IMETER V.5.0 rev.46

automatic Report (567E68P16312B), imeter/MSB, Augsburg

ID N° 13100 - DiVA-Method: Constant Rate Measurement, Δt

Title: **Vergärung Zuckerwasser (3,3g Hefe)**

Remarks: 100mL Zuckerwasser (0.0522 g/mL bei 20°C, Dichte bei 0°C 1.203g/cm³) in 'Reaktor' bei 30°C. Probe wird zur Messung per Pumpe in die Messzelle gefördert und auf 0°C temperiert und gemessen. Zugabezeitpunkt der abgemessenen Menge Hefe vgl. Onlineprotokoll!

-------- Results for **16,6°C** ----------

Viscosity: $\eta_{(497/s)}$ **= 2,26 ±0,02 mPa·s, ν = 2,21 cSt**

Density: ρ **= 1,02344 ±0,00041 g/cm³**

Kinetic coefficient: τ = 5,6 ·10^{-5}/min

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. Nachfolgend wird eine kurze Erklärung zum Prinzip der Messung gegeben:*

• 1. M E S S P R I N Z I P

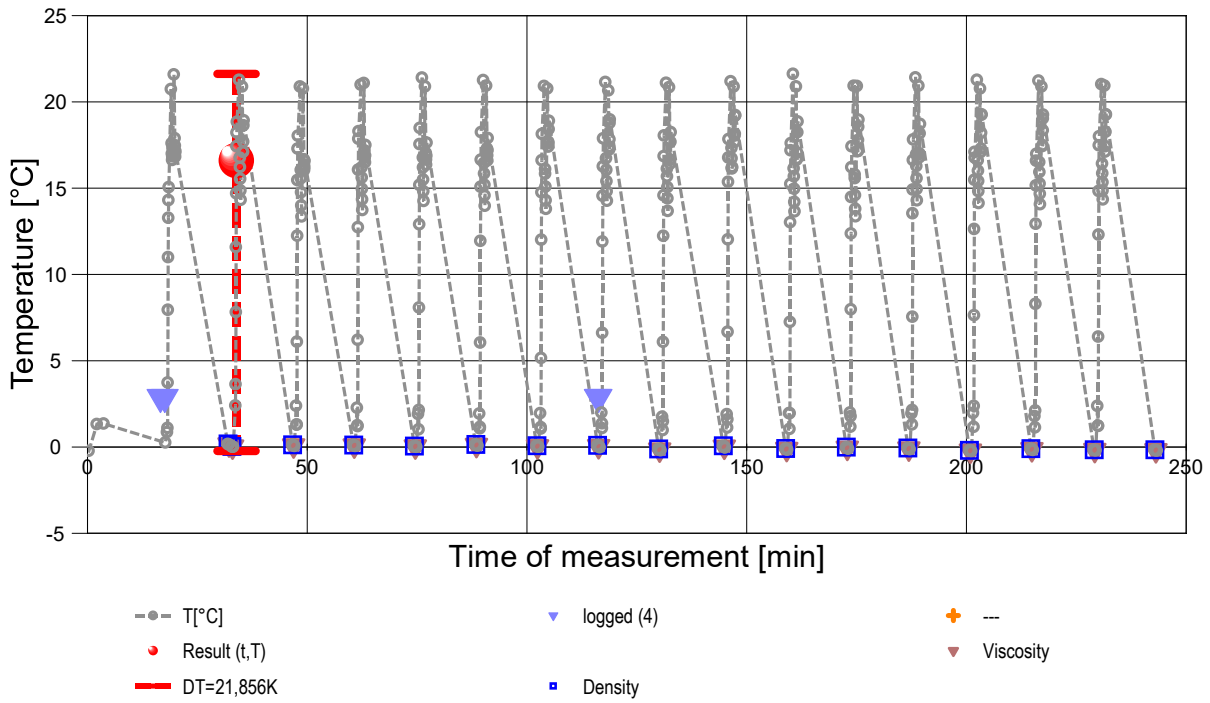
Die 'DiVA'-Methode beruht auf Kraftmessungen mit einem geraden Kreiszylinder (=Messkörper), der sich konzentrisch in einer Röhre mit der Probe befindet. Dabei ist der Messkörper über die Aufhängung an einer Wägezelle angeschlossen. Die *Röhre* ist auf einer Plattform koaxial-konzentrisch zum Messkörper ausgerichtet. Wird die Plattform - also die Röhre - bewegt, so fließt Probe durch den ringförmigen Spalt zwischen Messkörper und Röhre. Dadurch wirkt auf den Messkörper eine zusätzliche Kraft, die durch Strömung und Zähigkeit der Probe hervorgerufen wird. - Über die Beweggeschwindigkeit ergibt sich aus der Geometrie von Röhre und Messzylinder eine entsprechende Zwangsströmung durch den Ringspalt. Strömung, Kraft, Geschwindigkeit und geometrische Verhältnisse gehorchen der analogen Form des Hagen-Poieseuille'schen Gesetzes für Ringspalte und erlauben unter Berücksichtigung von Aufhängung, Auftriebseffekten und der Strömungskinetik eine ungewöhnlich exakte Berechnung der absoluten Viskosität für Newtonsche Fluide.Indem die Messung bei festgelegter Deformation (der Schergeschwindigkeit 497 /s kommt etwa die Bedeutung von *leichtem Pumpen, Auftragen* gleich) isotherm, ausgeführt wird, kann ggf. die zeitliche Veränderung der Probe beobachtet werden.

