

## Oberflächenspannung: Paraffinwachs bei 110°C

Einfache Messung ohne besonderen Aufwand, jedoch bei höherer Temperatur. Ob ein Anstieg der Oberflächenspannung, der Oxidationsvorgänge anzeigt, bei einer kurzen Messung gefunden werden kann? Die Wärmebedingte Konvektion stört die Messung jedoch kaum.

Messung in einem doppelwandigen Temperiergefäß; **imeter** steuert im Messprogramm auch einen *Ministat* - Thermostaten der Fa. Huber (Peter Huber Kältemaschinenbau GmbH, Offenburg, [www.huber-online.com](http://www.huber-online.com)). Zur Messung werden etwa 40g in das Messgefäß gegeben, der Ring eingehängt und in die Aufnahme von imeter 4 gestellt. Die Ermittlung der Oberflächenlage, die Messung und die sofortige Ergebnisdarstellung erfolgt 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.



automatischer Bericht (7AD596K16312B), imeter/MSB, Augsburg am 13.02.06

### ID N° 116 - Oberflächenspannung

ausgeführt am Donnerstag, 29 Juli 2004, von imeter

Titel: Paraffin 0.5mm 50Werte  
 Bemerkung: bei 110°C [Wiederholungsmessung N° 1]  
 Flüssigkeit/Vergleich: 'Wachs'  
 Ergebnis: 23,17mN·m<sup>-1</sup> bei 109,94°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.

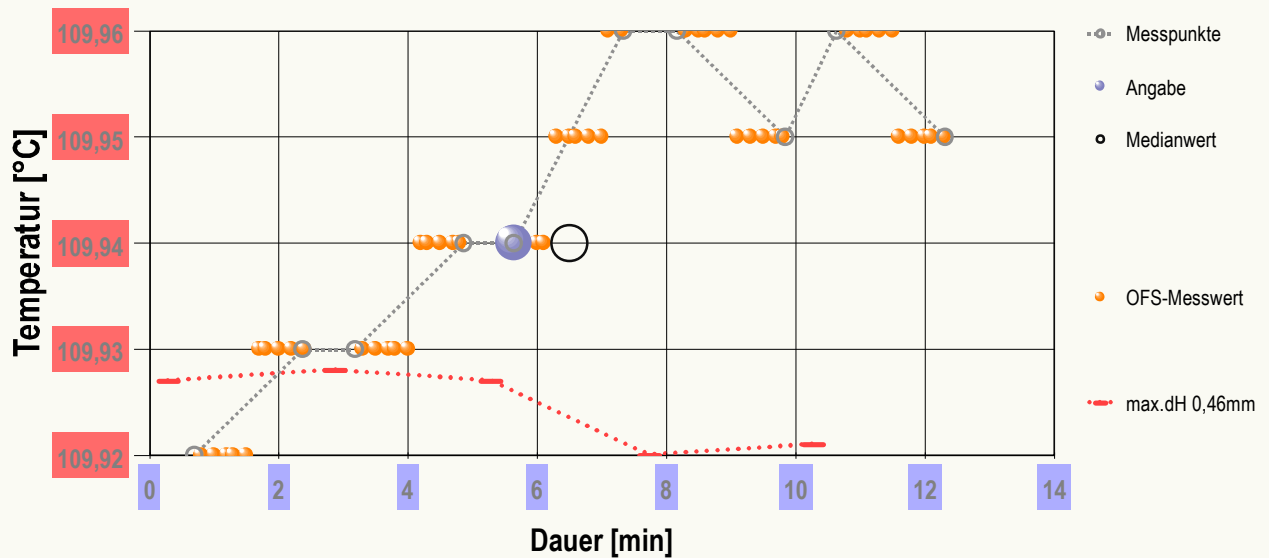
**Kommentar:** < Stabile Messung bei höherer Temperatur. Keine sichere Zunahme der O.F.S. in der Beobachtungszeit (Oxidation).  
 Vollständige Messkurven (eigentlich überflüssig): Recht schnelle Messung mit wechselndem Referenzkraft-Algorithmus (zum Test auf Drift) ... 50 Werte in 12 Minuten, gemischte Referenzkraftbestimmung und Übernahme ... dabei treten keine merklichen Sprünge auf.  
 > **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 Aussage tiefe der im Folgenden wiedergegebenen Ergebnisse wird wesentlich durch die Bedingungen des Messablaufs bestimmt. Im Messprogramm - 'Organic05DynDauernd' - der 'Normalmethode' zu dieser Messung, sind dazu die Handhabungen niedergelegt.

