

MBP 200

Blasendruck-Tensiometer



Dynamische Oberflächenspannung erklärt

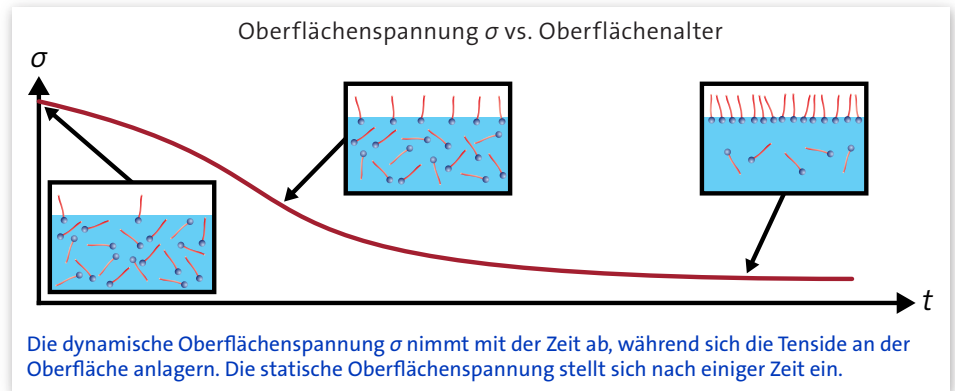
Die Oberflächenspannung beschreibt die Arbeit, die verrichtet werden muss, um die Oberfläche einer Flüssigkeit gegen eine Gas-Phase, wie die Umgebungsluft, zu vergrößern. Sie kann in Joule pro Quadratmeter (J/m^2) oder in Millinewton pro Meter (mN/m) angegeben werden. Die Oberflächenspannung ist eine wichtige Kenngröße, um zu beurteilen, wie leicht sich eine Flüssigkeit in Tröpfchen zerteilen oder auf einer Festkörperoberfläche verteilen lässt.

Grenzflächenaktive Substanzen, wie Tenside, lagern sich aufgrund ihres molekularen Aufbaus bevorzugt an der Oberfläche an. Sobald in einer Lösung grenzflächenaktiver Substanzen neue Oberfläche erzeugt wird, etwa durch die Bildung von Gasblasen, beginnen sich die grenzflächenaktiven Substanzen an die neue Oberfläche anzulagern. Die Anzahl der grenzflächenaktiven Teilchen pro

Oberflächeneinheit nimmt so lange zu, bis ein Gleichgewicht erreicht ist.

Vor Erreichen des Gleichgewichts spricht man von der „dynamischen Oberflächenspannung“. Die dynamische Oberflächenspannung wird häufig in Abhängigkeit des Oberflächenalters angegeben. Das Oberflächenalter bezeichnet die Zeit,

die seit der Bildung der neuen Oberfläche vergangen ist. Konkret beobachtet man eine Abnahme der Oberflächenspannung hin zum Erreichen des Gleichgewichts. Der Wert, der nach dem Erreichen des Gleichgewichtszustandes gemessen werden kann, wird als „statische Oberflächenspannung“ bezeichnet.



Methode des maximalen Blasendrucks

Die dynamische Oberflächenspannung kann mit der Methode des maximalen Blasendrucks bestimmt werden. Bei dieser Methode macht man sich zunutze, dass der Druckunterschied innerhalb und außerhalb einer Gasblase in einer Flüssigkeit (Δp), die Oberflächenspannung dieser Flüssigkeit (σ) und der Krümmungsradius der Gasblasenoberfläche (r_B) zusammenhängen. Dies lässt sich durch die Young-Laplace-Gleichung beschreiben:

$$\Delta p = \frac{2\sigma}{r_B}$$

Im experimentellen Aufbau der Messung platziert man die zu analysierende Flüssigkeit in einem Gefäß unter einer Kapillare. Die Kapillarroffnung wird dann in die Flüssigkeit getaucht. Daraufhin wird Gas in einem kontrollierten Volumenstrom durch die Kapillare geströmt und an der Öffnung der Kapillare bilden sich Gasblasen.

