

Oberflächenspannung:

„Wasser bis zum Gefrierpunkt“

In dieser Messung wurde Wasser von 20°C relativ schnell heruntergekühlt und dabei die Oberflächenspannung gemessen. Der Zweck der Übung bestand darin, Mess- und Referenzdaten gegenüberzustellen und mit dem Erreichen der Erstarrungstemperatur des Wassers die Temperaturmesskette zu prüfen. Die Messung wurde in einem doppelwandigen Temperiergefäß ausgeführt; *imeter* steuert im Messprogramm den sehr schnellen *Ministat* -Thermostaten der Fa. Huber (Peter Huber Kältemaschinenbau GmbH, Offenburg, www.huber-online.com) und das integrierte Magnetrührwerk. Zur Messung werden etwa 40mL Wasser in das Messgefäß gegeben, der Ring eingehängt und in die Aufnahme von *imeter 4* gestellt. Die jeweilige Ermittlung der Oberflächenspannung, die Messung, Temperaturregelung 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. Variablen sind nicht nur die Messdaten selbst und deren Umstände sowie die Eigenschaften der Normale, sondern auch Abläufe und Handhabungen. 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* erledigt damit ziemlich viel von dem, was sonst zur teuren Arbeitszeit gehört.

Die Formatierungsvorgaben des *imeter*-Berichts bestimmen Art und Umfang der Informationsdarstellung. - Anhand eines vollständigen Berichts wird der Anwender (der Kunde oder wir) in die Lage versetzt, die Plausibilität und Validität einer Messung zu überprüfen.

Der *imeter*-Prüfbericht auf den folgenden Seiten enthält zusätzlich automatische Erläuterungen, die leider wortreich, den Fluss der Informationen bzw. das Layout etwas beeinträchtigen.



Bericht (65EB59S16312B), imeter/MSB, Augsburg am 13.02.06

ID N° 189 - Oberflächenspannung

ausgeführt am Donnerstag, 16 Juni 2005, von imeter

Titel: Wasser von 20° bis zum Gefrieren
Bemerkung: relativ schnelle Abkühlung, Test von "Wasserangaben" und Thermometercheck.
Flüssigkeit/Vergleich: 'Wasser'
Ergebnis: 74,26mN·m⁻¹ bei 10,00°C

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: < In 20 Minuten von 20°C auf 0°C ist eine für physikalische Messungen gewagte Geschwindigkeit. Gleichwohl sind die Daten, verglichen mit den Referenzangaben, recht gut. Parallel in dieser Messung wurde der Temperaturfühler geprüft. -- Mit dem Unterkühlen gefriert das Wasser schlagartig und erreicht den Wert der Erstarrungstemperatur von Wasser bei 0.0°C. > **Kommentar**

Per "Kommentar" können Dokumentationen frei mit beschreibenden Texten versehen werden. Hier eingebrachte Eingaben oder Änderungen werden nicht über das "Audit-Log" verwaltet. (Falls eine z.B. rechtlich wichtige Bemerkung mit Zeit und Name - quasi notariell - festgehalten werden soll, dann sollte diese über das 'Bemerkungsfeld' im Datenblatt eingetragen werden.)

Hinweis: Die Aktivierung der Option "ERLÄUTERUNGSTEXTE", die für diese Berichtsausgabe eingestellt ist, bewirkt, dass der Bericht selbst und erklärungsbedürftige Elemente darin mit Erläuterungen versehen werden, Bearbeitungshinweise für den Anwender werden zusätzlich ausgegeben.

außerdem wird auf ggf. unterdrückte Informationen hingewiesen. Die zugehörigen Erklärungen sind formatiert wie dieser Text.

Art, Präzision und Aussagetiefe der im Folgenden wiedergegebenen Ergebnisse wird wesentlich durch die Bedingungen des Messablaufs bestimmt. Im Messprogramm - 'Wasser10to-1C' - der 'Normalmethode' zu dieser Messung, sind dazu die Handhabungen niedergelegt.