Die Oberflächenspannung wurde 50 Mal gemessen, die Nettodauer des Messablaufs betrug 12,2 Minuten, Angabetemperatur des Eintrags 109,94°C. Es lag eine un stetige, Temperaturzunahme von 109,92 auf 109,96°C vor.

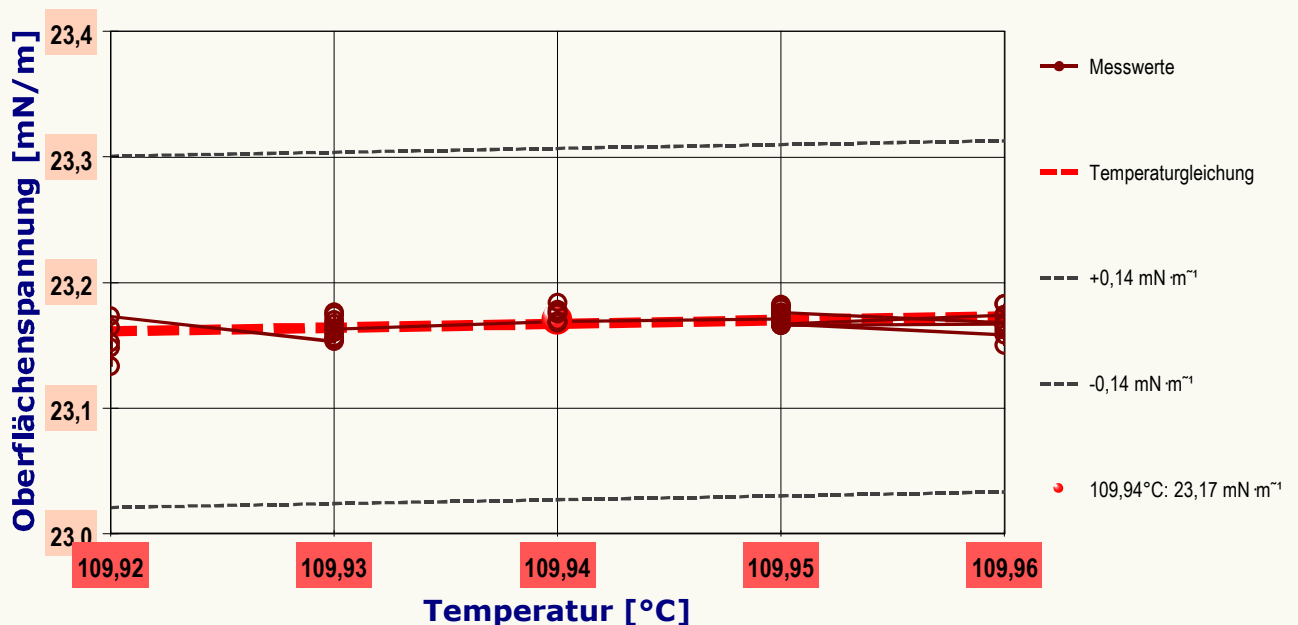


Im Diagramm, oben, "Temperatur- u. Ereignisprofil" wird eine Übersicht zum zeitlichen Verlauf der Vorgänge und der dabei gemessenen Temperatur gezeigt. Die Grafik hat zunächst eher einen informativen Charakter - sie dient der Rückkopplung und Übersicht über die Vorgänge bei der Messung. Die Bedeutung der eingezeichneten Symbole: Die Kreismarkierungen zeigen die Temperaturmessungen an. Die kugelförmigen Marken stehen für Zeitpunkt und Temperaturzuordnung von Messwerten der Oberflächenspannung. Waagerechte Symbole geben den relativen Verlauf der Niveauhöhe an, wie sie durch die jeweilige Bezugshöhenbestimmung ermittelt wurde - Je Bestimmung der absoluten Niveaulage wird ein Symbol erzeugt. Dies ermöglicht die Niveauperänderung durch Dosierung, Entfernung oder Verdunstung rückzukoppeln und nachvollziehbar zu machen.