Das Volumen einer so erzeugten Gasblase wächst stetig. Am Anfang hat die Blase einen großen Krümmungsradius, welcher zunächst immer kleiner wird [1]→[2]. Gleichzeitig steigt der Druck innerhalb der Blase an. Wenn die Gasblase an der Öffnung der Kapillare eine Halbkugel bildet, erreichen der Krümmungsradius ein Minimum und der Druck in der Blase ein Maximum [3]. Wächst das Volumen der Gasblase wei-

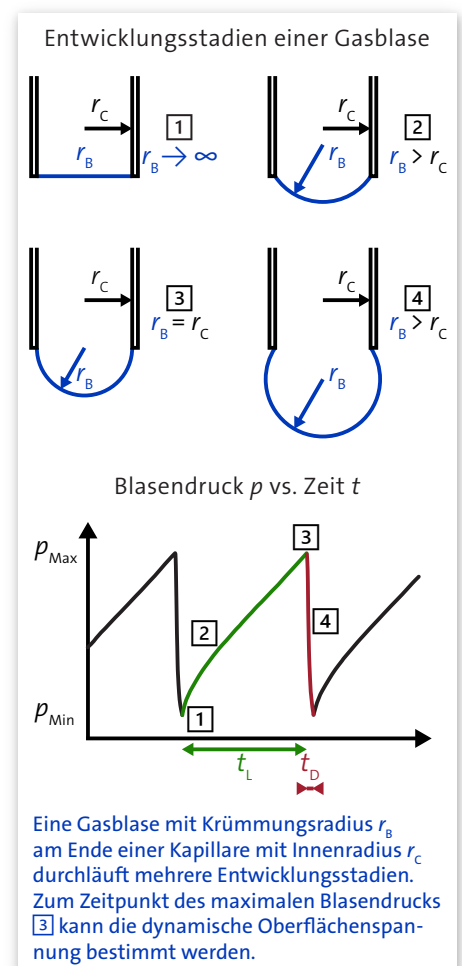
ter, erhöht sich der Krümmungsradius und der Druck sinkt [4], bis die Gasblase schließlich von der Kapillare abreißt.

Der Innenradius der Kapillarroffnung (r_c) entspricht zum Zeitpunkt des maximalen Blasendrucks dem Krümmungsradius der Gasblase ($r_c = r_B$) [3]. Der Innenradius der Kapillarroffnung wird durch eine vorherige Kalibrierung mit einer Flüssigkeit bekannter Oberflächenspannung bestimmt. Aus dem so ermittelten Radius der Kapillare und damit der Gasblase, dem gemessenen Druckmaximum und dem zusätzlich errechneten Druck außerhalb der Gasblase in der Flüssigkeit kann somit die dynamische Oberflächenspannung berechnet werden.

Von dem Moment, in dem sich eine neue Blase zu formen beginnt [1], bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Blase gerade halbkugelförmig ist [3], ist eine bestimmte Zeitspanne vergangen. Diese Zeitspanne wird als Oberflächenalter (t_L) bezeichnet. Die anschließende Zeit vom Druckmaximum bis zum Blasenabriss wird als „Totzeit“ (t_D) bezeichnet.

Ein Blasendruck-Tensiometer kann den Zeitpunkt, an dem das Druckmaximum erreicht wird, variieren. Auf diese Weise kann die dynamische Oberflächenspannung für verschiedene Oberflächenalter bestimmt werden. Da solche Prozesse immer von äußeren Parametern abhän-

gig sind, sollte die Messung bei wohldefinierten Temperaturen und Konzentration durchgeführt werden.



Blasendruck-Tensiometer MBP 200

Das Blasendruck-Tensiometer MBP 200 von DataPhysics Instruments ist ein leistungsfähiges Messgerät, das der Ermittlung der dynamischen Oberflächenspannung von flüssigen Lösungen dient. Es verwendet dazu die Methode des maximalen Blasendrucks.

Das MBP 200 kann einen Gas-Volumenstrom durch eine Kapillare in eine Flüssigkeit leiten, wodurch an der Kapillaröffnung Blasen entstehen. Um den Druck innerhalb der Gasblasen zu verfolgen, verfügt das Gerät über einen sensiblen Drucksensor. Anhand der detektierten Druckmaxima wird das Oberflächenalter der Blasen und die dynamische Oberflächenspannung ermittelt. Zusätzlich ist im MBP 200 eine Ventilanordnung verbaut, welche unterschiedlich starke Volumenströme erzeugen kann, um verschiedene Oberflächenalter für die Messung zu realisieren.

Mit dem MBP 200 können dynamische Oberflächenspannungen im Bereich zwischen 10 mN/m und 100 mN/m für Oberflächenalter zwischen 5 Millisekunden und 200 Sekunden bestimmt werden. Damit eignet sich das Gerät hervorragend für die Untersuchung von Flüssigkeiten, etwa Tensid-Lösungen, in einem breiten Dynamikbereich.

Für das MBP 200 stehen unterschiedliche Kapillaren zur Verfügung. Neben wiederverwendbaren Glaskapillaren können auch Einweg-Kapillaren verwendet werden.



Das Flüssigkeitsdosiersystem LDU 25 kann Konzentrationen automatisch variieren.

