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

Messung der Oberflächenspannung bei Dosierung von Isopropanol zu Wasser

In diesem Anwendungsbeispiel dokumentiert der automatisch erstellte Bericht (unten) eine mehr auf Forschungs- und F&E-Fragen ausgerichtete Untersuchung – die Stoffmengenabhängigkeit der Oberflächenspannung (OFS).

- Wie ändert sich die OFS von Wasser durch Zugabe von 2-Propanol?
- Wie hängt die OFS mit der Konzentration zusammen?
- Welche Menge für einen bestimmten OFS-Wert?

Ungeachtet spezifischer Vorzüge der IMETER- Methode N°1 (*Driftfreiheit, Viskositätsunabhängigkeit, multifaktorielle Re-sultate*) wird hier die OFS-Messung in einem leistungsfähigen Verfahren zur Untersuchung der Konzentrationsabhängigkeit vorgestellt. Die Methode kann beispielsweise für die Praxis der der Formulierungsentwicklung - besonders im Kampf gegen das zwecklos teure "*viel hilft viel*" bei der Additivierung eingesetzt werden. Die optimale Wirkkonzentration von Netz-mitteln kann so recht günstig und systematisch ermittelt werden. Das Beispiel zeigt am einfachen System Wasser-Isopropanol, wie die weitgehend automatisierte Prozess-messung sich dokumentiert.

Messumstände: Ringmethode, Messung in einem doppelwandigen Temperiergefäß; IMETER steuert im Messprogramm einen *Ministat*-Thermostaten von Huber (Peter Huber Kältemaschinenbau GmbH, Offenburg), das integriere Magnetrührwerk sowie zwei genau arbeitende Schlauchpumpen (für die automatische Dosierung und Entnahme). In der vollautomatischen Messung wird eine Menge reinen Wassers vorgelegt und verdünntes Lösemittel dosiert. Die jeweilige Ermittlung der Oberflächen-lage, die Messung, Temperaturregelung, Dosierung, Entnahme etc. alles und automatisch bis hin zur sofortigen Ergebnisdarstellung.

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

www.imeter.de

IMETER Anwendungen

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

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

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

IMETER V.5.0 rev.47

automatic Report (386899N16312B), imeter/MSB, Augsburg

ID N° 94 - Surface Tension / Δc

Title:	**Wirkung von Isopropanol auf die OFS von Wasser**
Remarks:	"60.25"g dest. Wasser in der Messzelle vorgelegt. Eine wässrige 2-Propanol-Lösung mit der Dichte 0,922 g/cm³ wird aus einem 100mL Mess-Kolben bei 20°C per Schlauchpumpe 1 dosiert. Die Pumpe 2 entfernt vor jeder Dosierung ein konst. Volumen aus dem Gefäß
Messung:	**Konzentrationsabhängigkeit von 2-Propanol* in 'Wasser'**
Result:	**Range Δc 0,0577 to 12,6% m/m** **mit Δγ 70,61 bis 34,81 mN/m für 25,04°C**

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

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 'Konz_0-15%-Wasser3' aufgelistet und können - neben der hier erfolgenden, automatischen Datendeduktion - weiteren Aufschluss bieten.*

• 2. ===== Bestimmung der CMC =====

Formulierung des Zusammenhangs von Dosis und Wirkung:
Bestimmt für 2-Propanol* in Wasser (Dest) bei der Temperatur 25,04 ±0,01°C, im Konzentrationsbereich c=0,0577 bis 12,6% m/m. --- Mit der Gleichung I liegt eine *exzellente* polynomisch-logarithmische Beziehung zwischen Oberflächenspannung und Konzentration vor:

$$\gamma\ [\text{mN/m}] = f(c_{[\%\ m/m]}) = 60{,}915 - 7{,}2663\cdot\ln(c) - 1{,}4548\cdot\ln(c)^2 + 0{,}086341\cdot\ln(c)^3 + 0{,}022877\cdot\ln(c)^4 - 6{,}9413\cdot10^{-3}\cdot\ln(c)^5$$

(mit r^2 = 0,9999920 und s = ±0,033 mN/m)

Die Oberflächenspannungmessung kann für dieses System zwischen γ = 70,61 bis 34,81 mN/m zur Bestimmung der Konzentration mittels der Gleichung II *ebenso* angewendet werden:

$$c\ [\%] = f(\gamma_{[\text{mN/m}]}) = 106{,}53 - 5{,}2469\cdot\gamma + 0{,}099997\cdot\gamma^2 - 8{,}7148\cdot10^{-4}\cdot\gamma^3 + 2{,}9069\cdot10^{-6}\cdot\gamma^4$$

(mit r^2 = 0,9999956 und s = ±8,4·10^{-3} % m/m)

Die zu den Gleichungen angegebene 'Standardabweichung' s ist die Standardabweichung der Grundgesamtheit der Werte gegen die Regressionsgleichung; der Korrelationskoeffizient r^2 stellt die Stärke der Abhängigkeit von Konzentration und Messwerten dar. Die Terme können zu Berechnungen ausschließlich im angegebenen Konzentrationsbereich und bei der Temperatur verwendet werden. Bearbeitungshinweis: In ausgesuchten Fällen sind die in der Gleichung angegebenen Dezimalen ungenügend: der vollständige präzisierte Ausdruck, ohne Rücksicht auf sinnvolle oder gültige Stellen, lautet: $60{,}9151519315298 - 7{,}26634584608747\cdot\ln(c) - 1{,}45483211827551\cdot\ln(c)^2 + 8{,}634079E\text{-}02\cdot\ln(c)^3 + 2{,}287717E\text{-}02\cdot\ln(c)^4 - 6{,}94131942267175\cdot10^{-3}\cdot\ln(c)^5$ sowie $106{,}52819116335 - 5{,}24692650609421\cdot\gamma + 9{,}999663E\text{-}02\cdot\gamma^2 - 8{,}71482537262357\cdot10^{-4}\cdot\gamma^3 + 2{,}90688350104975\cdot10^{-6}\cdot\gamma^4$.