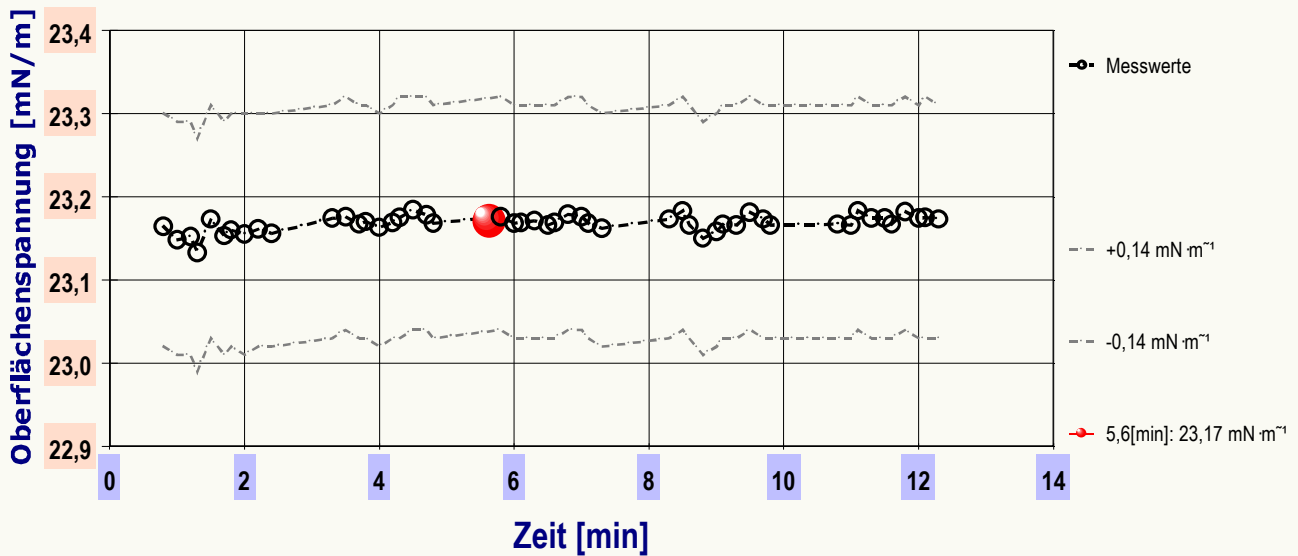
**Berechnung:** 'autoselect' (Harkins & Jordan), **Messring:** Ring N°1, Korrekturfaktor 1,012.

Akquisitionsperiode der 50 Messwerte im Messablauf: 1 bis 12min, Temperatur  $\Delta T = +0,04K$

**Ergebnis:**  $23,17 \pm 0,14 mN \cdot m^{-1}$  als Mittelwert



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. Falls für den Stoff 'Wachs' ein Referenzzeitrag in der Datenbank angelegt wird, kann der Referenz-Verlauf temperaturkompensiert mitangezeigt werden.

