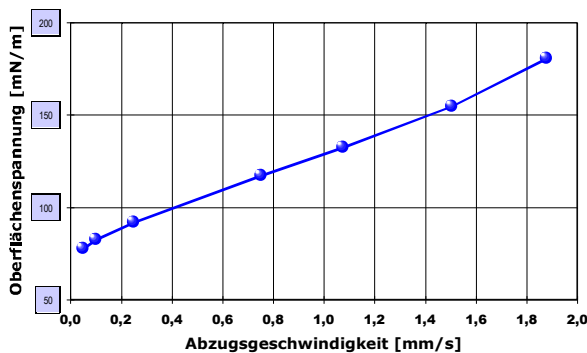


# Oberflächenspannung:

## Honig

„Honig“: Wie sich die Oberflächenspannung darstellt, wenn bei dieser viskosen Flüssigkeit per Ringmethode die Flüssigkeitslamelle verschieden schnell ausgezogen wird.



Die „Oberflächenspannung“ steigt hier in etwa linear mit der „Bildungsgeschwindigkeit“ der Oberfläche.

Zugleich findet eine kurze, vergleichende Prüfung zwischen dynamischen und halbstatistischen Messweisen in dem Messablauf statt. (Anspruchslos einfache Messung in einem Becherglas, ohne Temperaturfühler)

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 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.



### ID N° 188 - OBERFLÄCHENSpannung

AUSGEFÜHRT AM MONTAG, 02 FEBRUAR 2004, VON M.BREITWIESER

TITEL: "HONIG", STATISCH UND DYNAMISCH GEMESSEN

BEMERKUNG:

ZUSAMMENPASSEN VON 'SCHRITTWEISE' UND 'DYNAMISCH' GEMESSENEN WERTEN. INSGESAMT ERSCHEINT DIE OFS LINEAR ZUNEHMEND MIT DER GESCHWINDIGKEIT.. [WIEDERHOLUNGSMESSUNG N° 1]

FLÜSSIGKEIT/VERGLEICH: 'HONIG'

ERGEBNIS: 113,18MN·M<sup>-1</sup> BEI 21,00°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** < GESCHWINDIGKEITSBEREICH 0.01 BIS 2MM/S - ENTSPRECHENDE LAMELENALTER 2 SEKUNDEN BIS 5 MINUTEN. - "NORMALERWEISE" WIRD MIT ZUNEHMENDER GESCHWINDIGKEIT EINE NIEDRIGERE OBERFLÄCHENSspannung GEMESSEN. DIE HOHE KOHÄSIVITÄT DES HONIGS FÜHRT ZU EINEM GEGENLÄUFIGEM EFFEKT. (MESSUNG OHNE TEMPERATURFÜHLER). > **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 - 'OFS-SpeedModitest' - der 'Normalmethode' zu dieser Messung, sind dazu die Handhabungen niedergelegt.

DIE OBERFLÄCHENSPIGUNG WURDE NEUN MAL GEMESSEN, DIE NETTODAUER DES MESSABLAUFS BETRUG 18,7 MINUTEN, DER TEMPERATURVERLAUF IM GESAMTEN ZEITRAUM: FESTWERTVORGABE (DATENBLATT) ISOTHERM BEI 21°C.

**BERECHNUNG:** 'AUTOSELECT' (HARKINS & JORDAN), **MESSRING:** RING N°1, KORREKTURFAKTOR 1,0021. RINGRADIUS 9,54MM, DRAHTRADIUS 0,185MM, AUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT  $8,9 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ , GEFÄSSOBERFLÄCHE 1735,1MM<sup>2</sup>.