Bei Stillstand wirkt auf den Messkörper die Auftriebskraft. - Die Dichte *(spezifische Masse, Massekonzentration)* gibt das Verhältnis von Masse zu Volumen an. Sie ist ebenfalls eine temperaturabhängige Stoffkonstante. Die Dichte wird in diesem Verfahren nach der Auftriebsmethode (hydrostatische Wägung) bestimmt: *"Ein in einer Flüssigkeit untertauchender Körper (Messkörper) erscheint um so viel leichter, wie die seinem Volumen entsprechende Flüssigkeitsmenge wiegt."* Damit aus der Auftriebskraft der Dichtewert definitiv berechnet werden kann, ist die Bestimmtheit des von Temperatur und Druck abhängenden Messkörpervolumens evident - entsprechendes gilt hinsichtlich der geometrischen Verhältnisse und der Geschwindigkeit für die Viskositätsmessung - * DiVA-Messungen sind rein metrologisch. Als Erfinder und Hersteller dieser neuen Methode versichert IMETER, dass Ergebnisse der DiVA-Messungen prinzipiell keine signifikanten Abweichungen zu Ergebnissen aus anerkannten Referenzverfahren aufweisen (Glaskapillarviskosimeter, Pyknometer). *

• 2. Ü B E R S I C H T

Dichte und Viskosität wurden 17 mal gemessen.
Messdauer vier Stunden; Temperaturänderung im Bereich von -0,232 bis 21,624°C.

¬ ***Diagramm 1 -***



16,6' : "Jetzt": Zugabe 3,3346 g Hefe in den Reaktor. Dispergierung per Rührwerk
17,6' : Hefe jetzt klupenfrei u. homogen verteilt!
116,1' : Vorlage schäumt!
116,3' : ein Teil der Hefe ist im Schaum

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

Mit Diagramm 1. ('t/T-Protokoll') wird eine Übersicht gezeigt, die den Temperaturverlauf in der Messung und eine Zusammenfassung der Vorgänge anzeigt (z.B. 4 Online-Protokollanmerkung(en) während der Messung) . -- Die Kreismarkierungen zeigen Temperaturmesswerte an; die blauen Quadrate stehen für Zeitpunkt und Temperaturzuordnung von Dichtemessungen, rote Winkel für Viskositätsmessungen. Die Dreiecke zeigen jene Zeitpunkte an, zu welchen vom Prüfer die oben angegebenen Anmerkungen zu Protokoll gegeben wurden.

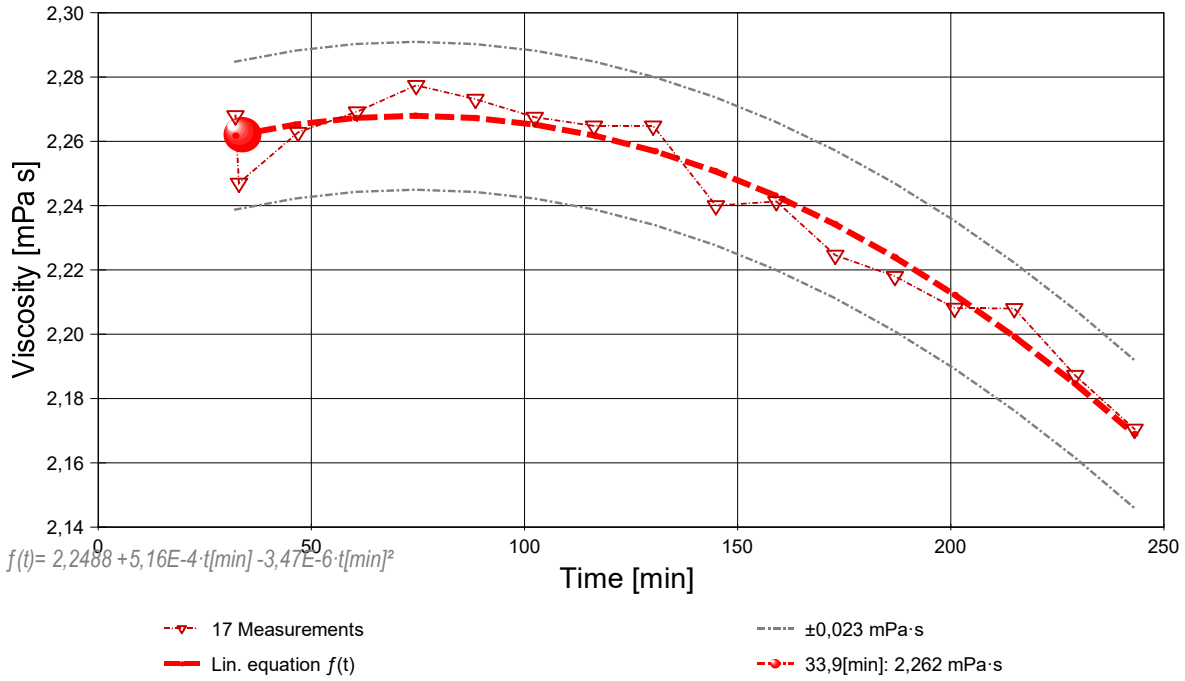
• 3. V I S K O S I T Ä T S - M E S S U N G