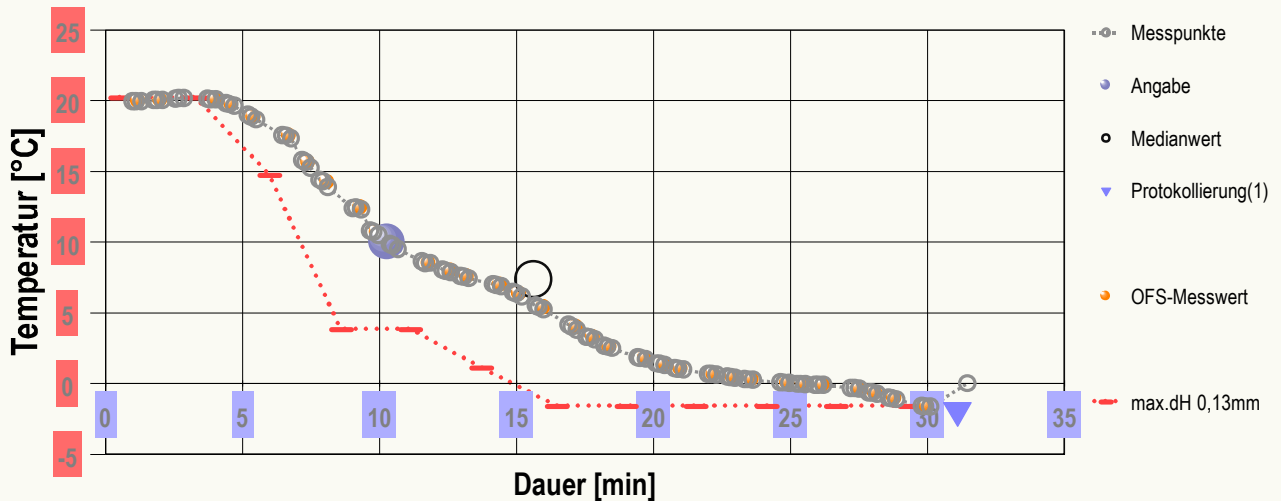
• Vergleichsanalyse

Referenz "Wasser", Bezugstemperatur = 10,00°C

| | Referenzwert | Messung | Abweichung absolut | relativ | Signifikanz |
|-------------------------|--------------|---------|--|---------|-------------|
| γ | 74,24 | 74,26 | +0,02mN·m ⁻¹ | 0,3‰ | @ |
| $\Delta\gamma/\Delta T$ | 0,15 | 0,16 | +0,01mN·m ⁻¹ ·K ⁻¹ | 7% | @ |

Der Ergebnisvergleich mit den Angaben, die in der Referenzdatenbank zu 'WASSER' gefunden werden, stellt die Werteübereinstimmung unabhängig von der Temperatur dar. Der Unterschied wird als absolute Differenz "Probenwert Minus Referenzwert" und als relative Abweichung angegeben. Das Symbol γ steht für die Messgröße, $\Delta\gamma/\Delta T$ für den Temperaturkoeffizienten; mit "Signifikanz" wird ausgedrückt, um wieviele Male die Messunsicherheit größer ist, als der Unterschied von Mess- und Referenzwert. Das Zeichen "@" bringt zum Ausdruck, dass bei der jeweiligen Größe kein signifikanter Unterschied von Mess- und Referenzwert auftritt. Die Aussagefähigkeit der Signifikanz bei der Bewertung der Temperaturabhängigkeit hängt stark davon ab, dass ein hinreichend großes Temperaturintervall durchgemessen wird.

Die Oberflächenspannung wurde 33 Mal gemessen, die Nettodauer des Messablaufs betrug 29,9 Minuten, Angabetemperatur des Eintrags sowie des Temperaturkoeffizienten ist 10,00°C. Es lag eine unstetige, Temperaturabnahme von 20,18 auf -1,63°C vor.



31,1' : Gefroren T= +0.01 (Temp.-Fühler perfekt!)

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

Im Diagramm, oben, "Temperatur- u. Ereignisprofil" wird eine Übersicht zum zeitlichen Verlauf der Vorgänge und der dabei gemessenen Temperatur gezeigt. Die Grafik hat zunächst eher einen informativen Charakter - sie dient der Rückkopplung und Übersicht über die Vorgänge bei der Messung. Die Bedeutung der eingezeichneten Symbole: Die Kreismarkierungen zeigen die Temperaturmessungen an. Die kugelförmigen Marken stehen für Zeitpunkt und Temperaturzuordnung von Messwerten der 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. Das Dreieck zeigt den Zeitpunkt, zu dem vom Prüfer die oben angegebene Anmerkung in das Protokoll eingetragen wurde.