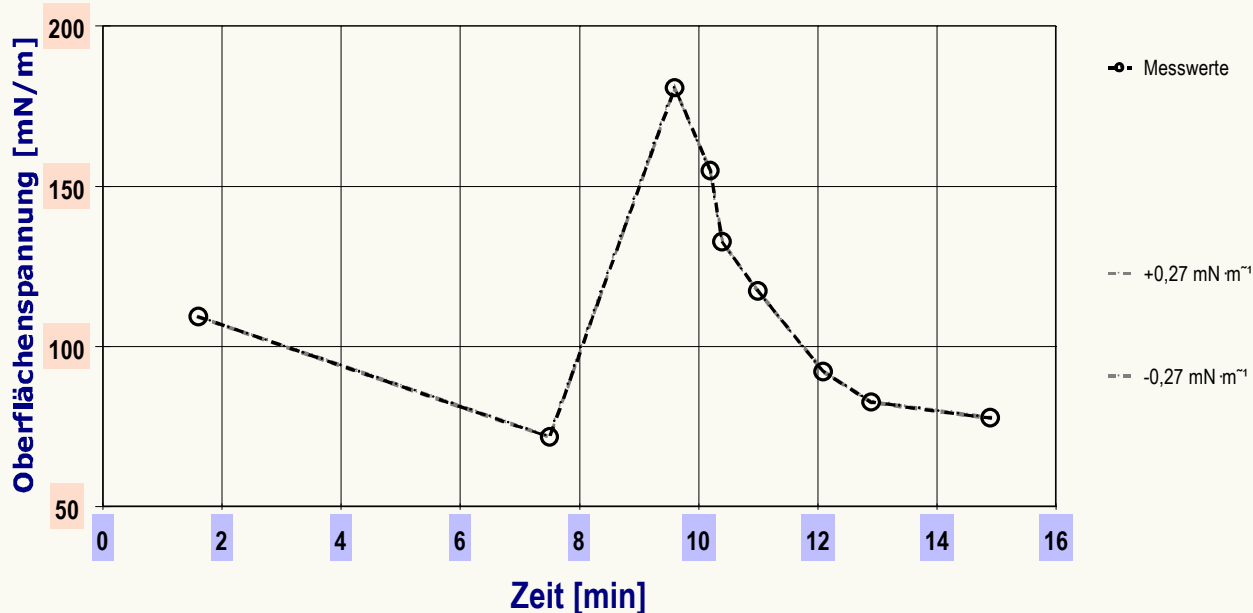
**ZUR PROBENSUBSTANZ:** DICHTe 1,2G·CM<sup>-3</sup> (FESTWERTANGABE).

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. Eine automatische Berechnung der Dichtewerte kann dann temperaturabhängig erfolgen, wenn in der Dichte-Datenbank zu 'Honig' ein entsprechender Eintrag angelegt wird. Zur Orientierung: bei Wasser verursacht eine um 1% falsche Dichteangabe einen Fehler in der Berechnung der Oberflächenspannung von immerhin 0,1%.

AKQUISITIONSPERIODE DER 9 MESSWERTE IM MESSABLAUF: 2 BIS 15MIN

**ERGEBNIS:** 113,18 ±37,17MN·M<sup>-1</sup> ALS MITTELWERT

DIE STANDARDABWEICHUNG (±37,17MN·M<sup>-1</sup>) ÜBERSTEIGT DRAMATISCH DEN TOLERierten FEHLERBEREICH (±0,27MN·M<sup>-1</sup>) !