Akquisitionsperiode der 17 Messwerte im Messablauf: 32 bis 243 min, Temperatur ΔT =0,365 K
Ergebniswert: η = **2,262 ±0,023 mPa·s** (289,747 K)
Streuung: ±7,38·10^{-3} mPa·s absolute bzw. 3,3‰ relative Standardabweichung
Berechnung: quadratische Regressionsgleichung, mehr zeitabhängig.
Zeitgleichung durch Regression zwischen Minute 32 und 243:
η (t[min]) =2,2488 +5,16E-4·t -3,47E-6·t^2 r^2=0,952 s^2=5,45E-5

Messung bei konstanter Schergeschwindigkeit (CR), $\dot{\gamma}$ = 497 ±0,23 s^{-1}.

Die Messdaten werden automatisch analysiert. Ergebnis und ermittelte Formeln stellen Vorschläge dar, wobei sich aus den Umständen der Messung ggf. andere Zusammenhänge ergeben können. - Aus der Abwägung der Einflüsse werden formale Zusammenhänge für die Bewertung ermittelt und auch 'Qualitätsangaben' erzeugt. , die, wie hier, offenbar nicht ganz eindeutig sind (eine Messzeitabhängigkeit kann immer Temperatureinflüsse überlagern - Ergebnisse werden eindeutiger, wenn im Messablauf stärker unregelmäßige Temperaturänderungen eingestellt werden). Der Korrelationskoeffizient zeigt die Qualität der gegenseitigen Abhängigkeit an (r^2, der 'unbefriedigend' ist). Die Präzision zwischen den Messwerten und der Regressionsgleichung wird durch die Varianz (s^2) der Residuen qualifiziert - die Standardabweichung ($\sqrt{s^2}$) muss deutlich kleiner als die anzunehmende Messunsicherheit sein.

¬ ***Diagramm 2 -***



Im Diagramm 2, "eta-ƒ(t)", sind die einzelnen Messwerte als Dreiecke in zeitlicher Sequenz abgebildet. Um die Ausgleichsfunktion bzw. die Messwerte ist der Bereich der Unsicherheit eingezeichnet.

• 3.1. Tabelle 1, Daten der Viskositätsmessung

Die gegebenen Zusammenhänge beruhen auf Ableitungen der ermittelten Messdaten - Tabelle 1 stellt dazu Eingangs- und Ergebnisdaten zur Verfügung.

N°	t	T	η.	v_z	F_z.	τ	$v_{max.}$	$\dot{\gamma}$	Re
1.	32,2	0,148	2,268	12,250	20,9330	1,127	97,15	496,73	46,5
2.	33,0	0,024	2,247	12,250	20,7381	1,116	97,15	496,72	46,9
3.	46,9	0,089	2,263	12,250	20,8846	1,124	97,15	496,73	46,6
4.	60,7	0,082	2,269	12,250	20,9436	1,127	97,14	496,72	46,4
5.	74,6	0,029	2,277	12,250	21,0190	1,131	97,15	496,72	46,2
6.	88,5	0,116	2,273	12,250	20,9797	1,129	97,15	496,72	46,2
7.	102,4	0,039	2,267	12,250	20,9270	1,126	97,15	496,72	46,3
8.	116,3	0,046	2,265	12,250	20,9019	1,125	97,15	496,72	46,3
9.	130,2	-0,153	2,265	12,250	20,9005	1,125	97,14	496,69	46,3
10.	144,9	0,013	2,240	12,250	20,6733	1,113	97,14	496,71	46,7
11.	159,1	-0,120	2,241	12,250	20,6840	1,113	97,14	496,69	46,7
12.	172,9	-0,052	2,225	12,242	20,5165	1,104	97,08	496,37	47,0
13.	186,9	-0,093	2,218	12,238	20,4483	1,101	97,05	496,20	47,0
14.	200,9	-0,217	2,208	12,254	20,3831	1,097	97,17	496,85	47,3
15.	214,9	-0,131	2,208	12,250	20,3766	1,097	97,14	496,69	47,3
16.	229,2	-0,178	2,187	12,234	20,1572	1,085	97,01	496,02	47,6
17.	243,1	-0,189	2,171	12,254	20,0372	1,078	97,18	496,86	48,0

Tabellensymbole: ***t*** Zeitpunkt [min], ***T*** Temperatur [°C], ***η*** Messwert Viskosität [mPa·s], v_z Beweg- bzw. Relativgeschwindigkeit zwischen Messkörper und Röhre [mm/s], F_z viskositätsbedingte Kraft am Messkörper [mN], ***τ*** Schubspannung [Pa], $v_{max.}$ maximale Strömungsgeschwindigkeit [mm/s], $\dot{\gamma}$ Schergeschwindigkeit [s^{-1}], ***Re*** Reynoldszahl.