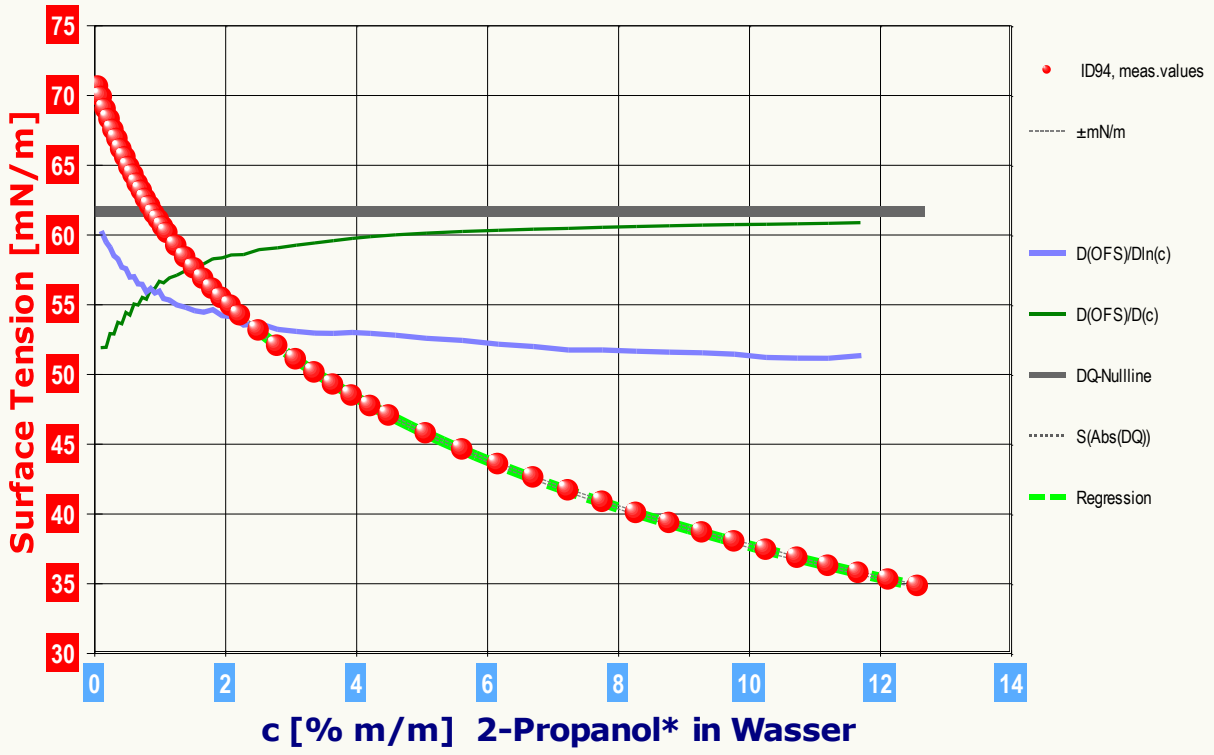
- Mengenbilanz, Zusammenfassung des Dosierverfahrens -

Vorlage: Wasser (Dest) , Masse 60,31±0,05 g, angegeben wurde der Wägewert 60,25 g, Volumen 60,49 cm³, Dichte 0,997038 g/cm³. Die Dichte bei 25,04°C wurde über den Datenbankeintrag 'Wasser' zur Temperatur ermittelt.
Zudosierung: 2-Propanol*, 50 Zugaben.
Wirkstoffkonzentration 392,5 ±0,25 g/L, Dichte 0,922 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: 50 Entnahmen als Volumen, automatisch ausgeführt.
Mengenbilanz: Gesamte Entnahmemengen 32,15 g (32,47 cm³), zugefügte Mengen 15,70 g (17,03 cm³), finaler Inhalt der Messzelle oder Vorlage 43,86 g bzw. 45,05 ±0,40 cm³, am Ende in der Vorlage enthaltene Wirkstoffmenge: 5515,8 mg.
Angenommene Dichteabnahme durch die Dosierung, insgesamt 0,0234 g/cm³ (2,4%).

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. - Die Glei-

chungen zu Dosis und Wirkung fassen die Verhältnisse kompakt zusammen und erlauben, die Oberflächenspannung über die Konzentration einzustellen und die Konzentration über die Oberflächenspannung zu ermitteln. Die Qualitätsaussage "exzellent" wird aus der Textübersetzung des Korrelationskoeffizienten "0,9999920" erzeugt.

Bearbeitungshinweise: *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 Nachbearbeitung durch den Prüfer ist hier evtl. notwendig, wenn der Bericht an externe Stellen weitergegeben werden soll.*



*Das Diagramm **Konzentrationsverlauf** 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 beiden dünnen Linien markieren bzgl. der Konzentrationsänderung geglättete, lineare bzw. logarithmische Differenzenquotienten (zur verstärkten Anzeige von 'Störungen'); die waagerechte Linie stellt den Nullbezug der Differenzenquotienten dar. Die Regressionsfunktion - das ist die angegebene Gleichung I - ist als gestrichelte Linie eingezeichnet.*