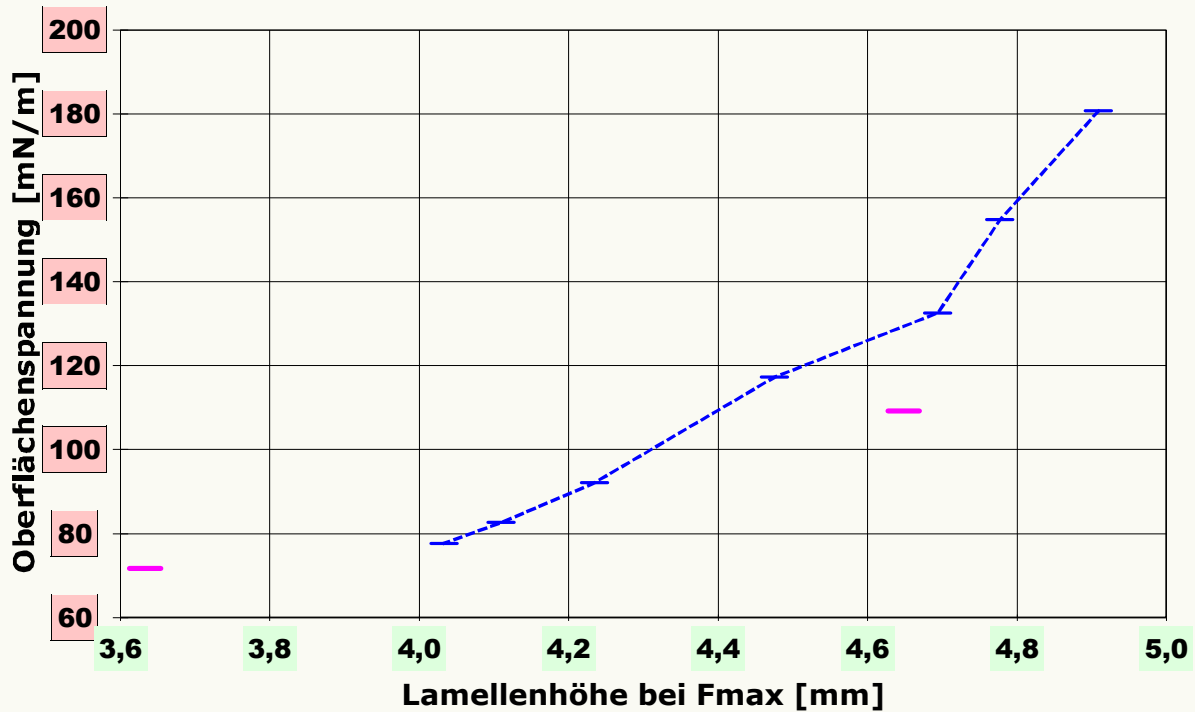


Im Diagramm, "zeitlicher Verlauf", oben, sind die einzelnen Messwerte als Kreissymbole in zeitlicher Sequenz abgebildet. Um die Ausgleichsfunktion bzw. die Messwerte ist der Unsicherheitsbereich eingezeichnet. Falls für den Stoff 'Honig' ein Referenzeintrag in der Datenbank angelegt wird, kann der Referenz-Verlauf temperaturkompensiert mitangezeigt werden.

DIE TABELLE ZEIGT DIE WESENTLICHEN DATEN DER MESSUNG: TEMPERATUR, OBERFLÄCHENSPIGUNG, NEBST LAMELLENHÖHE UND ALTER DER FLÜSSIGKEITSLAMMELLE ZUM MESSZEITPUNKT, SOWIE DIE DICHTEDIFFERENZ:

N°	T [MIN]	T [°C]	γ [MN·M <sup>-1</sup> ]	H [MM]	τ <sub>REL.</sub> [s]	ρ <sub>Δ</sub> [G·CM <sup>-3</sup> ]
1.	1,6	21,00	109,21	4,65	8,4	1,1988
2.	7,5	21,00	71,76	3,63	320,1	1,1988
3.	9,6	21,00	180,69	4,91	2,0	1,1988
4.	10,2	21,00	154,74	4,78	2,6	1,1988
5.	10,4	21,00	132,59	4,69	3,7	1,1988
6.	11,0	21,00	117,23	4,48	5,2	1,1988
7.	12,1	21,00	92,08	4,23	15,8	1,1988
8.	12,9	21,00	82,60	4,11	39,0	1,1988
9.	14,9	21,00	77,69	4,03	76,0	1,1988

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



Das Chart, "Lamellenhöhen", zeigt die Oberflächenspannung in Abhängigkeit von der Lamellenhöhe. Die Abhängigkeit ist in der Regel über einen größeren  $\gamma$ -Bereich linear, sie zeigt durch Abweichungen Sonderfälle im Verhalten an (Dieser Effekt wird nicht interpretiert). Streuungen, jedenfalls, können auf eine unruhige Umgebung hindeuten bzw. auf eine zu grob oder zu fein gewählte Einstellung der Null-Niveaueintrittung im Messprogramm.