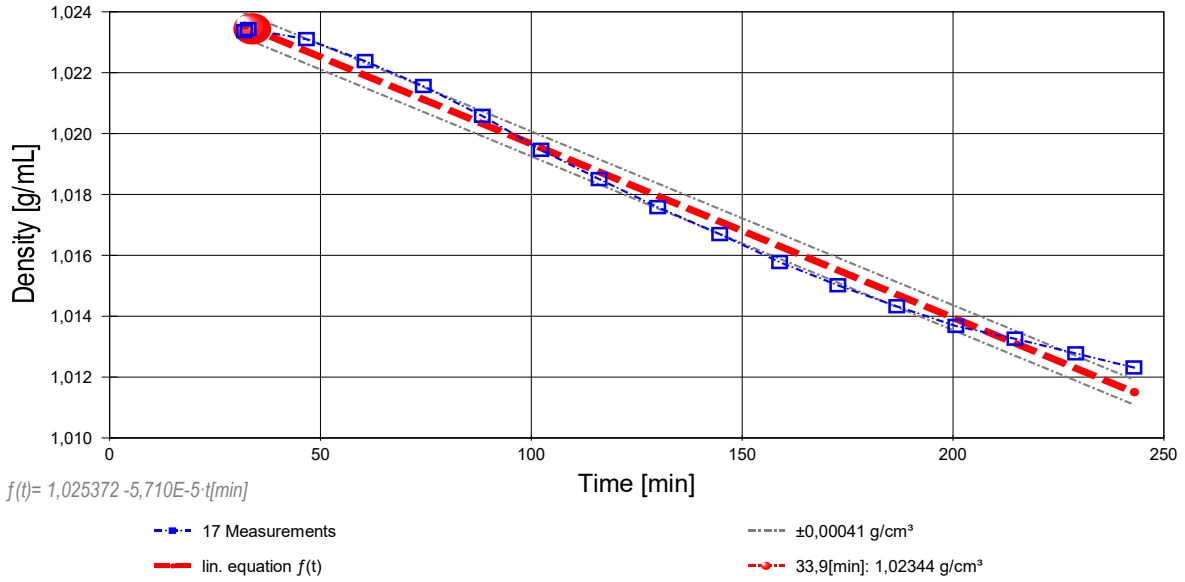
Tabelle 1 listet die wesentlichen Kennzahlen zu den einzelnen Messungen auf. Die zentrale Messgröße ist in der Spalte F_z angegeben; sie ist die 'rein-viskose' Kraft und zentrale Größe für die Berechnung der Viskosität durch die IMETER-Ringspaltgleichung. Sie wird nach Korrekturen aus der stationären Kraft (F_w) erhalten. Berücksichtigt werden die Auftriebskräfte von Zylinder (F_ρ) und Aufhängung ($F_{h\rho}$), der geschwindigkeitsproportionale Druckverlust durch die kinetische Energie und die Reibung in der Einlaufzone des Ringspaltes (F_ζ), die viskose Reibung (rekursiv) des/der Aufhängungsdrähte/Stäbe des Zylinders im Medium ($F_{h\eta}$) sowie ein konstanter Beitrag F_Θ, der durch eine vorgegebene Fließgrenze, Benetzungskraft, Konvektion (...) begründet sein muss . Die Korrektur der stationären Kraft ergibt sich damit aus $F_z = F_w - F_\rho - F_{h\rho} - F_\zeta - F_{h\eta} - F_\Theta$. Die Korrekturen können in einem erweiterten Berichtsformat (zuschaltbar) in allen Einzelheiten ausgegeben werden.
Die Schubspannung τ entspricht der rein durch die Viskosität des Mediums je Quadratmeter der Zylindermantelfläche ausgeübten Kraft. $v_{max.}$ ist die Maximalgeschwindigkeit des Newton'schen Fluids im Ringspalt relativ zum Zylinder. Sie ergibt sich aus der Beweggeschwindigkeit und dem geometrischen Aufbau. Die mittlere Geschwindigkeit (nicht in der Tabelle ausgegeben; $v_m = v_z \cdot ra^2/(ra^2-ri^2)$, mit ra Röhrenradius und ri Zylinderradius) wird für die Berechnung der Reynoldszahl benötigt. $Re = \rho \cdot v_m \cdot d / \eta$, mit der charakteristischen Länge d, die (wie bei Rohrströmungen) für den Ringspalt aus dem hydrodynamischen Radius mit d = 2(ra-ri) berechnet wird. Die Scherrate, Schergeschwindigkeit oder Deformation $\dot{\gamma}$, die für die Berechnung verwendet werden, ist berechnet als Geschwindigkeitsgradient unmittelbar an der Zylinderoberfläche.