| N°  | t [min] | T [°C] | $\gamma$ [mN·m <sup>-1</sup> ] | H[mm] | $\tau_{rel.}$ [s] | $\rho_{\Delta}$ [g·cm <sup>-3</sup> ] |
|-----|---------|--------|--------------------------------|-------|-------------------|---------------------------------------|
| 1.  | 0,8     | 109,92 | 23,16                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 2.  | 1,0     | 109,92 | 23,15                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 3.  | 1,2     | 109,92 | 23,15                          | 2,46  | 5,2               | 0,7988                                |
| 4.  | 1,3     | 109,92 | 23,13                          | 2,45  | 4,9               | 0,7988                                |
| 5.  | 1,5     | 109,92 | 23,17                          | 2,45  | 4,9               | 0,7988                                |
| 6.  | 1,7     | 109,93 | 23,15                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 7.  | 1,8     | 109,93 | 23,16                          | 2,45  | 4,9               | 0,7988                                |
| 8.  | 2,0     | 109,93 | 23,15                          | 2,45  | 4,9               | 0,7988                                |
| 9.  | 2,2     | 109,93 | 23,16                          | 2,45  | 4,9               | 0,7988                                |
| 10. | 2,4     | 109,93 | 23,16                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 11. | 3,3     | 109,93 | 23,17                          | 2,43  | 5,2               | 0,7988                                |
| 12. | 3,5     | 109,93 | 23,18                          | 2,43  | 4,9               | 0,7988                                |
| 13. | 3,7     | 109,93 | 23,17                          | 2,43  | 4,9               | 0,7988                                |
| 14. | 3,8     | 109,93 | 23,17                          | 2,45  | 4,9               | 0,7988                                |
| 15. | 4,0     | 109,93 | 23,16                          | 2,45  | 4,9               | 0,7988                                |
| 16. | 4,2     | 109,94 | 23,17                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 17. | 4,3     | 109,94 | 23,17                          | 2,43  | 4,9               | 0,7988                                |
| 18. | 4,5     | 109,94 | 23,18                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 19. | 4,7     | 109,94 | 23,18                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 20. | 4,8     | 109,94 | 23,17                          | 2,43  | 4,9               | 0,7988                                |
| 21. | 5,8     | 109,94 | 23,18                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 22. | 6,0     | 109,94 | 23,17                          | 2,43  | 4,9               | 0,7988                                |
| 23. | 6,1     | 109,94 | 23,17                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 24. | 6,3     | 109,95 | 23,17                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 25. | 6,5     | 109,95 | 23,17                          | 2,43  | 4,9               | 0,7988                                |
| 26. | 6,6     | 109,95 | 23,17                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 27. | 6,8     | 109,95 | 23,18                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 28. | 7,0     | 109,95 | 23,18                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 29. | 7,1     | 109,96 | 23,17                          | 2,43  | 4,9               | 0,7988                                |
| 30. | 7,3     | 109,96 | 23,16                          | 2,44  | 4,9               | 0,7988                                |
| 31. | 8,3     | 109,96 | 23,17                          | 2,52  | 5,1               | 0,7988                                |
| 32. | 8,5     | 109,96 | 23,18                          | 2,54  | 5,1               | 0,7988                                |
| 33. | 8,6     | 109,96 | 23,17                          | 2,52  | 5,1               | 0,7988                                |
| 34. | 8,8     | 109,96 | 23,15                          | 2,51  | 5,1               | 0,7988                                |
| 35. | 9,0     | 109,96 | 23,16                          | 2,52  | 5,1               | 0,7988                                |
| 36. | 9,1     | 109,95 | 23,17                          | 2,53  | 5,1               | 0,7988                                |
| 37. | 9,3     | 109,95 | 23,17                          | 2,53  | 5,1               | 0,7988                                |
| 38. | 9,5     | 109,95 | 23,18                          | 2,51  | 5,1               | 0,7988                                |
| 39. | 9,7     | 109,95 | 23,17                          | 2,52  | 5,1               | 0,7988                                |
| 40. | 9,8     | 109,95 | 23,17                          | 2,53  | 5,1               | 0,7988                                |
| 41. | 10,8    | 109,96 | 23,17                          | 2,50  | 5,1               | 0,7988                                |
| 42. | 11,0    | 109,96 | 23,17                          | 2,51  | 5,1               | 0,7988                                |
| 43. | 11,1    | 109,96 | 23,18                          | 2,51  | 5,1               | 0,7988                                |
| 44. | 11,3    | 109,96 | 23,17                          | 2,51  | 5,1               | 0,7988                                |
| 45. | 11,5    | 109,96 | 23,17                          | 2,51  | 5,1               | 0,7988                                |
| 46. | 11,6    | 109,95 | 23,17                          | 2,50  | 5,1               | 0,7988                                |

|     |      |        |       |      |     |        |
|-----|------|--------|-------|------|-----|--------|
| 47. | 11,8 | 109,95 | 23,18 | 2,51 | 5,1 | 0,7988 |
| 48. | 12,0 | 109,95 | 23,17 | 2,51 | 5,1 | 0,7988 |
| 49. | 12,1 | 109,95 | 23,17 | 2,50 | 5,1 | 0,7988 |
| 50. | 12,3 | 109,95 | 23,17 | 2,52 | 5,1 | 0,7988 |

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



Im Diagramm, "Messkurve(n)", werden die Messwerte quasi als Rohdaten dargestellt, wobei im Vergleich zur Darstellung im grafischen Datenfenster, die Lamellenhöhe hier über die Behälteroberfläche korrigiert ist.