Berechnung: 'autoselect' (Harkins & Jordan), Messring: Standard (2A), Korrekturfaktor 1,031.

Ringradius 9,855mm, Drahradius 0,185mm, Ausdehnungskoeffizient 8,9·10⁻⁶K⁻¹, Gefäßoberfläche 1452,2mm².

Zur Probensubstanz: Dichte 0,999702g·cm⁻³ (bei 10,00°C); die Dichte wird zur jeweiligen Temperatur mit der Referenzfunktion berechnet.

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 $(6.5592063E-05 \cdot [^{\circ}C]^5 - 1.1225639E-02 \cdot [^{\circ}C]^4 + 1.0026530 \cdot [^{\circ}C]^3 - 90.968893 \cdot [^{\circ}C]^2 + 679.48991 \cdot [^{\circ}C] + 9998425.9) / 1E7$ 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..

Akquisitionsperiode der 33 Messwerte im Messablauf: 1 bis 30min, Temperatur $\Delta T = -21,70K$

Ergebniswert: $\gamma = 74,26 \pm 0,21 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$

Streuung: $\pm 2,94E-2 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ absolute bzw. 0,40‰ relative Standardabweichung

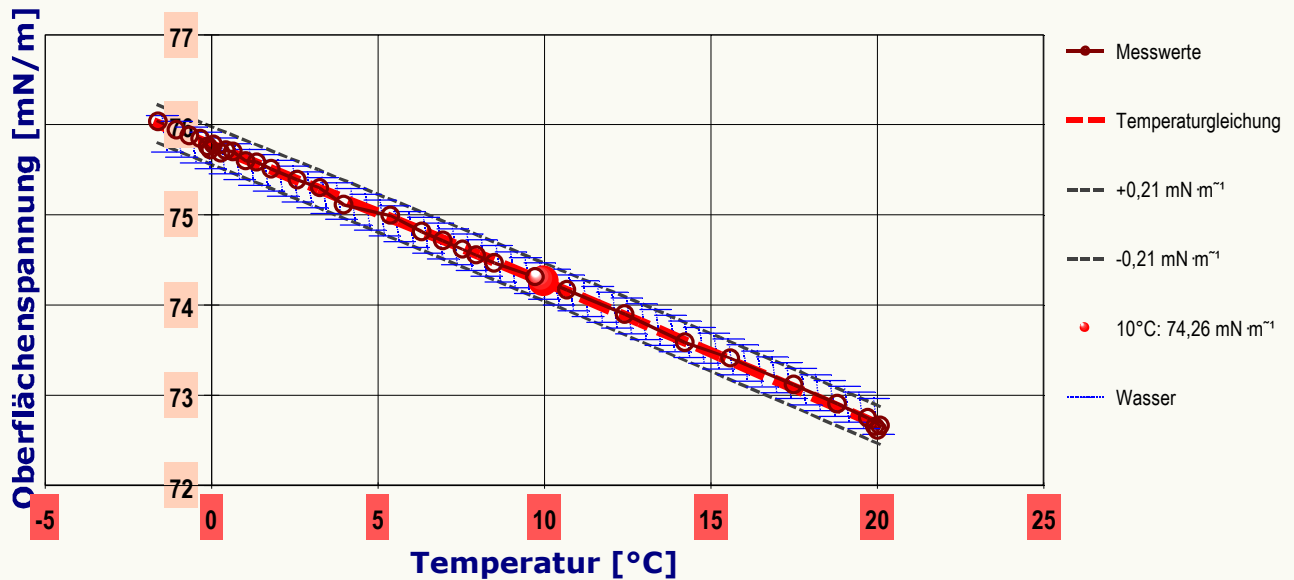
Berechnung: quadratischen Regressionsgleichung, eindeutig temperaturabhängig

Der Temperaturkoeffizient der Oberflächenspannung mit $0,155 \pm 0,009 \text{ [mN}\cdot\text{m}\cdot\text{K}^{-1}]$ entspricht normalen Werten geradenoch, die relative Änderung der Oberflächenspannung mit der Temperatur beträgt 2,1‰ pro Grad bei der Angabetemperatur.