• 4. D I C H T E - M E S S U N G

Akquisitionsperiode der 17 Messwerte im Messablauf: 32 bis 243 min, Temperatur ΔT =0,368 K
Ergebniswert: ***ρ*= 1,02344 ±<0,000039> g/cm³** (289,747 K, 96,16 kPa)
Streuung: **±4,09·10^{-4}** g/cm³ absolute bzw. 0,40‰ relative Standardabweichung
Berechnung: lineare Regressionsgleichung, eindeutig zeitabhängig.
Zeitzusammenhang durch Regression zwischen Minute 32 und 243:
ρ (t[min]) =1,025372 -5,710E-5·t r^2=0,989 s^2=1,67E-7

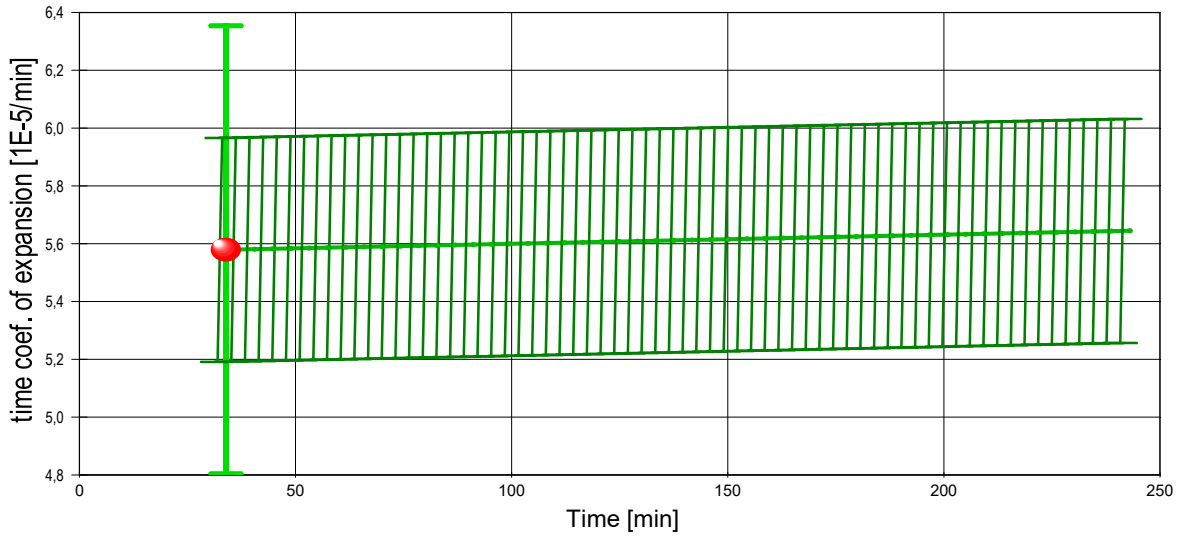
*Die relativ große Streuung zeigt **Klärungsbedarf** an!! - Die angenommene Messunsicherheit '0,000039 g/cm³' wird somit durch die Standardabweichung ersetzt. --- Die Messdaten werden automatisch analysiert. Ergebnis und ermittelte Formeln stellen Vorschläge dar, wobei sich aus den Umständen der Messung ggf. andere Zusammenhänge ergeben können. Der Korrelationskoeffizient zeigt die Qualität der gegenseitigen Abhängigkeit an (r^2, der 'mäßig' ist). Die Präzision zwischen den Messwerten und der Regressionsgleichung wird durch die Varianz (s^2) der Residuen qualifiziert - die Standardabweichung ($\sqrt{s^2}$) muss deutlich kleiner als die anzunehmende Messunsicherheit sein.*

¬ *Diagramm 3 -*



Im Diagramm 3, "rho-ƒ(t)" , sind die einzelnen Messwerte als Quadrate in zeitlicher Sequenz abgebildet. Um die Ausgleichsfunktion bzw. die Messwerte ist der Unsicherheitsbereich eingezeichnet.

¬ *Diagramm 4 –*



Das Diagramm 4, "k-ƒ(T,t)", zeigt den Verlauf des Zeitkoeffizienten τ der Noname-Probe aus der Ableitung der Dichte-Verlaufsgleichung an. Die Breite entspricht dem hier angenommenen Fehler. Der Angabewert ist als kugelförmiges Symbol eingezeichnet.

Aus der linearen Regressionsgleichung des Dichteverlaufs kann für den Zeitkoeffizienten eine Gleichung angegeben werden:

τ | [$10^{-5}\cdot min^{-1}$] = f(t[min]) = 1E5 / (17958 - t)

Die Präzision der Gleichung wird aus der Regressionsfunktion zu ±0,4·10^{-5}/K übernommen. Die relative Zunahme des Koeffizienten beträgt im Bereich der Messung konstant 56ppm pro Minute..