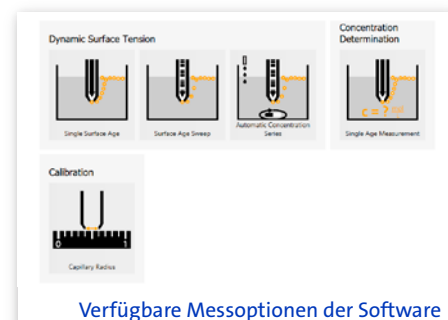


Blasendruck-Tensiometer MBP 200 mit optionalem TP 50 Steuerelement

Mit den verschiedenen, optionalen Thermostatisierungseinrichtungen kann die Temperatur des Probengefäßes zwischen -15 °C und 135 °C eingestellt werden. So kann die Abhängigkeit der dynamischen Oberflächenspannung von der Temperatur untersucht werden.

Merkmale des MBP 200

- Einweg-Kapillaren aus Kunststoff können in einem großen Dynamikbereich eingesetzt werden. Sie verringern den Aufwand für die Reinigung und verhindern Kreuzkontaminationen.
- Mit dem MBP 200 können hohe Differenzdrücke bis über 3400 Pascal gemessen werden, was die Untersuchung hochviskoser Flüssigkeiten, etwa bestimmter Öle, ermöglicht.
- Mit dem optionalen Flüssigkeitsdosiersystem LDU 25 können automatisiert Konzentrationsreihen durchlaufen werden. Dies ermöglicht es Anwendern, in einer einzigen Messprozedur die dynamische Oberflächenspannung für verschiedene Oberflächenalter in Abhängigkeit der Konzentration, beispielsweise eines Tensids oder Additivs, zu bestimmen.
- Das Probengefäß ist von einem Spritzschutz umgeben, was den Reinigungsaufwand verringert.
- Ein Kollisionsschutzmechanismus verhindert, dass die Kapillare mit dem Gefäßboden zusammenstößt. So werden Beschädigungen der Kapillare und des Geräts vermieden.



Verfügbare Messoptionen der Software

Softwarefeatures

Die MBP-Software ermöglicht die Steuerung des Geräts und Durchführung verschiedener Messungen:

- Einzelnes Oberflächenalter: Dynamische Oberflächenspannung für ein vorgegebenes Oberflächenalter
- Oberflächenalter-Sweep: Dynamische Oberflächenspannung für verschiedene Oberflächenalter
- Messreihe mit Konzentrationsvariation: Die Konzentration der Lösung wird variiert. Bei jeder Konzentration wird die dynamische Oberflächenspannung für verschiedene Oberflächenalter ermittelt.
- Konzentrationsbestimmung durch Messung eines Oberflächenalter: Die dynamische Oberflächenspannung einer Lösung unbekannter Konzentration wird für ein Oberflächenalter bestimmt. Daraus wird die Konzentration der Lösung errechnet.
- Bestimmung der Adsorptions- und Diffusionskoeffizienten

Technische Daten

Dynamische Oberflächenspannung	in Abhängigkeit des Oberflächenalters oder bei konstantem Oberflächenalter
Messbereich	10 ... 100 mN/m
Messwertrate	25.000 Hz
Oberflächenalter	5 ... 200.000 ms
Maximaler Differenzdruck	3400 Pa
Probenbühne	motorisiert mit halb-automatischem Kollisionsschutz
Verfahrbereich	105 mm
Verfahrgeschwindigkeit	46 nm/s ... 12 mm/s
Positionsauflösung	24 nm
Thermostatisierung	
Über Flüssigkeitskreislauf (-10 ... 130 °C)	optional
Über Peltierelement (-15 ... 135 °C)	optional
2 x Pt100 Eingang für -60 ... +450 °C ± 0,01 K	integriert
TP 50 Steuergerät	optional
LDU 25 Flüssigkeitsdosiersystem	optional
Automatischer Magnetrührer	integriert
Abmessungen (L [mm] x B [mm] x H [mm])	360 x 230 x 565
Gewicht	22 kg
Stromversorgung	100 ... 240 VAC; 50 ... 60 Hz; 70 W

**Kontaktieren Sie uns für mehr Informationen.
Wir finden eine maßgeschneiderte Lösung für
Ihre grenzflächenchemischen Anforderungen
und freuen uns darauf,
Ihnen ein unverbindliches Angebot
unterbreiten zu dürfen.**

DataPhysics Instruments GmbH • Raiffeisenstraße 34 • 70794 Filderstadt
Tel +49 (0)711 770556-0 • Fax +49 (0)711 770556-99
sales@dataphysics-instruments.com • www.dataphysics-instruments.com

Ihr Vertriebspartner: