0,0020	0,8952 h	0,203	-	-	¹pD
17.	4,9863	-0,0010	0,8940 h	0,203	-	-	¹pD

18.	4,8964	-0,0010	0,8928 h	0,203	-	-	¹pD
19.	4,8379	0,0000	0,8919 h	0,203	-	-	¹pD
20.	4,7698	0,0020	0,8909 h	0,203	-	-	¹pD
21.	4,7262	0,0235	0,8899 h	0,203	-	-	¹pD
22.	4,6680	0,0029	0,8894 h	0,203	-	-	¹pD
23.	4,6332	0,0039	0,8888 h	0,203	-	-	¹pD
24.	4,5954	0,0049	0,8882 h	0,203	-	-	¹pD
25.	4,5650	0,0039	0,8879 h	0,203	-	-	¹pD
26.	4,5416	0,0069	0,8876 h	0,203	-	-	¹pD
27.	4,5136	0,0088	0,8873 h	0,203	-	-	¹pD
28.	4,4788	0,0088	0,8870 h	0,203	-	-	¹pD
29.	4,4555	0,0098	0,8866 h	0,203	-	-	¹pD
30.	4,4020	0,0108	0,8857 h	0,203	-	-	¹pD
31.	4,3581	0,0098	0,8850 h	0,203	-	-	¹pD
32.	4,3345	0,0118	0,8846 h	0,203	-	-	¹pD
33.	4,3048	0,0118	0,8840 h	0,203	-	-	¹pD
34.	4,2921	0,0118	0,8838 h	0,203	-	-	¹pD
35.	4,2784	0,0147	0,8835 h	0,203	-	-	¹pD
36.	4,2630	0,0147	0,8832 h	0,203	-	-	¹pD
37.	4,2591	0,0137	0,8832 h	0,203	-	-	¹pD
38.	4,2665	0,0147	0,8833 h	0,203	-	-	¹pD
39.	4,2742	0,0167	0,8834 h	0,203	-	-	¹pD
40.	4,2815	0,0157	0,8835 h	0,203	-	-	¹pD
41.	4,2889	0,0167	0,8837 h	0,203	-	-	¹pD
42.	4,3012	0,0167	0,8839 h	0,203	-	-	¹pD
43.	4,3041	0,0177	0,8839 h	0,203	-	-	¹pD
44.	4,3104	0,0177	0,8840 h	0,203	-	-	¹pD
45.	4,3075	0,0177	0,8840 h	0,203	-	-	¹pD
46.	4,3142	0,0186	0,8841 h	0,203	-	-	¹pD
47.	4,3123	0,0186	0,8840 h	0,203	-	-	¹pD
48.	4,3103	0,0196	0,8840 h	0,203	-	-	¹pD
49.	4,3120	0,0206	0,8840 h	0,203	-	-	¹pD
50.	4,3106	0,0206	0,8840 h	0,203	-	-	¹pD
51.	4,3130	0,0206	0,8840 h	0,203	-	-	¹pD
52.	4,3140	0,0216	0,8840 h	0,203	-	-	¹pD
53.	4,3120	0,0226	0,8839 h	0,203	-	-	¹pD
54.	4,3105	0,0226	0,8839 h	0,203	-	-	¹pD
55.	4,3113	0,0235	0,8839 h	0,203	-	-	¹pD
56.	4,3110	0,0226	0,8839 h	0,203	-	-	¹pD
57.	4,3127	0,0235	0,8839 h	0,203	-	-	¹pD
58.	4,3074	0,0235	0,8838 h	0,203	-	-	¹pD

……

*Zur Tabelle: **$F_{max.}$** gibt den der Berechnung zu Grunde liegenden, korrigierten Messwert der Maximalkraft an. Der Bezugswert **F_{bz}** wird ebenfalls angegeben und (ggf.) berechnet, indem der Bezugskraft-Messwert zeitlich vor der Messkurve um die Auftriebskraft und die Kontaktwinkel an den Haltestäben korrigiert wird. Der Korrekturfaktor **f_k**, mit welchem aus der Nettokraft die Oberflächenspannung berechnet wird, kann nach verschiedenen Algorithmen gebildet werden. Die Herkunft des Faktors **f_k** wird durch angehängte Zeichen markiert: **h** steht für (interpolierte) Werte aus den original Harkins und Jordan Tabellen ('‡' zeigt nicht interpolierbare Randlagen in der Tabelle an), **f** steht für die Tabellen nach Fox und Chrisman, **z** für Zuidema und Waters, **p** steht für den Petzoldt'schen IMETER-Iterationsalgorithmus, die korrekteste Berechung, sowie **w** für die unkorrigierte 'F/2U'-Berechnung des Näherungswertes. Mit **v_z** wird die Abzugsgeschwindigkeit angegeben, also die Geschwindigkeit, mit der Ring und Flüssigkeitsoberfläche zur Messung auseinander bewegt wurden. Falls während des Lamellenauszugs ein Bruch der Flüssigkeitslamelle auftrat, gibt **⊗** die Bruchhöhe und **$t_{⊗}$** dafür den relativen Zeitpunkt an.*

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

……

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

……

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, "TemperaturProjektion", zeigt die Messwerte der Oberflächenspannung in Temperaturabhängigkeit an. Je nach den gewählten Messumständen bzw. Einstellungen können Temperaturabhängigkeit mit Referenzvergleichen abgebildet werden und so thermisch/kalorische Effekte zum Ausdruck kommen. Mit Diagramm 3, "Zeit-Abhängigkeit", werden die Messwerte der Oberflächenspannung in ihrem zeitlichen Verlauf 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. Diagramm, "Messkurve(n)", stellt die 'Messkurven' dar. Es erlaubt auf einfache Art die Korrektheit der 'Rohdaten' per Augenschein zu prüfen ('es sollen sich glatte Kurvenzüge ergeben haben). 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 halbstatische Geschwindigkeiten 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, Audit-Trail, sensorische Zusatzdaten + IFG-Ereignisse werden nicht angezeigt.*

Wägewerte *sind - wenn nicht anders ausgezeichnet - konventionelle Wägewerte (OIML);* ***Temperaturangaben*** *beziehen sich auf die Skala der ITS-90.*
Standardabweichungen: *Verschiedentlich werden Regressionsfunktionen mit Standardabweichungen (s) bzw. Varianzen (s²) qualifiziert. Diese Streuungsangabe wird berechnet aus der Summe der Quadrate der Abweichungen der Einzelwerte zu dem berechneten Funktionswert (der dem Einzelwert entsprechen soll) dividiert durch die Anzahl der Werte weniger 1. Sofern nicht anders bezeichnet, werden für ±(Mess-)Unsicherheiten stets einfache Standardabweichungen - ohne Erweiterungsfaktoren - angegeben, d.h. die Überdeckung betrifft 67% der (empirischen) Werte.*
Form und Informationsfülle *des Prüfberichts ist dadurch bedingt, dass Messdaten durch die zahlreichen Freiheitsgrade sehr vielgestaltig auftreten können. Die Variablen der Messung müssen vollständig dargestellt werden können, um verifizierbar zu sein. Vollständigkeit ist Voraussetzung für die Überprüfbarkeit und Haltbarkeit der Resultate sowie abgeleiteter Schlussfolgerungen. Nicht zuletzt erfordern einschlägige Bestimmungen (GxP, FDA cfr.11/21 etc.) zusammen mit schlicht zeitökonomischen Erwägungen diesen hiermit Großteils erledigten Aufwand. [Prüfberichte, wie dieser, werden dynamisch aus Metadaten erzeugt und benötigen daher sehr wenig Speicherplatz in der Datenbank]. Bei Routinemessungen und/oder für die evtl. parallel noch papieren geführte Ablage sollten die Prüfberichte zur Ressourcenschonung durch entsprechende Einstellungen der Formatier- und Ausgabeoptionen auf das Wesentliche gekürzt werden. Das ganze 'File', inklusive der zu Grunde liegenden Rohdaten, ist stets über die ID (hier Nummer 97, Datenbank imeter-Beispiele) auffindbar und als Referenz oder Vergleich nutzbar. Ggf. enthalten nachfolgend ausgegebene Informationen, je nach Einstellungen und Berichtsvorlage (Stil = 'standard-i2'), verschieden detaillierte Begleitinformationen, wie die Angaben zur Ausführung der Messung, den Audit-Trail und Hinweise zur Prüfmittelüberwachung.*

Programm

Data createtd by execution of the IMPro ***"CMC-Polydocanol_II"***, type 1/40. Die Messung wurde programmgemäß ausgeführt.

Prüfmittel

Die Wägeeinheit (WZ224-CW) wurde 3,0 Stunden vor dieser Messung von imeter justiert.
IMETER ID16405542: Systemdaten: Auflösung des Wägesystems 0,1 mg, Messunsicherheit*) 0,2 mg, Dichte der Justiermasse*) 8,000 g/cm³, Luftdichte*) 1,2 kg/m³; Umrechnungen von Masse nach Kraft mit dem Wert 9,80769 m/sec² für die Fallbeschleunigung*). Die Messauflösung der Temperaturmessung beträgt 0,01 K, die Unsicherheit*) 0,03 K. Akquisitions-Softwareversion IMETER 4.1.103, 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 durch den Messaufbau wirksam werden zu lassen. Änderungen auch an diesen Daten werden im Audit-Log protokolliert und können zurückgenommen werden.*