• 4.1. Tabelle 2, Dichtemessung

N°	t	T	ρ	H	ω	$\Delta_{rel.}$	N	F_A	$F_{korr.}$
1.	32,0	0,172	1,0234	4,549	0,0	---	1	523,928	0,000 °
2.	32,9	0,028	1,0234	4,549	0,0	---	1	523,924	0,000 °
3.	46,7	0,120	1,0231	4,549	0,0	---	1	523,946	0,000 °
4.	60,6	0,108	1,0224	4,549	0,0	---	1	523,995	0,000 °
5.	74,4	0,050	1,0216	4,549	0,0	---	1	524,051	0,000 °
6.	88,4	0,144	1,0206	4,549	0,0	---	1	524,117	0,000 °
7.	102,3	0,071	1,0195	4,549	0,0	---	1	524,193	0,000 °
8.	116,1	0,090	1,0185	4,549	0,0	---	1	524,258	0,000 °
9.	130,0	-0,117	1,0176	4,549	0,0	---	1	524,321	0,000 °
10.	144,7	0,068	1,0167	4,549	0,0	---	1	524,380	0,000 °
11.	158,9	-0,091	1,0158	4,549	0,0	---	1	524,443	0,000 °
12.	172,7	-0,011	1,0150	4,549	0,0	---	1	524,494	0,000 °
13.	186,7	-0,059	1,0143	4,549	0,0	---	1	524,541	0,000 °
14.	200,7	-0,196	1,0137	4,549	0,0	---	1	524,586	0,000 °
15.	214,7	-0,101	1,0133	4,549	0,0	---	1	524,614	0,000 °
16.	229,1	-0,164	1,0128	4,549	0,0	---	1	524,647	0,000 °
17.	242,9	-0,165	1,0123	4,549	0,0	---	1	524,678	0,000 °

Tabellensymbole: ***t*** Zeitpunkt [min], ***T*** Temperatur [°C], ***ρ*** Dichte [g/cm³], ***H*** Positionshöhe der Messkörperunterkannte über der Nullhöhe beim Dichtemesswert [mm], ***ω*** Beobachtungsdauer der Auftriebsmessung [s], $\Delta_{rel.}$ relative Dichteänderung pro Minute in der Beobachtungszeit [g·cm^{-3}·min^{-1}], ***N*** Anzahl Auftriebsmesswerte, F_A gemessener Roh-Wert der Auftriebskraft [mN], $F_{korr.}$ konstante Korrekturkraft [mN].

Die 'Nullhöhe' ist i.d.R. der Gefäßboden, falls nicht ein Podest für den Messkörper in der Röhre eingesetzt wurde. Die zu $F_{korr.}$ nachgestellten Zeichen '°†' oder '‡' symbolisieren die jeweils angewandten Mess- und Korrekturverfahren ('°' für Dichtemesswerte ohne Meniskuseliminierverfahren, '‡' für Werte mit unmittelbarer und '†' für solche mit in Folgemessungen übernommener Eliminierung')

Bearbeitungshinweise: *Der Roh-Wert der Auftriebskraft F_A [mN] ist in der Original-Messwertetabelle der Dokumentation angegeben (Die Rohdatentabelle enthält auch die anderen Werte, die der automatischen Interpretation zugrunde liegen).*

• 5. A N G A B E N Z U R K O N F I G U R A T I O N

Messkörper: Name ***IStahl14.5/PA***, IDN° 7014, Spaltweite 0,767 mm.
Auswertungsverfahren: Standard. Konfigurationstyp DiVA-B (N°2).
Messkörperdaten: Messzylindermasse 54,1632 ±0,0002 g, ~volumen 6,912689 ±2,6E-4 cm³, ~durchmesser 14,47 ±0,01 mm, ~länge 41,25 ±0,01 mm.
kub. Ausdehnungskoef. κ [10^{-6}K^{-1}] = f(ϑ[°C])= 50,873-0,18583·ϑ +3,8490·10^{-3}·ϑ^2-1,9601·10^{-5}·ϑ^3
Nicht tauchendes Gewicht am Messzylinder (Lastträger, Haltekonus) 6,3156 g. Messzylinder**suspension**: Querschnitt 0,021 mm², Umfang 0,515 mm, Aufhängungsart: fixierte Verbindung.
Behälter/Röhre: Durchmesser 16,005 ±0,005 mm, ~kub. Ausdehnungskoeffizient 8·10^{-6}K^{-1}.
Bezugstemperatur für Abmessungen und Ausdehnungskoeffizienten 25°C.
Kinetische Energie- Korrektur F_ζ, Faktor Zeta: ζ = 1,358.
Individuelle Werte: Eine Korrekturkraft (F_Θ) wird nicht verwendet. Höhe der Flüssigkeitssäule über der Nulllage: 83,0 mm, max. Bewegstrecke in der Phase: 41,8 mm.