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

Die erste Datenzeile der Tabelle enthält mit "-2,8 (5)" und "γ° 71,62 mN/m" die Angabe über den Ausgangswert der Oberflächenspannung. Die Einträge bedeuten, dass der Ausgangswert der Mittelwert aus fünf Einzelmessungen ist und im Mittel 2,8 Minuten vor der ersten Dosierung in der Messung bestimmt wurde. Die Zeile 2. bedeutet den Vorgang einer Entnahme; 0,6475 Gramm der Lösung (rel. Unsicherheit 3,1‰) wurden 6,8 Minuten nach Start der Messung entfernt 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, V/V) .
1.	---	---	---	-2,8 (5)	71,62	0	0	<60,49 cm³>
2.	-0,6475	3,1‰	6,8	---	---	0	0	¬ <59,84 cm³>
3.	0,0810	3,2‰	7,1	1,5	70,61	0,575	3,9‰	0,58‰, 0,62‰
4.	-0,6474	3,1‰	8,7	---	---	0,575	3,9‰	¬ <59,28 cm³>
5.	0,0810	3,2‰	9,0	1,4	69,86	1,155	2,8‰	1,2‰, 1,3‰
6.	-0,6473	3,1‰	10,6	---	---	1,155	2,8‰	¬ <58,72 cm³>
7.	0,0810	3,2‰	10,9	1,4	68,98	1,739	2,3‰	1,7‰, 1,9‰
8.	-0,6473	3,1‰	12,4	---	---	1,739	2,3‰	¬ <58,16 cm³>
9.	0,0810	3,2‰	12,7	1,4	68,27	2,328	2,0‰	2,3‰, 2,5‰
10.	-0,6472	3,1‰	14,3	---	---	2,328	2,0‰	¬ <57,59 cm³>
11.	0,0810	3,2‰	14,5	1,4	67,50	2,922	1,8‰	2,9‰, 3,2‰
12.	-0,6471	3,1‰	16,1	---	---	2,922	1,8‰	¬ <57,03 cm³>
13.	0,0810	3,2‰	16,4	1,4	66,85	3,521	1,6‰	3,5‰, 3,8‰
14.	-0,6470	3,1‰	17,8	---	---	3,521	1,6‰	¬ <56,47 cm³>
15.	0,0810	3,2‰	18,1	2,4	66,11	4,125	1,5‰	4,1‰, 4,5‰
16.	-0,6470	3,1‰	20,7	---	---	4,125	1,5‰	¬ <55,91 cm³>
17.	0,0810	3,2‰	21,0	1,3	65,53	4,734	1,4‰	4,8‰, 0,51%
18.	-0,6469	3,1‰	22,5	---	---	4,734	1,4‰	¬ <55,35 cm³>
19.	0,0810	3,2‰	22,7	1,8	64,84	5,348	1,3‰	0,54%, 0,58%