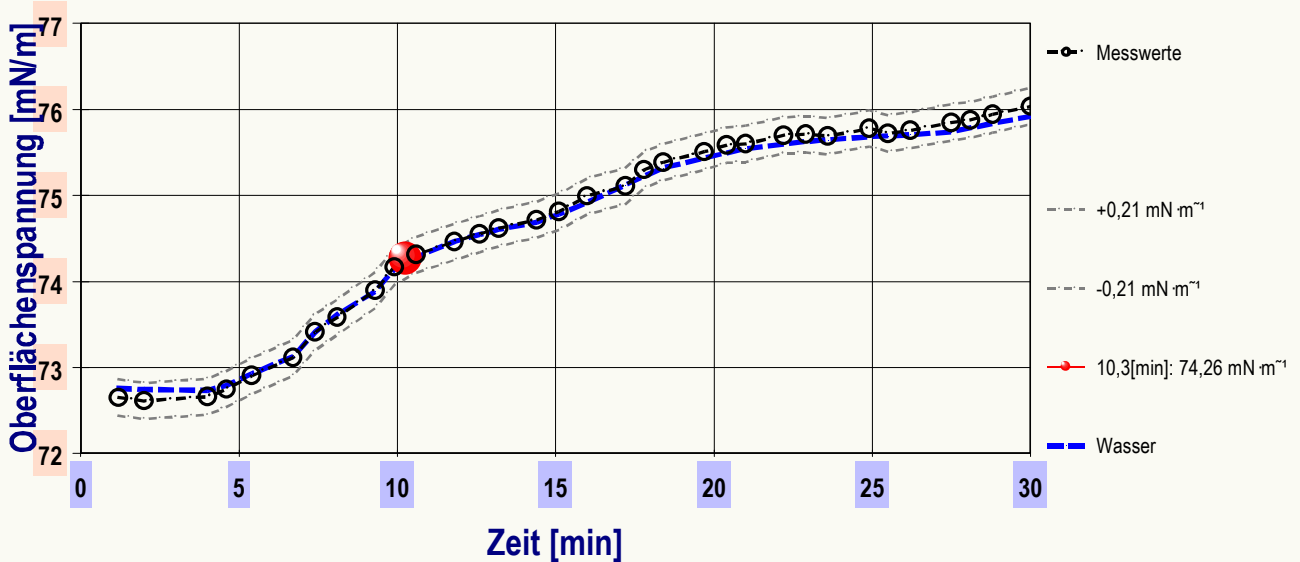
Temperaturzusammenhang zwischen -1,61 und 20,09 °C:

$$\gamma(T) = 75,770 - 0,14820 \cdot T[\text{°C}] - 0,00032267 \cdot T[\text{°C}]^2 \quad r^2 = 0,99939 \quad s^2 = 8,62E-4$$

Das Ergebnis γ der Oberflächenspannungsmessung wird mit der individuell berechneten Messunsicherheit angegeben. Dass die Messunsicherheit kleiner ist, als die Standardabweichung (Streuung), die im Bezug auf die Auswertemethode (quadratischen Regressionsgleichung) berechnet ist, bestätigt die Korrektheit der Messung. Die Messdaten werden automatisch analysiert. Ergebnis und ermittelte Zusammenhänge stellen Vorschläge dar, wobei aus den Daten evtl. auch andere Zusammenhänge gewonnen werden könnten. - Aus der Abwägung der Einflüsse werden formale Zusammenhänge für die Bewertung ermittelt und auch 'Qualitätsangaben' erzeugt. Der 'normale Bereich' Temperaturkoeffizient der Oberflächenspannung reicht etwa von 0,14 bis 0,43 $\text{mN}\cdot\text{m}\cdot\text{K}^{-1}$. Die Interpretation des Temperaturkoeffizienten erfolgt, um einen Eindruck von dieser, eher unbekanntem Größe zu geben. Der Vergleich zum 'Normal' wird über Mittelwert (0,29) und die Standardabweichung ($\pm 0,15$) der in der Referenzdatenbank gespeicherten Flüssigkeitsdaten hergestellt. Die Güte der angegebenen Gleichung wird durch den Korrelationskoeffizienten (r^2 , der 'recht gut' ist) und die Varianz (s^2) der Messwerte gegen die Gleichung qualifiziert.