***Messunsicherheiten des Ergebnisses*:** Die Unsicherheit der Viskositätsangabe ist als Mittelwert der Messunsicherheiten der Einzelmessungen angegeben (±0,02 mPa·s); die Messunsicherheit der Dichte (±0,00041 g/cm³) stammt - ausnahmsweise! - von der Standardabweichung der Regressionsfunktion.

Die Messunsicherheit *des einzelnen Viskositätsmesswertes wird aus folgenden Unsicherheitsquellen bestimmt: 1.: der geometrischen Toleranzangaben zu Messkörperdurchmesser, 2.: zur Länge und 3.: zum Radius des Gefäßes. Individuell aus 4.: der Standardabweichung der Messkraft ($\sigma_{F1/2}$), 5.: der Exzentrizität pauschal zu 0.5% (v.M.), 6.: der Unsicherheit der Kalibrierung zu 0.5% (v.M.), 7.: der Geschwindigkeitsangabe zu 0.1% , 8.: pro Grad Temperaturmessunsicherheit werden 5% (v.M.) angesetzt. - Die Gesamtunsicherheiten einer Messung wird als Wurzel der Quadratsumme der Einzelfehler berechnet.*

• **Meldungen**

MESSKÖRPERDIVERGENZ: geänderte Messkörperdaten nach aktuellem Datenbankeinträgen aktualisiert! - Ergebnisse könnten sich geändert haben!
Parameter: -Vol. (T×), [cm³]: 6,9127 geändert zu 6,912689,
-kappa, [1E-6/K]: 50,719µ-0,15768µ1,8972E-3 geändert zu 50,873µ-0,18583µ3,8490E-3µ-1,9601E-5. Begeben Sie sich ggf. ins Datenblatt und/oder Artefakteformular und prüfen dort bitte die Messkörperdaten.

' Meldungen': Falls Besonderheiten auftreten, die sich mit der Auswertung herausstellen können, werden diese ggf. von der Software detektiert und hier zur Rückkopplung ausgegeben. Evtl. dienen diese Hinweise zur Korrektur der Abläufe und Angaben. Sie können bei der Bewertung und Einordnung der Ergebnisse helfen.

***Wägewerte** sind - wenn nicht anders ausgezeichnet - konventionelle Wägewerte (OIML); **Temperaturangaben** beziehen sich auf die Skala der ITS-90. **Standardabweichungen:** Verschiedentlich werden Regressionsfunktionen mit Standardabweichungen (s) bzw. Varianzen (s²) qualifiziert. Diese Streuungsangabe wird berechnet aus der Summe der Quadrate der Abweichungen der Einzelwerte zu dem berechneten Funktionswert (der dem Einzelwert entsprechen soll) dividiert durch die Anzahl der Werte weniger 1. Sofern nicht anders bezeichnet, werden für ±(Mess-)Unsicherheiten stets einfache Standardabweichungen - ohne Erweiterungsfaktoren - angegeben, d.h. die Überdeckung betrifft 67% der (empirischen) Werte.*
***Form und Informationsfülle** des Prüfberichts ist dadurch bedingt, dass Messdaten durch die zahlreichen Freiheitsgrade sehr vielgestaltig auftreten können. Die Variablen der Messung müssen vollständig dargestellt werden können, um verifizierbar zu sein. Vollständigkeit ist Voraussetzung für die Überprüfbarkeit und Haltbarkeit der Resultate sowie abgeleiteter Schlussfolgerungen. Nicht zuletzt erfordern einschlägige Bestimmungen (GxP, FDA cfr.11/21 etc.) zusammen mit schlicht zeitökonomischen Erwägungen diesen hiermit Großteils erledigten Aufwand. [Prüfberichte, wie dieser, werden dynamisch aus Metadaten erzeugt und benötigen daher sehr wenig Speicherplatz in der Datenbank]. Bei Routinemessungen und/oder für die evtl. parallel noch papieren geführte Ablage sollten die Prüfberichte zur Ressourcenschonung durch entsprechende Einstellungen der Formatier- und Ausgabeoptionen auf das Wesentliche gekürzt werden. Das ganze 'File', inklusive der zu Grunde liegenden Rohdaten, ist stets über die ID (hier Nummer 13100, Datenbank imeterData29) 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 ***"DiVA-B-HEFE"***, type 5/0. Benutzerabbruch in Zeile N°738.)

Prüfmittel

Die Kraftmesseinrichtung (WZ224-CW) wurde am Vortag dieser Messung von M. Breitwieser justiert.
IMETER ID23903733: Systemdaten: Auflösung des Wägesystems 0,1 mg, Messunsicherheit*) 0,2 mg, Dichte der Justiermasse*) 8,000 g/cm³, Luftdichte vgl. Tabelle unten; Umrechnungen von Masse nach Kraft mit dem Wert 9,80769 m/sec² für die Fallbeschleunigung*). Pt100-Temperaturmessung: Auflösung 0,001[K], Messunsicherheit ±0,01[K], R° 100,0018[Ohm], AutoCal 10[min] (BN°3, -10/100°C, 7S, FS15, Offset: -0,005). Die Messauflösung der sekundären Temperaturmessung beträgt 0,01 K, die Unsicherheit*) 0,03 K. Akquisitions-Softwareversion IMETER 6.1.40, LizenzN° *3037-4759*, Windows 5.1- Betriebssystem auf PC Ser.N°1480456102 (H, DIE PLATTE#).

