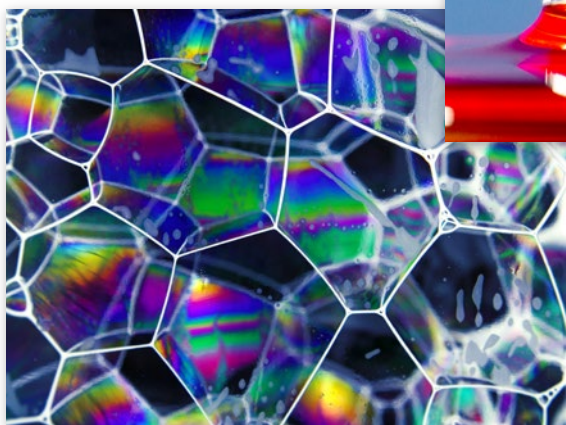


# DCAT Produktserie

Dynamische Kontaktwinkelmessgeräte und Tensiometer

Vom Einstiegsgerät bis zum Hochleistungsmesssystem für Einzelfasern



# Tensiometrie – Eine Einführung

## Ober- und Grenzflächenspannung

Flüssigkeitsoberflächen versuchen sich aufgrund ihrer **Oberflächenspannung** zusammenzuziehen. Dies kann man spüren – und messen – wenn eine Flüssigkeitsoberfläche im Kontakt mit einem Probenkörper, üblicherweise einer **Wilhelmy-Platte** oder einem **Du Noüy-Ring**, vergrößert wird: die anspringende Flüssigkeitslamelle übt eine Zugkraft auf den Probenkörper aus. Diese Kraft wird im **Tensiometer** durch eine hochgenaue Wägezelle erfasst. So kann die Oberflächenspannung der Flüssigkeit berechnet werden.



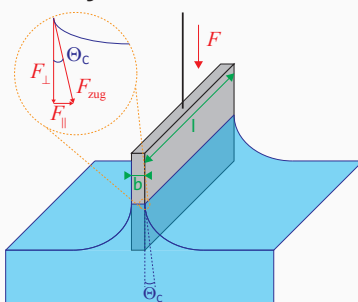
Du Noüy-Ring mit Flüssigkeitslamelle

Analog ist es möglich, mit dem Tensiometer die **Grenzflächenspannung** zwischen zwei Flüssigkeiten zu bestimmen. Da Tensiometrie auf einer Kraftmessung beruht, ist es dabei – anders als bei der optischen Untersuchung hängender Tropfen – nicht nötig, dass eine der Flüssigkeiten transparent ist oder sich die Flüssigkeiten deutlich im Brechungsindex unterscheiden. Tensiometrie ist somit in vielen Fällen eine nützliche Alternative zur optischen Messung von Ober- und Grenzflächenspannungen.

## Benetzungsphänomene

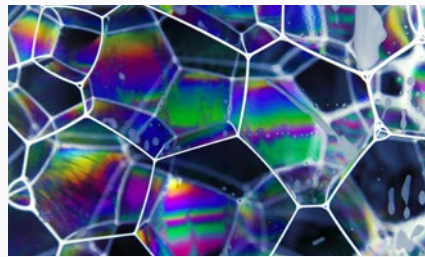
Mithilfe der Tensiometrie ist es auch möglich, Benetzungsphänomene zu untersuchen und **dynamische Kontaktwinkel** an einer als Probenkörper eingesetzten Festkörperprobe zu messen. Dazu wird die Probe in eine Testflüssigkeit mit bekannter Oberflächenspannung eingetaucht und wieder herausgezogen. Die Wägezelle

## Wilhelmy-Platte

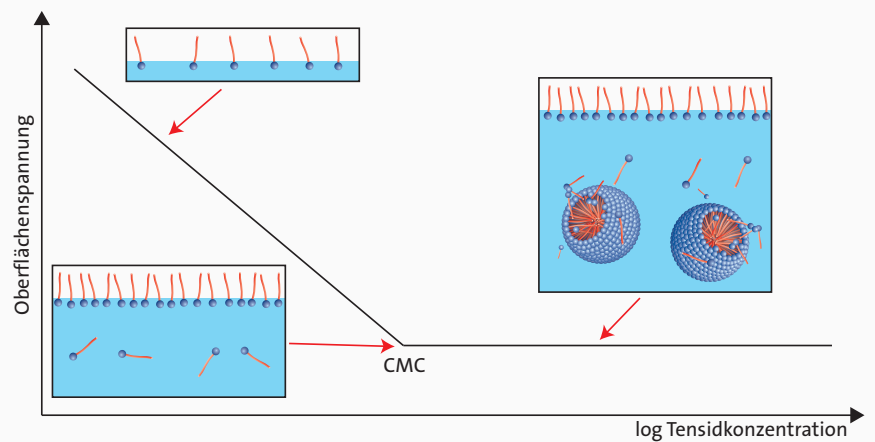


## Tenside und CMC

Grenzflächenaktive Substanzen, wie **Tenside**, sind aus einem hydrophilen und einem hydrophoben Teil aufgebaut, weshalb sie sich bevorzugt an Ober- und Grenzflächen anlagern. Dabei setzen sie die Ober- bzw. Grenzflächenspannung herab, was essentiell ist für eine gute Waschwirkung oder auch für die Stabilität von Schäumen.