Das Diagramm, "Temperaturabhängigkeit", oben, zeigt die einzelnen Messwerte der Oberflächenspannung als Kreissymbole in Temperaturabhängigkeit an. Um den oder die Messwerte ist der Bereich der Unsicherheit als dünn gestrichelte Linie dargestellt. Der Verlauf einer Regressionsfunktion zu den Messwerten und Referenzdaten gleichbezeichneter Flüssigkeiten sowie ggf. der beste Hit sind in deren Temperaturabhängigkeit im Diagramm angezeigt.

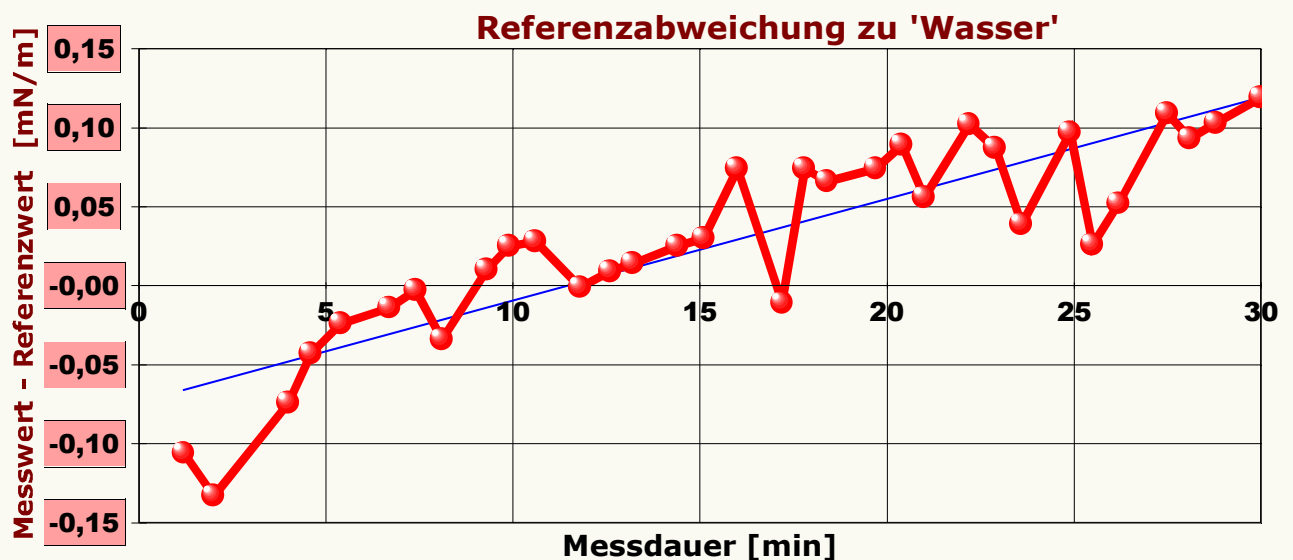


Im Diagramm, "zeitlicher Verlauf", oben, sind die einzelnen Messwerte als Kreissymbole in zeitlicher Sequenz abgebildet. Um die Ausgleichsfunktion bzw. die Messwerte ist der Unsicherheitsbereich eingezeichnet. Der Verlauf der Referenzwerte zu Wasser wird temperaturkompensiert angezeigt.

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

| N° | t [min] | T [°C] | γ [mN·m ⁻¹] | H[mm] | τ_{rel} [s] | ρ_{Δ} [g·cm ⁻³] |
|-----|---------|--------|--------------------------------|-------|------------------|---------------------------------------|
| 1. | 1,2 | 19,94 | 72,65 | 3,98 | 6,0 | 0,9970 |
| 2. | 2,0 | 20,02 | 72,61 | 3,99 | 6,1 | 0,9970 |
| 3. | 4,0 | 20,09 | 72,66 | 4,00 | 6,1 | 0,9970 |
| 4. | 4,6 | 19,72 | 72,75 | 3,98 | 6,0 | 0,9971 |
| 5. | 5,4 | 18,81 | 72,90 | 3,99 | 6,1 | 0,9972 |
| 6. | 6,7 | 17,49 | 73,11 | 3,98 | 6,0 | 0,9975 |
| 7. | 7,4 | 15,59 | 73,41 | 4,00 | 6,1 | 0,9978 |
| 8. | 8,1 | 14,22 | 73,58 | 3,97 | 5,9 | 0,9980 |
| 9. | 9,3 | 12,42 | 73,90 | 4,06 | 7,4 | 0,9983 |
| 10. | 9,9 | 10,68 | 74,17 | 4,04 | 7,3 | 0,9984 |
| 11. | 10,6 | 9,72 | 74,31 | 4,02 | 7,1 | 0,9985 |
| 12. | 11,8 | 8,50 | 74,46 | 3,99 | 7,0 | 0,9986 |
| 13. | 12,6 | 7,95 | 74,55 | 4,03 | 7,2 | 0,9987 |
| 14. | 13,2 | 7,54 | 74,62 | 4,03 | 7,2 | 0,9987 |
| 15. | 14,4 | 6,95 | 74,72 | 4,03 | 7,2 | 0,9987 |
| 16. | 15,1 | 6,32 | 74,81 | 4,04 | 7,2 | 0,9987 |
| 17. | 16,0 | 5,37 | 74,99 | 4,04 | 7,3 | 0,9988 |
| 18. | 17,2 | 3,97 | 75,11 | 4,01 | 6,1 | 0,9988 |
| 19. | 17,8 | 3,25 | 75,30 | 4,05 | 6,2 | 0,9988 |
| 20. | 18,4 | 2,58 | 75,39 | 4,04 | 6,2 | 0,9988 |
| 21. | 19,7 | 1,79 | 75,51 | 4,05 | 6,3 | 0,9987 |
| 22. | 20,4 | 1,36 | 75,58 | 4,07 | 6,3 | 0,9987 |
| 23. | 21,0 | 1,03 | 75,60 | 4,04 | 6,2 | 0,9987 |
| 24. | 22,2 | 0,65 | 75,70 | 4,03 | 6,1 | 0,9987 |
| 25. | 22,9 | 0,44 | 75,71 | 4,04 | 6,1 | 0,9987 |
| 26. | 23,6 | 0,28 | 75,69 | 4,05 | 6,2 | 0,9987 |
| 27. | 24,9 | 0,06 | 75,78 | 4,03 | 6,1 | 0,9986 |
| 28. | 25,5 | -0,04 | 75,72 | 4,04 | 6,2 | 0,9986 |
| 29. | 26,2 | -0,11 | 75,76 | 4,05 | 6,2 | 0,9986 |
| 30. | 27,5 | -0,34 | 75,85 | 4,07 | 6,3 | 0,9986 |
| 31. | 28,1 | -0,67 | 75,88 | 4,04 | 6,2 | 0,9986 |
| 32. | 28,8 | -1,06 | 75,94 | 4,05 | 6,3 | 0,9986 |
| 33. | 30,0 | -1,61 | 76,04 | 4,03 | 6,1 | 0,9985 |

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 τ_{rel} , das Alter der Flüssigkeitslamelle beim Messwert der Maximalkraft sowie mit ρ_{Δ} , den Wert der Dichte abzüglich der Luftdichte (ggf. zur Temperatur) berechnet.



Wasser: 74,24 [mN m⁻¹] bei 10°C, Abweichung: $f(t[\text{min}]) = -0,0735 + 6,43E-3 \{t[\text{min}]\}$, $r^2 = 0,77$ (Mw 0,0290 mN m⁻¹)

Das Chart, "Abweichungsdiagramm", zeigt die (temperaturkompensierte) Abweichungen der einzelnen Messwerte zum Referenzwert in zeitlicher Aufreihung. - In Diagrammen wird immer der jeweilige Datenbereich auf maximale Auflösung 'gezoomt': Was auch perfekte Messungen schlecht aussehen lässt. Ob eine Messung nicht tatsächlich brauchbare Ergebnisse liefert, zeigt sich daher oft erst durch die Betrachtung der Y-Skalierung in Relation zur Messunsicherheit!

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

| N° | F _{max} [mN] | F _{sz} [mN] | f _k | v _z [mm·s ⁻¹] | ⊗[mm] | t ₀ [s] | Ω _k |
|-----|-----------------------|----------------------|----------------|--------------------------------------|-------|--------------------|----------------|
| 1. | 9,2710 | -0,0647 | 0,9347 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 2. | 9,2722 | -0,0588 | 0,9347 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 3. | 9,2788 | -0,0579 | 0,9347 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 4. | 9,2873 | -0,0598 | 0,9348 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 5. | 9,3041 | -0,0618 | 0,9349 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 6. | 9,3288 | -0,0628 | 0,9351 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 7. | 9,3621 | -0,0657 | 0,9352 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 8. | 9,3842 | -0,0647 | 0,9353 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 9. | 9,4174 | -0,0696 | 0,9355 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 10. | 9,4464 | -0,0736 | 0,9357 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 11. | 9,4639 | -0,0736 | 0,9358 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 12. | 9,4822 | -0,0736 | 0,9359 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 13. | 9,4921 | -0,0745 | 0,9360 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 14. | 9,4996 | -0,0745 | 0,9360 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 15. | 9,5117 | -0,0736 | 0,9361 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 16. | 9,5200 | -0,0765 | 0,9363 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 17. | 9,5420 | -0,0755 | 0,9365 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 18. | 9,5535 | -0,0775 | 0,9366 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 19. | 9,5735 | -0,0794 | 0,9368 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 20. | 9,5855 | -0,0775 | 0,9369 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 21. | 9,5976 | -0,0794 | 0,9371 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 22. | 9,6082 | -0,0775 | 0,9372 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 23. | 9,6108 | -0,0765 | 0,9372 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 24. | 9,6186 | -0,0804 | 0,9373 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 25. | 9,6251 | -0,0755 | 0,9373 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 26. | 9,6231 | -0,0745 | 0,9373 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 27. | 9,6296 | -0,0785 | 0,9374 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 28. | 9,6269 | -0,0745 | 0,9373 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 29. | 9,6281 | -0,0775 | 0,9374 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 30. | 9,6404 | -0,0755 | 0,9375 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 31. | 9,6458 | -0,0736 | 0,9375 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 32. | 9,6514 | -0,0755 | 0,9376 h | 0,203 | - | - | 1pD |
| 33. | 9,6632 | -0,0745 | 0,9377 h | 0,203 | - | - | 1pD |

Zur Tabelle: Mit F_{max} den der Berechnung zu Grunde liegenden, korrigierten Messwert, der Maximalkraft an. Der Bezugswert, F_{sz} 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 '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 an und t₀ gibt dafür den relativen Zeitpunkt an.

Die Angabe Ω_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.

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: Chart Nr.7, "Lamellenhöhen", zeigt die Oberflächenspannung in Abhängigkeit von der Lamellenhöhe. Die Abhängigkeit ist in der Regel linear und zeigt nur in Sonderfällen Abweichungen. 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 halbstatische Zuggeschwindigkeiten zur Anwendung gekommen sind.

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

Beschränkte Informationsausgabe durch registrierte Optionen: Datenbankvorschläge anzeigen, alternative Einheiten, Zusatzinformationen 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 Wesentliche eingekürzt und ausgedruckt werden. Das ganze 'File' inklusive der "Grund-Rohdaten" ist stets über die ID (hier Nummer 189, Datenbank imeter-Beispiele) auffindbar und als Referenz oder Vergleich nutzbar. Ggf. nachfolgende ausgegebene Informationen enthalten, je nach Einstellungen und Berichtsvorlage (= standard-i2), verschieden detaillierte Begleitinformationen, wie die Angaben zur Ausführung der Messung, den Audit-Trail und Hinweise zur Prüfmittelüberwachung.