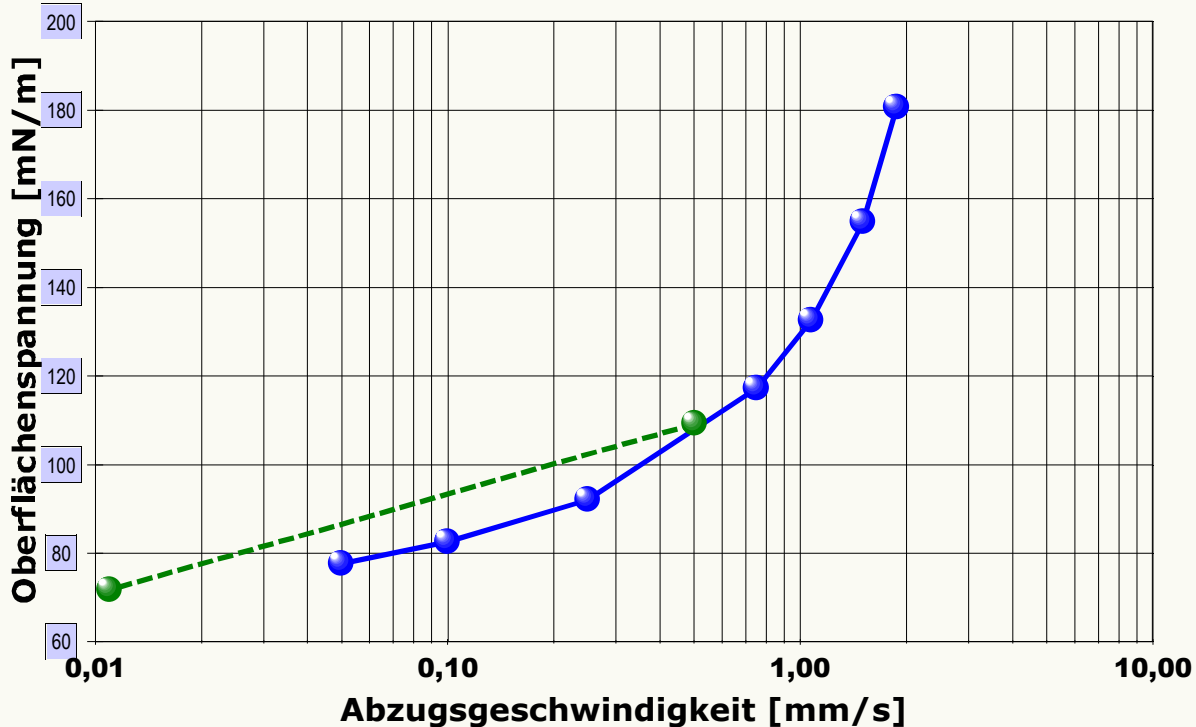
DIE NACHFOLGEND AUSGEBEBENE ZUSATZTABELLE GIBT DIAGNOSTISCHE DATEN ZU INTEGRITÄT UND NACHVOLLZIEHBARKEIT ZU DEN EINZELNEN MESSWERTEN BEREIT:

N <sup>o</sup>	F <sub>max</sub> [MN]	F <sub>bz</sub> [MN]	F <sub>k</sub>	v <sub>z</sub> [MM·S <sup>-1</sup> ]	Ø [MM]	T <sub>0</sub> [S]	Ω <sub>k</sub>
1.	13,6616	-0,0392	0,9536 h	0,503	-	-	1kS
2.	9,3317	0,0451	0,9243 h	0,011	-	-	1kS
3.	21,2445	-0,4365	0,9970 h	1,879	-	-	1pD
4.	18,7154	-0,1354	0,9820 h	1,506	-	-	1pD
5.	16,2346	-0,1354	0,9689 h	1,075	-	-	2kD
6.	14,5561	-0,0608	0,9594 h	0,752	-	-	1kD
7.	11,6732	-0,0216	0,9419 h	0,25	-	-	1kD
8.	10,5509	-0,0216	0,9346 h	0,1	-	-	2kD
9.	9,9613	-0,0275	0,9304 h	0,05	-	-	1kD

Zur Tabelle: Mit  $F_{max}$  den der Berechnung zu Grunde liegenden, korrigierten Messwert, der Maximalkraft an. Der Bezugswert,  $F_{bz}$  wird ebenfalls angegeben, er wird (ggf.) berechnet indem der Bezugskraft-Messwert, zeitlich vor der Messkurve, um die Auftriebskraft und die Kontaktwinkel an den Haltestäben korrigiert wird. Der Korrekturfaktor  $f_k$ , mit welchem aus der Nettokraft die Oberflächenspannung berechnet wird, kann nach verschiedenen Algorithmen gebildet werden. Die Herkunft des Faktors  $f_k$  wird durch angehängte Zeichen markiert:  $h$  steht für (interpolierte) Werte aus den original Harkins und Jordan Tabellen ( $\ddagger$  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  $\emptyset$  die Bruchhöhe an und  $t_0$  gibt dafür den relativen Zeitpunkt an.

Die Angabe  $\Omega_k$  ist das Klassifizierungskennzeichen der Messkurve: " " 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.



Das Chart, "Geschwindigkeitsdiagramm, zeigt die Geschwindigkeitsabhängigkeit der Messwerte je nach 'Abzugsgeschwindigkeit des Rings' an.

#### • MELDUNGEN

1. 'HONIG' IST NICHT IN DER FLÜSSIGKEITEN-DATENBANK MIT TEMPERATURGLEICHUNG VERFÜGBAR. UM DIE AUTOMATISCHE DICHTEBERECHNUNG ZU NUTZEN, IST ES GÜNSTIG EINEN ENTSPRECHENDEN EINTRAG ANZULEGEN.
2. BEI DER MESSKURVE GAB ES EINE STÖRUNG, SO DASS FÜR DIESE WERTE KEIN ERGEBNIS ANGEBEN WERDEN KANN! ZEIT 11,2 MIN: KRAFTMAXIMUM NICHT ANGENÄHERT.