Nachträgliche Anmerkung(en):
Kommentar: < ***Test einer sehr einfach auszuführenden, aber vergleichsweise aussagekräftigen Technik. Für die Untersuchung der konkurrierenden Adsorption in flüssiger und fester Phase, muss nicht unbedingt ein Tensid die Testsubstanz sein. Hier noch interessant: nicht nur der CMC-Wert, auch der Verlauf der Oberflächenspannung vor der CMC kann interpretierbare Informationen enthalten.*** > Kommentar
"Kommentare" sind freie Texte, die der Operator zur Dokumentation der Messung hinzufügt. Hier eingebrachte Eingaben oder Änderungen werden nicht über das "Audit-Log" verwaltet. (Falls eine z.B. rechtlich wichtige Bemerkung mit Zeit und Name verbindlich festgehalten werden sollte, dann sei diese über das 'Bemerkungsfeld' im Datenblatt eingetragen.)

Report created by IMETER

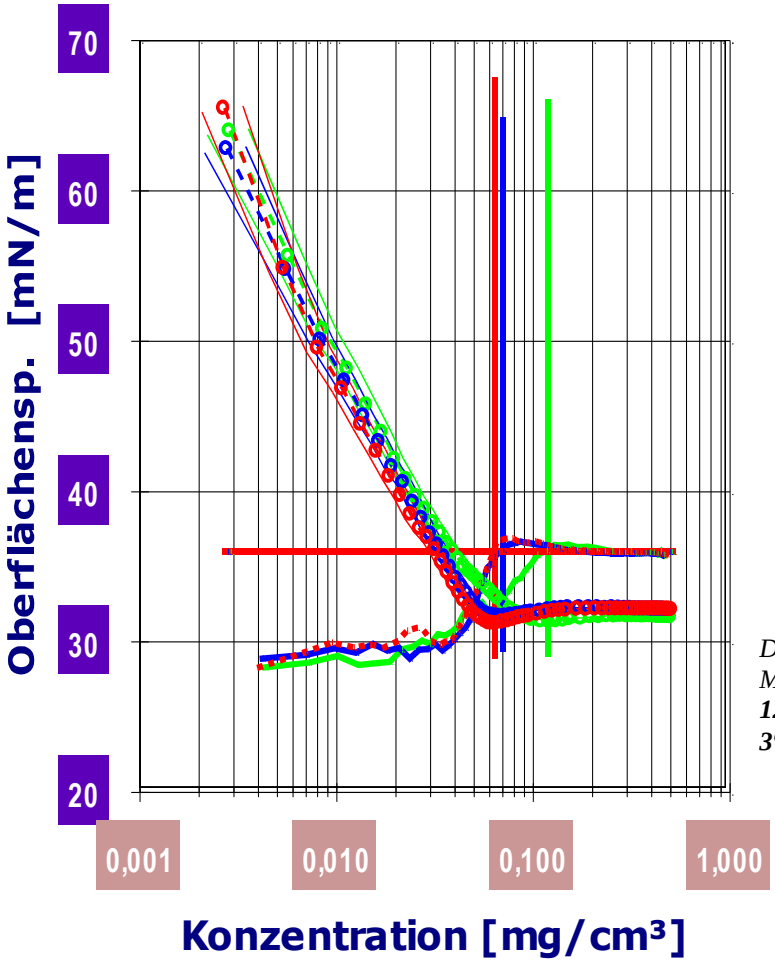
„Der automatische Bericht präsentiert die Datenlage und führt eine (Vor-)Interpretation aus. Die Tabellendaten sind in Spalten Tab-separiert und können somit sehr einfach z.B. in Excel weiteranalysiert werden.

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

Oberflächenbestimmungen finden i.d.R. per BET statt; Rest-Konzentrationsmessungen per GC, HPLC ... Im Gegensatz dazu kann hier bequem die effektive Oberfläche bestimmt werden und zwar die, die der Flüssigkeit tatsächlich zugänglich ist (und über einen Konzentrationsbereich). Aber generell und überhaupt: wen kümmert, wenn es um

Fest/Flüssig-Interaktionen geht, die absolute Oberfläche? Bei jeder entsprechenden heterogenen Katalyse ist ja wohl die tatsächliche Kontaktierbarkeit entscheidend.

Messumstände: Ringmethode, Messung in einem doppelwandigen Temperiergefäß; IMETER steuert im Messprogramm einen *Ministat*-Thermostaten der Fa. Huber (Peter Huber Kältemaschinenbau GmbH, Offenburg), das integriere Magnetrührwerk sowie zwei Schlauchpumpen (für die automatische Dosierung und Entnahme).



Diagrammvergleich:
Messung ohne Zusatz (rot, CMC=0.6g/L),
***12 Gew.-% Quarzsand** (blau, CMC=0.7g/L)*
***3% Silicagel(** diese Messung, grün, CMC=1.2g/L).*

IMETER
Messtechnik - nachhaltig zusammengefasst

Intelligenter messen.

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

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

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

Probieren Sie's einfach!