Programmausführung & Audit-Trail

Für diese Messung wurde das Messprogramm **"Wasser10to-1G"** ausgeführt. Zeitraum der Messung, am 16.06.05 zwischen 11:49:13 und 12:20:48, Laufzeit 31,6 Minuten. Eine Ablaufdokumentation wurde nicht aufgezeichnet. Auf ein zusätzliches Protokoll wurde auch verzichtet. Die Messung wurde programmgemäß ausgeführt. Das Ergebnis wurde erstmals am 16.06.05 um 12:20 zur Ansicht gebracht. Und die Originaldaten wurden gemäß Audit-Log verändert:

** KOPIERT AUS DER DATENBANK Opti12, N° 6760** von imeter, Am 05.12.05 um 13:12

**** DATENBLATT-Änderungen durch imeter **** Tag/Zeit: 05.12.2005 09:53:39 ****

[1. Angabetemp. : von] '20' [zu] '10,00'

**** MESSDATEN-Änderung durch imeter **** Tag/Zeit: 10.02.2006 16:58:05 ****

Änderung der Fallbeschleunigung (als Faktor) von 9,81 nach 9,80769 [m/s²]

Unter der Eintragsnummer 189 sind Messdaten in der Datenbank **'imeter-Beispiele'** vorhanden.

Prüfmittel

Das Wägesystem (WZ224-GW) wurde am Vortag dieser Messung von imeter justiert. Die letzte vollständige Überprüfung/Justierung der Positioniervorrichtung von **imeter** (ID16405541) erfolgte am 06.01.05. **Systemdaten:** Auflösung des Wägesystems 0,1mg, Messunsicherheit^{*)} 0,4mg, Dichte der Justiermasse^{*)} 8,000 g/cm³, Luftdichte^{*)} 1,200kg/m³, Umrechnungen von Masse nach Kraft mit dem Wert 9,80769m/sec² für die Fallbeschleunigung^{*)}. Die Messauflösung der Temperaturmessung beträgt 0,01K, die Unsicherheit^{*)} 0,03K. imeter-Softwareversion 4.1.92, LizenzN° *3037-4759*, Windows 5.1- Betriebssystem auf PC Ser.N°143431694 (G, 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 Text interpretiert eine Datenlage, die als Folge der Ausführung eines Messprogramms entstand, welches zu einer Fragestellung formuliert wurde und auf die Probe Anwendung fand“. Sprachelemente und Techniken stehen bereit für genaueste, unbegrenzte, hochvariable, definitive, rückführbare und wohldokumentierte Eigenschafts- Erfahrungen.

Das System ermöglicht Labormessungen in Echtzeit, auf höchstem Niveau und ist auch geeignet für das Monitoring bei Produktionsprozessen, zur Dokumentation kinetischer Vorgänge etc.; **imeter** erlaubt während der Messung die Steuerung und Regelung über die Messgröße! – Es ist spielerisch einfach!

imeter

intelligent, integriert,
automatisiert -
physikalische Messtechnik
verfeinert, kombiniert und
zusammengefasst -
ein Messgerät für

- ◆ Flüssigkeitsdichte
- ◆ Festkörperdichte
- ◆ Oberflächenspannung
- ◆ Viskosität
- ◆ Sedimentation
- ◆ Konsistenz u.A.

Kreative Freiräume
einfache Handhabung
Überlegene Technik

imeter

Beispiele zu Ober- und Grenzflächenspannung (Weblink):

http://www.imeter.de/interim/4_Oberflspannung.htm#Beispiele

Allgemeine Infos zum Thema (Weblink):

http://www.imeter.de/interim/4_Oberflspannung_A.htm

Übersicht zu **imeter** (PDF-Dokument):

<http://www.imeter.de/download/imeter-kompakt.pdf>

Ob sich ein ganzes **imeter** für Sie lohnt? - Wir setzen uns gerne auch für Auftragsuntersuchungen ein; lassen Sie Ihr Problem testen, delegieren Sie doch einfach ein paar Aufgaben!

©2006 imeter/MSB Breitwieser MessSysteme

Verantwortung: Michael Breitwieser,

Morellstrasse 6, D-86159 Augsburg

Tel. (+49)0821/706450, Fax 0821/7473489

<http://www.imeter.de>