• **Meldungen**

'Wachs' ist nicht in der Flüssigkeiten-Datenbank mit Temperaturgleichung verfügbar. Um die automatische Dichteberechnung zu nutzen, ist es günstig einen entsprechenden Eintrag anzulegen.

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

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

**Nicht angezeigte Charts:** Im Chart Nr.4, "Abweichungsdiagramm", wird die (temperaturkompensierte) Abweichung der einzelnen Messwerte zum Referenzwert in zeitlicher Reihe angezeigt. Bei einem gesetzmäßigen Verlauf der Änderung wird eine entsprechende lineare oder quadratische Regressionsgleichung ausgegeben. 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. 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, Allgemeine Angaben, Vergleichsanalyse, Bearbeitungshinweise, formatierte Tabellen, Prüfmittelüberwachung, Online-Protokoll, Status und Ausführungshinweise, Berichtseinstellungen, Authentifizierungen.

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

**Form und Informationsfülle** des Prüfberichts ist dadurch bedingt, dass Messdaten durch die zahlreichen Freiheitsgrade sehr vielgestaltig auftreten können. Die Variablen der Messung müssen vollständig dargestellt werden können (Falsifizierbarkeit). Vollständigkeit ist Voraussetzung für die Kontrollierbarkeit und Haltbarkeit der Resultate und abgeleiteter Aussagen. Nicht zuletzt erfordern einschlägige Bestimmungen (GxP, FDA dfr.11/21 etc.) zusammen mit schlicht zeitökonomischen Erwägungen diesen hiermit größtenteils erledigten Aufwand. [Prüfberichte, wie dieser, werden dynamisch aus den Daten erzeugt und benötigen daher sehr wenig Speicherplatz in der Datenbank]. Gleichwohl, bei Routinemessungen und/oder für die evtl. parallel noch papieren geführte Ablage, können Prüfberichte durch entsprechende Einstellungen der Formatier- und Ausgabeoptionen oder durch manuelle Veränderung der Vorlage auf das Wesentlich eingekürzt und ausgedruckt werden. Das ganze 'file' inklusive der "Grund-Rohdaten" ist stets über die ID (hier Nummer 116, Datenbank imeter-Beispiele) auffindbar und als Referenz oder Vergleich nutzbar. Ggf. nachfolgende ausgegebene Informationen enthalten, je nach Einstellungen und Berichtsvorlage (= script), verschieden detaillierte Begleitinformationen, wie die Angaben zur Ausführung der Messung, den Audit-Trail und Hinweise zur Prüfmittelüberwachung.

## Programm

Für diese Messung wurde das Messprogramm "Organic05DynDaverna" ausgeführt. Zeitraum der Messung, am 29.07.04 zwischen 17:45:08 und 17:57:40, Laufzeit 12,5 Minuten. Ein Protokoll wurde hingegen aufgezeichnet. Die Messung wurde programmgemäß ausgeführt. Das Ergebnis wurde erstmals am 10.08.04 um 21:03 zur Ansicht gebracht.

## Prüfmittel

Das Wägesystem (WZ224-CW) wurde 0,6 Stunden vor dieser Messung justiert.

Bericht erstellt von imeter

„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



Beispiele zu Ober- und Grenzflächenspannung (Weblink):  
[http://www.imeter.de/interim/4\\_Oberflspannung.htm#Beispiele](http://www.imeter.de/interim/4_Oberflspannung.htm#Beispiele)

Allgemeine Infos zum Thema (Weblink):  
[http://www.imeter.de/interim/4\\_Oberflspannung\\_A.htm](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>