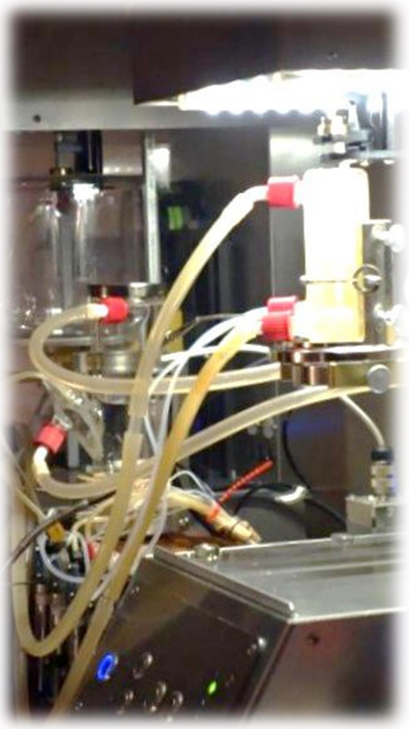
*): *Die gekennzeichneten Angaben der Systemdaten können nachträglich angepasst werden - etwa um individuelle Messunsicherheiten durch den Messaufbau wirksam werden zu lassen. Änderungen auch an diesen Daten werden im Audit-Log protokolliert und können zurückgenommen werden.*

meteorologische Angaben, Luftdichte:

Time [min]	ϕ [%]	T_a [°C]	p_a [kPa]	ρ_{air} [kg/m³]
26,0	48,54	23,81	95,536	1,11472
46,5	48,26	23,81	95,551	1,11492
60,4	48,5	23,819	95,566	1,11505
74,2	47,81	23,77	95,57	1,11535
88,2	48,57	23,82	95,570	1,11509
102,1	48,11	23,87	95,570	1,11494
115,8	48,5	23,88	95,57	1,11484
129,8	48,41	23,89	95,57	1,11483
144,6	48,46	23,89	95,571	1,11482
158,7	48,12	23,93	95,568	1,11466
172,6	48,03	23,94	95,583	1,11479
186,6	48,07	23,97	95,60	1,11483
200,5	48,19	24,00	95,604	1,1148
214,4	48,13	23,98	95,599	1,11483
228,8	47,97	23,99	95,61	1,11488
242,7	47,7	23,993	95,615	1,11501

Obige Zusammenstellung gibt die Aufzeichnung der Atmosphärendaten für den Aufstellort wieder; darin bedeuten ϕ relative Luftfeuchte (r.H.), T_a Lufttemperatur und p_a absoluter Luftdruck, ρ_{air} die Luftdichte Die Ablesungen wurden automatisch durch das i-SIF ausgeführt.

Nachträgliche Anmerkung(en):



Weil die Messung bei günstiger Gärtemperatur schnell verläuft, viel CO_2 entwickelt und somit wegen Blasen am Messkörper schlecht zu handhaben ist, wurde die Messung als "Fermenter-Monitoring" aufgebaut. Der Probe (100mL Zuckerwasser) wurde zum angegebenen Zeitpunkt die Hefemenge zugegeben. Diese wurde per Magnetrührer im auf 30°C temperierten Reaktor rasch in der Zuckerlösung dispergiert und sofort - als Anfangswert - in die Messzelle gepumpt, gekühlt und gemessen. Nach jeder Messung wird die Probe zurückbefördert und sofort neue Probe gezogen. - Die gekühlte Lösung hat keine CO_2-Übersättigung mehr und scheidet keine Gasblasen ab. Dadurch konnte die Geschwindigkeit des Gärprozesses - Dichteabnahme durch die Verstoffwechselung von Zucker in Ethanol - gut gemessen werden.
Der "Zeitvolumenkoeffizient" (als kinetische Konstante der Umsetzung) beträgt hier mit der Hefekonzentration von 33mg/mL 5.6 [1E-5/min]. In einer Vergleichsmessung mit geringerer Hefekonzentration von 25mg/mL wurde der Koeffizient zu 4.3 [1E-5/min] ermittelt.

""Kommentare" sind freie Texte, die der Operator zur Dokumentation der Messung hinzufügt. Hier eingebrachte Eingaben oder Änderungen werden nicht über das "Audit-Log" verwaltet. (Falls eine z.B. rechtlich wichtige Bemerkung mit Zeit und Name verbindlich festgehalten werden sollte, dann sei diese über das 'Bemerkungsfeld' im Datenblatt eingetragen.)

Report created by IMETER