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

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

**Nicht angezeigte Charts:** Das Diagramm 1 "Temperatur- u. Ereignisprofil" zeigt eine Übersicht zum Verlauf der Messung, insbesondere auch, die Temperaturentwicklung und Ereignisse bei der Messung. Diagramm 2, "Temperaturabhängigkeit", zeigt die Messwerte der Oberflächenspannung in Temperaturabhängigkeit an. Je nach den gewählten Messumständen bzw. Einstellungen können Temperaturabhängigkeit mit Referenzvergleichen abgebildet werden und sogar auch thermisch/kalorische Effekte zum Ausdruck kommen. Im Chart Nr.4, "Abweichungsdiagramm", wird die (temperaturkompensierte) Abweichung der einzelnen Messwerte zum Referenzwert in zeitlicher Reihe angezeigt. Bei einem gesetzmäßigen Verlauf der Änderung wird eine entsprechende lineare oder quadratische Regressionsgleichung ausgegeben. Diagramm Nr.5, "Messkurve(n)", stellt die Messkurven dar. Es erlaubt in einer einfachen Übersicht die Korrektheit der 'Rohdaten' per Augenschein zu prüfen.

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

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

**Form und Informationsfülle** des Prüfberichts ist dadurch bedingt, dass Messdaten durch die zahlreichen Freiheitsgrade sehr vielgestaltig auftreten können. Die Variablen der Messung müssen vollständig dargestellt werden können (Falsifizierbarkeit). Vollständigkeit ist Voraussetzung für die Kontrollierbarkeit und Haltbarkeit der Resultate und abgeleiteter Aussagen. Nicht zuletzt erfordern einschlägige Bestimmungen (GxP, FDA cfr.11/21 etc.) zusammen mit schlicht zeitökonomischen Erwägungen diesen hiermit großteils erledigten Aufwand. [Prüfberichte, wie dieser, werden dynamisch aus den Daten erzeugt und benötigen daher sehr wenig Speicherplatz in der Datenbank]. Gleichwohl, bei Routinemessungen und/oder für die evtl. parallel noch papieren geführte Ablage, können Prüfberichte durch entsprechende Einstellungen der Formatier- und Ausgaboptionen 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 188, Datenbank imeter-Beispiele) auffindbar und als Referenz oder Vergleich nutzbar. Ggf. nachfolgende ausgegebene Informationen enthalten, je nach Einstellungen und Berichtsvorlage (= modern), verschieden detaillierte Begleitinformationen, wie die Angaben zur Ausführung der Messung, den Audit-Trail und Hinweise zur Prüfmittelüberwachung.

## PROGRAMM

FÜR DIESE MESSUNG WURDE DAS MESSPROGRAMM "OFS-SPEEDMODITEST" AUSGEFÜHRT. ZEITRAUM DER MESSUNG, AM 02.02.04 ZWISCHEN 15:38:49 UND 15:58:16, LAUFZEIT 19,4 MINUTEN. EINE ABLAUFDOKUMENTATION WURDE NICHT AUFGEZEICHNET. AUF EIN ZUSÄTZLICHES PROTOKOLL WURDE AUCH VERZICHTET. DIE MESSUNG WURDE PROGRAMMGEMÄSS AUSGEFÜHRT. DAS ERGEBNIS WURDE ERSTMALS AM 02.02.04 UM 17:40 ZUR ANSICHT GEBRACHT.

## PRÜFMITTEL

DAS WÄGESYSTEM (BP221S) WURDE ZULETZT AM 20.01.04 UM 08:19, 13 TAGE VOR DIESER MESSUNG VON MICHAEL BREITWIESER JUSTIERT. DIE LETZTE VOLLSTÄNDIGE ÜBERPRÜFUNG/JUSTIERUNG DER POSITIONIERVORRICHTUNG VON **IMETER** (ID081007074) ERFOLGTE AM 23.01.04. SYSTEMDATEN: AUFLÖSUNG DES WÄGESYSTEMS 0,1MG, MESSUNGSICHERHEIT\*) 0,5MG, DICHTE DER JUSTIERMASSE\*) 8,000 G/CM<sup>3</sup>, LUFTDICHTE\*) 1,242KG/M<sup>3</sup>, UMRECHNUNGEN VON MASSE NACH KRAFT MIT DEM WERT 9,81M/SEC<sup>2</sup> FÜR DIE FALLBESCHLEUNIGUNG\*).

\*) 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.

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

 **imeter**

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>