20.	-0,6468	3,1‰	24,7	---	---	5,348	1,3‰	¬	<54,79 cm³>
21.	0,0810	3,2‰	25,0	1,5	64,28	5,967	1,3‰		0,60%, 0,65%
22.	-0,6467	3,1‰	26,6	---	---	5,967	1,3‰	¬	<54,22 cm³>
23.	0,0810	3,2‰	26,8	1,4	63,64	6,592	1,2‰		0,66%, 0,71%
24.	-0,6466	3,1‰	28,4	---	---	6,592	1,2‰	¬	<53,66 cm³>
25.	0,0810	3,2‰	28,7	1,3	63,13	7,222	1,2‰		0,73%, 0,78%
26.	-0,6466	3,1‰	30,2	---	---	7,222	1,2‰	¬	<53,10 cm³>
27.	0,0810	3,2‰	30,4	1,5	62,55	7,858	1,1‰		0,79%, 0,85%
28.	-0,6465	3,1‰	32,1	---	---	7,858	1,1‰	¬	<52,54 cm³>
29.	0,0810	3,2‰	32,3	1,9	62,03	8,500	1,1‰		0,85%, 0,92%
30.	-0,6464	3,1‰	34,4	---	---	8,500	1,1‰	¬	<51,98 cm³>
31.	0,0810	3,2‰	34,7	1,4	61,48	9,148	1,1‰		0,92%, 0,99%
32.	-0,6463	3,1‰	36,2	---	---	9,148	1,1‰	¬	<51,42 cm³>
33.	0,0810	3,2‰	36,5	1,4	61,06	9,80	1,0‰		0,98%, 1,1%
34.	-0,6463	3,1‰	38,0	---	---	9,80	1,0‰	¬	<50,85 cm³>
35.	0,0810	3,2‰	38,3	1,9	60,56	10,46	1,0‰		1,1%, 1,1%
36.	-0,6462	3,1‰	40,4	---	---	10,46	1,0‰	¬	<50,29 cm³>
37.	0,0810	3,2‰	40,7	1,4	60,12	11,13	0,97‰		1,1%, 1,2%
38.	-0,6461	3,1‰	42,2	---	---	11,13	0,97‰	¬	<49,73 cm³>
39.	0,1619	1,6‰	42,5	3,3	59,20	12,47	0,95‰		1,3%, 1,4%
40.	-0,6459	3,1‰	46,0	---	---	12,47	0,95‰	¬	<49,26 cm³>
41.	0,1619	1,6‰	46,3	2,7	58,37	13,82	0,92‰		1,4%, 1,5%
42.	-0,6458	3,1‰	49,2	---	---	13,82	0,92‰	¬	<48,78 cm³>
43.	0,1619	1,6‰	49,5	3,1	57,58	15,18	0,90‰		1,5%, 1,6%
44.	-0,6456	3,1‰	52,7	---	---	15,18	0,90‰	¬	<48,31 cm³>
45.	0,1619	1,6‰	53,0	3,0	56,83	16,54	0,88‰		1,7%, 1,8%
46.	-0,6454	3,1‰	56,2	---	---	16,54	0,88‰	¬	<47,84 cm³>
47.	0,1619	1,6‰	56,5	2,5	56,12	17,92	0,86‰		1,8%, 1,9%
48.	-0,6452	3,1‰	59,1	---	---	17,92	0,86‰	¬	<47,36 cm³>
49.	0,1619	1,6‰	59,4	3,0	55,46	19,30	0,84‰		1,9%, 2,1%
50.	-0,6451	3,1‰	62,6	---	---	19,30	0,84‰	¬	<46,89 cm³>
51.	0,1619	1,6‰	62,9	3,6	54,91	20,69	0,83‰		2,1%, 2,2%
52.	-0,6449	3,1‰	66,7	---	---	20,69	0,83‰	¬	<46,42 cm³>
53.	0,1619	1,6‰	66,9	2,5	54,21	22,10	0,81‰		2,2%, 2,4%
54.	-0,6447	3,1‰	69,7	---	---	22,10	0,81‰	¬	<45,94 cm³>
55.	0,3237	0,79‰	70,0	3,9	53,13	24,90	0,83‰		2,5%, 2,7%
56.	-0,6444	3,1‰	74,1	---	---	24,90	0,83‰	¬	<45,64 cm³>
57.	0,3237	0,79‰	74,4	3,6	52,03	27,71	0,84‰		2,8%, 3,0%
58.	-0,6440	3,1‰	78,2	---	---	27,71	0,84‰	¬	<45,34 cm³>
59.	0,3237	0,79‰	78,6	4,9	51,05	30,51	0,84‰		3,1%, 3,3%
60.	-0,6437	3,1‰	83,7	---	---	30,51	0,84‰	¬	<45,05 cm³>
61.	0,3237	0,79‰	84,0	4,5	50,12	33,31	0,84‰		3,4%, 3,6%
62.	-0,6433	3,1‰	88,6	---	---	33,31	0,84‰	¬	<44,75 cm³>
63.	0,3237	0,79‰	88,9	4,7	49,25	36,11	0,84‰		3,6%, 3,9%
64.	-0,6430	3,1‰	93,8	---	---	36,11	0,84‰	¬	<44,45 cm³>
65.	0,3237	0,79‰	94,1	4,2	48,45	38,90	0,83‰		3,9%, 4,2%
66.	-0,6426	3,1‰	98,5	---	---	38,90	0,83‰	¬	<44,15 cm³>
67.	0,3237	0,79‰	98,8	4,7	47,71	41,69	0,83‰		4,2%, 4,5%
68.	-0,6423	3,1‰	103,7	---	---	41,69	0,83‰	¬	<43,85 cm³>
69.	0,3237	0,79‰	104,0	5,0	47,03	44,48	0,82‰		4,5%, 4,8%
70.	-0,6419	3,1‰	109,2	---	---	44,48	0,82‰	¬	<43,55 cm³>
71.	0,6474	0,39‰	109,6	6,2	45,75	50,00	0,87‰		5,1%, 5,4%
72.	-0,6413	3,1‰	116,0	---	---	50,00	0,87‰	¬	<43,61 cm³>
73.	0,6474	0,39‰	116,4	5,4	44,59	55,43	0,90‰		5,6%, 6,0%
74.	-0,6406	3,1‰	121,9	---	---	55,43	0,90‰	¬	<43,66 cm³>
75.	0,6474	0,39‰	122,3	6,4	43,54	60,76	0,91‰		6,2%, 6,6%
76.	-0,6399	3,1‰	128,9	---	---	60,76	0,91‰	¬	<43,71 cm³>
77.	0,6474	0,39‰	129,3	5,6	42,59	66,01	0,92‰		6,7%, 7,2%
78.	-0,6393	3,1‰	135,1	---	---	66,01	0,92‰	¬	<43,77 cm³>
79.	0,6474	0,39‰	135,5	5,4	41,67	71,16	0,92‰		7,2%, 7,7%
80.	-0,6386	3,1‰	141,0	---	---	71,16	0,92‰	¬	<43,82 cm³>
81.	0,6474	0,39‰	141,4	5,9	40,84	76,23	0,92‰		7,8%, 8,3%
82.	-0,6380	3,1‰	147,5	---	---	76,23	0,92‰	¬	<43,87 cm³>
83.	0,6474	0,39‰	147,9	4,6	40,05	81,21	0,92‰		8,3%, 8,8%
84.	-0,6374	3,1‰	152,7	---	---	81,21	0,92‰	¬	<43,92 cm³>
85.	0,6474	0,39‰	153,1	4,6	39,33	86,11	0,92‰		8,8%, 9,3%
86.	-0,6368	3,1‰	157,9	---	---	86,11	0,92‰	¬	<43,98 cm³>
87.	0,6474	0,39‰	158,3	5,0	38,65	90,93	0,91‰		9,3%, 9,9%
88.	-0,6362	3,1‰	163,5	---	---	90,93	0,91‰	¬	<44,03 cm³>
89.	0,6474	0,39‰	163,9	4,3	38,00	95,66	0,91‰		9,8%, 10%
90.	-0,6356	3,1‰	168,4	---	---	95,66	0,91‰	¬	<44,08 cm³>
91.	0,6474	0,39‰	168,8	4,2	37,41	100,316	0,90‰		10%, 11%
92.	-0,6350	3,1‰	173,2	---	---	100,316	0,90‰	¬	<44,14 cm³>
93.	0,6474	0,39‰	173,6	4,2	36,83	104,89	0,90‰		11%, 11%
94.	-0,6344	3,1‰	178,0	---	---	104,89	0,90‰	¬	<44,19 cm³>
95.	0,6474	0,39‰	178,4	3,9	36,26	109,39	0,90‰		11%, 12%
96.	-0,6339	3,1‰	182,5	---	---	109,39	0,90‰	¬	<44,24 cm³>

97.	0,6474	0,39‰	182,9	3,6	35,76	113,8	0,89‰		12%, 12%
98.	-0,6333	3,1‰	186,7	---	---	113,8	0,89‰	¬	<44,29 cm³>
99.	0,6474	0,39‰	187,1	4,4	35,27	118,2	0,89‰		12%, 13%
100.	-0,6328	3,1‰	191,7	---	---	118,2	0,89‰	¬	<44,35 cm³>
101.	0,6474	0,39‰	192,1	4,8	34,81	122,4	0,89‰		13%, 13%

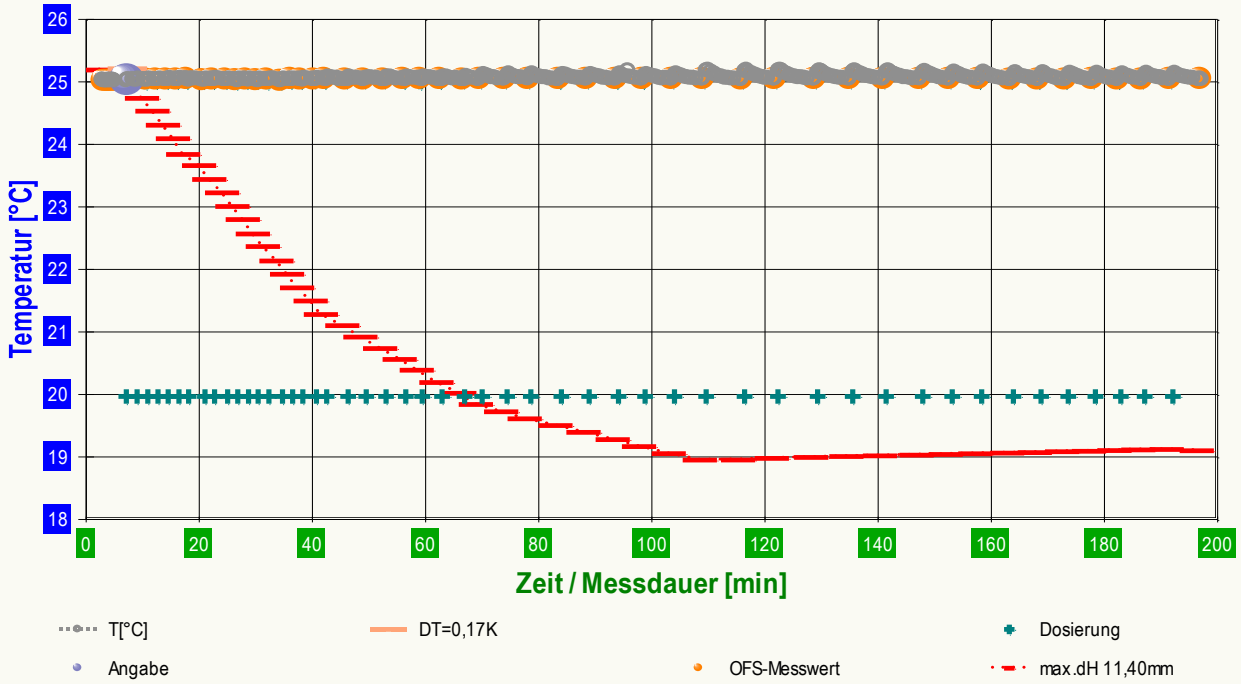
*Die Spalten der Tabelle zeigen von links nach rechts die folgenden Inhalte: (1. N°) ist die Zeilennummer, (2. Δm) die jeweilige Dosier- oder Entnahmemasse in Gramm, (3. u_m%) die zugehörige relative Massenunsicherheit, die aus der ursprünglich angegebenen absoluten Unsicherheit berechnet ist. (4. $t_{\Delta c}$) 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)** und Volumenverhältnis **(V/V)** 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

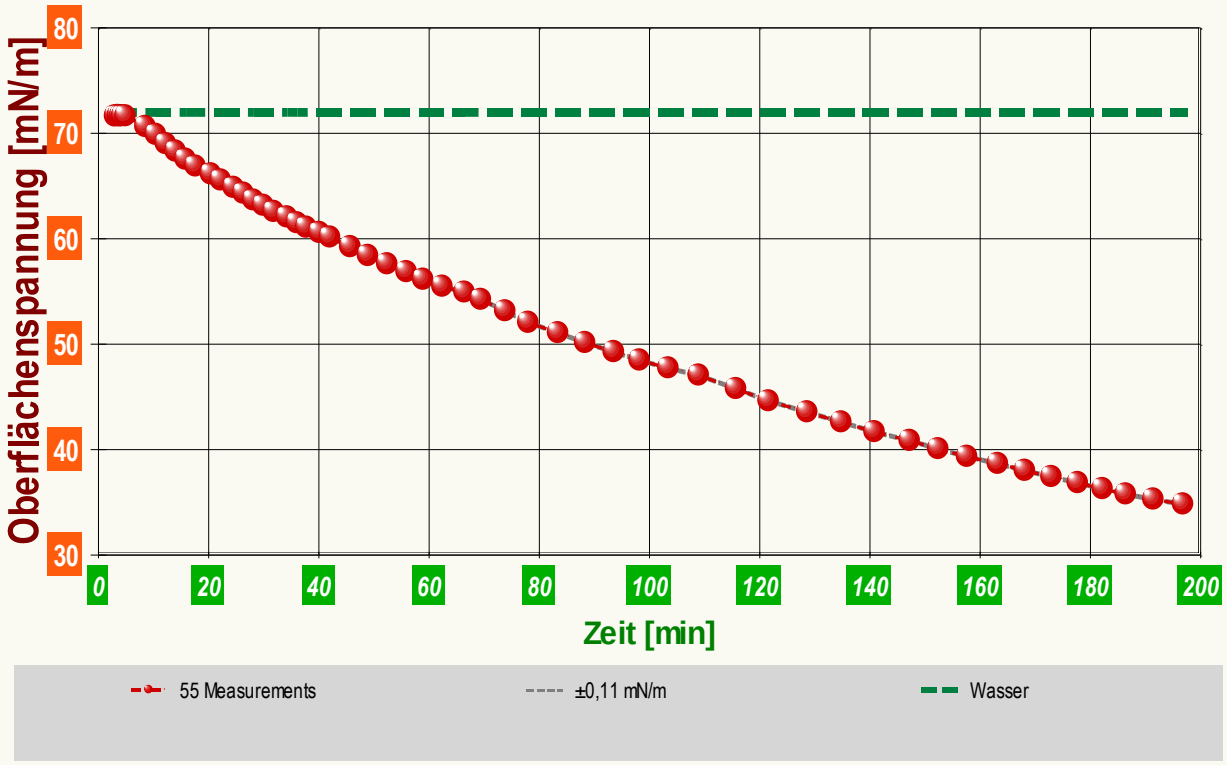
• 3. ===== Übersicht, Temperatur ======

Die Oberflächenspannung wurde 55 Mal gemessen, Nettodauer des Messablaufs drei Stunden; Temperaturverlauf im gesamten Zeitraum nicht immer isotherm bei 25,03°C. Die Streuung, als rel. Standardabweichung, der den Messwerten zugeordneten Temperatur, beträgt 0,29‰ (Mittelw.: 25,04±0,01°C)

Die Angabe des 'Temperaturverlaufs' stellt die während der Messung registrierten Temperaturwerte dar (Maximalwert: 25,19°C, Minimalwert: 25,02°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 51 Mal durch das Messprogramm ermittelt. Der größte Niveauhöhenunterschied beträgt 11,399 mm. Diese zusätzliche Auswertung ermöglicht (bei speziell darauf eingerichteten Messprogrammen) über diese Rückkopplung von Niveauveränderungen z.B. 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.



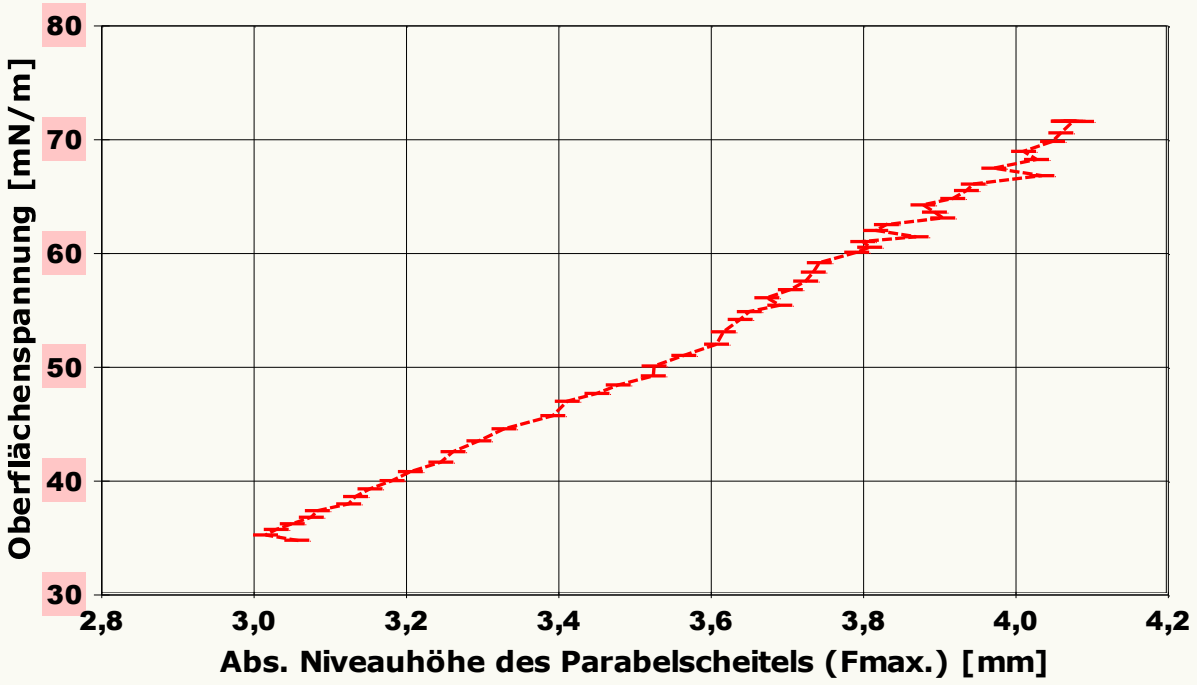
Im Diagramm "Zeit-Abhängigkeit" sind die einzelnen Messwerte als Kreissymbole in der zeitlichen Reihenfolge eingetragen. Um die Messwerte ist der Unsicherheitsbereich eingezeichnet.

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

N°	*t* [min]	*T*[°C]	*γ*[mN/m]	*H*[mm]	$\tau_{rel.}$[s]	*Δρ*[g/cm³]
1.	3,1	25,02	71,62	4,07	3,5	0,9958
2.	3,6	25,02	71,64	4,06	3,5	0,9958
3.	4,0	25,02	71,61	4,09	3,7	0,9958
4.	4,4	25,02	71,63	4,06	3,5	0,9958
5.	5,0	25,02	71,62	4,08	3,6	0,9958
6.	8,6	25,03	70,61	4,06	3,5	0,9957
7.	10,5	25,04	69,86	4,05	3,5	0,9956
8.	12,3	25,04	68,98	4,01	3,4	0,9955
9.	14,1	25,04	68,27	4,03	3,5	0,9954
10.	15,9	25,04	67,50	3,97	3,2	0,9953
11.	17,7	25,05	66,85	4,03	3,6	0,9952
12.	20,5	25,03	66,11	3,94	3,2	0,9950
13.	22,3	25,04	65,53	3,94	4,1	0,9949
14.	24,6	25,04	64,84	3,92	3,1	0,9948
15.	26,4	25,03	64,28	3,88	4,0	0,9947
16.	28,2	25,04	63,64	3,89	3,9	0,9946
17.	30,0	25,03	63,13	3,90	3,1	0,9944
18.	31,9	25,04	62,55	3,83	2,7	0,9943
19.	34,3	25,02	62,03	3,82	2,7	0,9942
20.	36,1	25,05	61,48	3,87	4,0	0,9941
21.	37,8	25,04	61,06	3,80	3,7	0,9940
22.	40,2	25,04	60,56	3,81	3,7	0,9938
23.	42,1	25,05	60,12	3,79	3,7	0,9937
24.	45,8	25,04	59,20	3,74	3,5	0,9934
25.	49,0	25,04	58,37	3,73	3,5	0,9932
26.	52,5	25,04	57,58	3,72	3,4	0,9929
27.	56,0	25,05	56,83	3,70	3,4	0,9927
28.	59,0	25,05	56,12	3,67	3,3	0,9924
29.	62,5	25,05	55,46	3,69	4,4	0,9921
30.	66,5	25,04	54,91	3,65	4,3	0,9919
31.	69,5	25,05	54,21	3,64	4,2	0,9916

32. 73,9	25,05	53,13	3,62	3,1	0,9911
33. 78,1	25,05	52,03	3,61	3,1	0,9905
34. 83,5	25,05	51,05	3,56	4,0	0,9900
35. 88,4	25,05	50,12	3,53	3,8	0,9895
36. 93,6	25,05	49,25	3,52	3,9	0,9889
37. 98,3	25,05	48,45	3,48	3,7	0,9884
38. 103,5	25,05	47,71	3,45	3,6	0,9879
39. 109,0	25,05	47,03	3,41	3,4	0,9873
40. 115,8	25,04	45,75	3,39	3,4	0,9863
41. 121,7	25,05	44,59	3,33	4,1	0,9852
42. 128,7	25,05	43,54	3,30	4,0	0,9842
43. 134,9	25,05	42,59	3,26	3,8	0,9832
44. 140,9	25,05	41,67	3,25	3,9	0,9822
45. 147,3	25,05	40,84	3,21	3,6	0,9813
46. 152,5	25,05	40,05	3,18	3,6	0,9803
47. 157,7	25,05	39,33	3,15	3,5	0,9794
48. 163,3	25,04	38,65	3,13	3,4	0,9784
49. 168,2	25,04	38,00	3,12	4,4	0,9775
50. 173,0	25,04	37,41	3,08	4,3	0,9766
51. 177,8	25,05	36,83	3,08	4,3	0,9758
52. 182,3	25,04	36,26	3,05	4,1	0,9749
53. 186,5	25,04	35,76	3,03	4,0	0,9741
54. 191,5	25,05	35,27	3,02	4,0	0,9732
55. 196,9	25,05	34,81	3,06	4,2	0,9724

*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°3 (PtIr-III), mittlerer Ringradius R =9,576 mm, Drahtradius r =0,185 mm, Korrekturfaktor 1,0006. linearer Ausdehnungskoeffizient α =8,9·10^{-6}K^{-1}, Innendurchmesser des Messgefäßes D =43 mm.
Zur Vorlagensubstanz: Dichte ρ =0,997040 g/cm³ (bei 25,04°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]	$t_⊗$[s]	ΩK
1.	6,5148	-2,7020	0,9370 h	0,203	-	-	¹pD
2.	6,5166	-2,7030	0,9370 h	0,203	-	-	¹pD
3.	6,5142	-2,7020	0,9370 h	0,203	-	-	¹pD
4.	6,5150	-2,7030	0,9370 h	0,203	-	-	¹pD
5.	6,5141	-2,7030	0,9370 h	0,203	-	-	¹pD
6.	6,3932	-2,7010	0,9363 h	0,203	-	-	¹pD
7.	6,3010	-2,7010	0,9358 h	0,203	-	-	¹pD
8.	6,1999	-2,7001	0,9347 h	0,203	-	-	¹pD
9.	6,1170	-2,6991	0,9338 h	0,203	-	-	¹pD
10.	6,0249	-2,6971	0,9333 h	0,203	-	-	¹pD
11.	5,9449	-2,6971	0,9328 h	0,203	-	-	¹pD
12.	5,8586	-2,6952	0,9320 h	0,203	-	-	¹pD
13.	5,7896	-2,6952	0,9314 h	0,203	-	-	¹pD
14.	5,7087	-2,6932	0,9306 h	0,203	-	-	¹pD
15.	5,6408	-2,6952	0,9299 h	0,203	-	-	¹pD
16.	5,5675	-2,6922	0,9292 h	0,203	-	-	¹pD
17.	5,5046	-2,6942	0,9286 h	0,203	-	-	¹pD
18.	5,4367	-2,6922	0,9279 h	0,203	-	-	¹pD
19.	5,3755	-2,6922	0,9272 h	0,203	-	-	¹pD
20.	5,3100	-2,6912	0,9265 h	0,203	-	-	¹pD
21.	5,2601	-2,6912	0,9260 h	0,203	-	-	¹pD
22.	5,2012	-2,6902	0,9254 h	0,203	-	-	¹pD
23.	5,1478	-2,6912	0,9248 h	0,203	-	-	¹pD
24.	5,0392	-2,6883	0,9239 h	0,203	-	-	¹pD
25.	4,9370	-2,6893	0,9230 h	0,203	-	-	¹pD
26.	4,8419	-2,6883	0,9221 h	0,203	-	-	¹pD
27.	4,7505	-2,6873	0,9215 h	0,203	-	-	¹pD
28.	4,6622	-2,6863	0,9209 h	0,203	-	-	¹pD
29.	4,5805	-2,6863	0,9204 h	0,203	-	-	¹pD
30.	4,5130	-2,6844	0,9199 h	0,203	-	-	¹pD
31.	4,4285	-2,6853	0,9190 h	0,203	-	-	¹pD
32.	4,2991	-2,6853	0,9172 h	0,203	-	-	¹pD
33.	4,1694	-2,6834	0,9156 h	0,203	-	-	¹pD
34.	4,0469	-2,6834	0,9147 h	0,203	-	-	¹pD
35.	3,9311	-2,6824	0,9138 h	0,203	-	-	¹pD
36.	3,8260	-2,6814	0,9126 h	0,203	-	-	¹pD
37.	3,7283	-2,6824	0,9115 h	0,203	-	-	¹pD
38.	3,6367	-2,6824	0,9105 h	0,203	-	-	¹pD
39.	3,5501	-2,6834	0,9098 h	0,203	-	-	¹pD
40.	3,3916	-2,6834	0,9082 h	0,203	-	-	¹pD
41.	3,2502	-2,6834	0,9063 h	0,203	-	-	¹pD
42.	3,1226	-2,6804	0,9049 h	0,203	-	-	¹pD
43.	3,0042	-2,6795	0,9037 h	0,203	-	-	¹pD
44.	2,8935	-2,6775	0,9019 h	0,203	-	-	¹pD
45.	2,7941	-2,6746	0,9005 h	0,203	-	-	¹pD
46.	2,6970	-2,6726	0,8994 h	0,203	-	-	¹pD
47.	2,6064	-2,6726	0,8984 h	0,203	-	-	¹pD
48.	2,5212	-2,6726	0,8974 h	0,203	-	-	¹pD
49.	2,4418	-2,6706	0,8964 h	0,203	-	-	¹pD
50.	2,3670	-2,6706	0,8955 h	0,203	-	-	¹pD
51.	2,2929	-2,6726	0,8945 h	0,203	-	-	¹pD
52.	2,2227	-2,6706	0,8936 h	0,203	-	-	¹pD
53.	2,1572	-2,6726	0,8927 h	0,203	-	-	¹pD
54.	2,0972	-2,6716	0,8919 h	0,203	-	-	¹pD
55.	2,0389	-2,6716	0,8911 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*

……

***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 (s^2) 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 94, 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 ***"Konz_0-15%-Wasser3"***, type 1/55. Die Messung wurde programmgemäß ausgeführt.

……

Prüfmittel

Die Kraftmesseinrichtung (WZ224-CW) wurde zuletzt eine Minute nach dem Beginn 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° , 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.*

……

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.

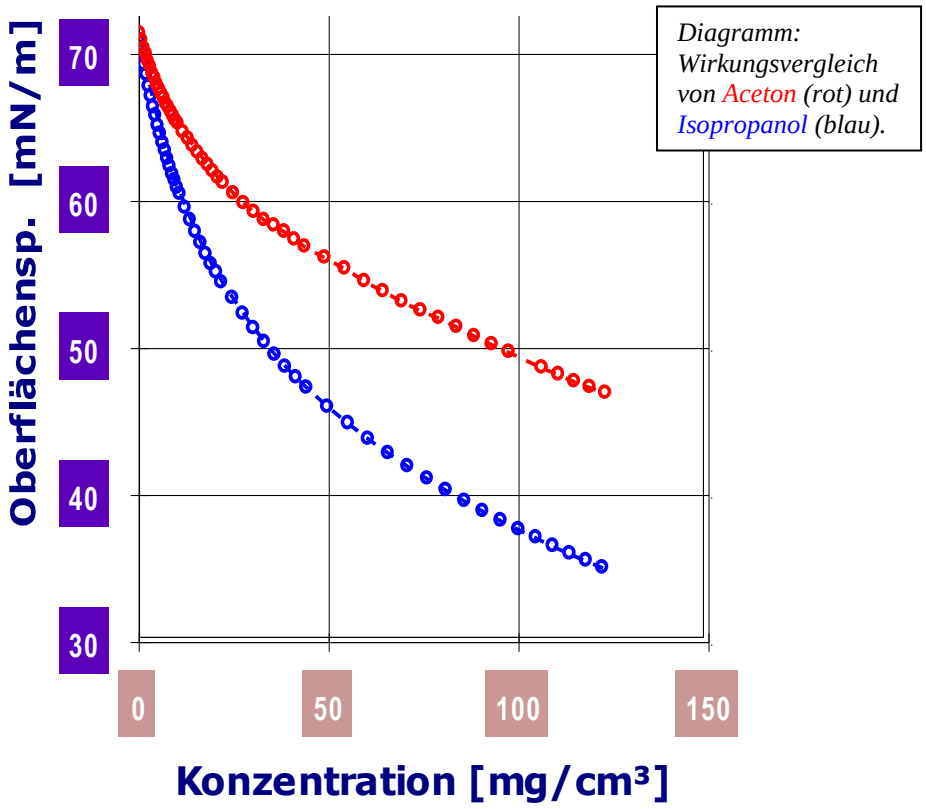


Diagramm: Wirkungsvergleich von Aceton (rot) und Isopropanol (blau).

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!