Die Anzahl der Tensidmoleküle, die an einer Oberfläche Platz finden, ist begrenzt. „Überschüssige“ Tensidmoleküle können ihre hydrophoben Molekülteile nur vom Wasser abschirmen, indem sie sich zu **Mizellen** zusammen lagern. Die charakteristische Tensidkonzentration, bei der dieser Überschuss erreicht ist, wird als **Kritische Mizellbildungskonzentration (CMC)** bezeichnet. Sie kann anhand einer Messreihe mit variierender Tensidkonzentration leicht ermittelt werden: Unterhalb der CMC nimmt die Oberflächenspannung mit zunehmender Konzentration ab, da sich mehr und mehr Tensid an der Oberfläche anlagert. Oberhalb der CMC hingegen bilden sich Mizellen und die Oberflächenspannung bleibt konstant.



detektiert in diesem Fall neben dem Lamellengewicht auch den Auftrieb des Probenkörpers. Letzterer wird in der Auswertung eliminiert, sodass anschließend anhand der Wilhelmy-Gleichung für den Eintauchvorgang der **Fortschreitewinkel** und für den Vorgang des Herausziehens der **Rückzugswinkel** bestimmt werden kann. Der Fortschreitewinkel an Pulvern und Faserbündeln lässt sich darüber hinaus mit der **Washburn-Methode** ermitteln.

## Vielfältige Einsatzmöglichkeiten

Bei anderen tensiometrischen Methoden wird die gemessene Auftriebskraft ausgenutzt. So etwa zur Bestimmung der **Dichte von Flüssigkeiten und Festkörpern**. DataPhysics bietet dafür spezielle Probenkörpersets an. Weitere spezifische Probenkörper und Zubehörmodule zum Tensiometer erlauben die Untersuchung von **Sedimentations- und Penetrations-eigenschaften**, der **Adhäsion** oder des **Oberflächendrucks**.

Eine gängige Methode zur Bestimmung von Ober- und Grenzflächenspannungen mit einem Tensiometer ist die **Wilhelmy-Platten-Methode**. Hier wird als Probenkörper eine Wilhelmy-Platte, die in der Regel wenige Zentimeter lang und hoch und aus Platin-Iridium gefertigt ist, verwendet. Diese wird an der Waage des Tensiometers befestigt und an der Flüssigkeitsoberfläche positioniert, sodass eine Flüssigkeitslamelle anspringt.

Gemessen wird dann die Gewichtskraft der Lamelle, die gerade dem senkrechten Anteil der durch die Oberflächenspannung hervorgerufenen Zugspannung entspricht. Mit der Definition der Oberflächenspannung als Zugkraft pro Länge der Kontaktlinie ergibt sich die **Wilhelmy-Gleichung**:

$$\sigma = \frac{F_{\text{zug}}}{L} = \frac{F_{\perp}}{L \cdot \cos \Theta_C} = \frac{F_G}{L \cdot \cos \Theta_C}$$

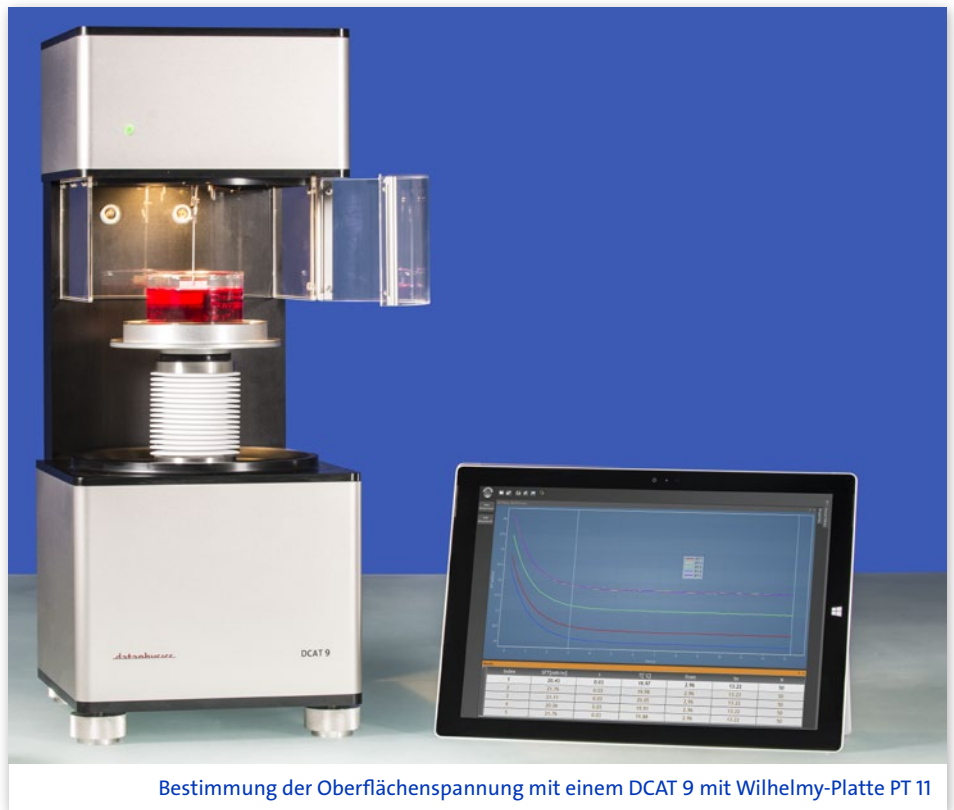
## Die DCAT-Modelle

Die dynamischen Kontaktwinkelmessgeräte und Tensiometer der **DCAT-Serie** sind universelle Messgeräte, mithilfe derer zahlreiche unterschiedliche Ober- und Grenzflächeneigenschaften untersucht werden können (vgl. Einführung Tensiometrie). Das kompakte Produktdesign und der modulare Aufbau erlauben es, für jede Anforderung das passende Modell mit dem benötigten Zubehör individuell zusammenzustellen.



Flüssigkeits-Thermostatisiereinrichtung TV 70

Höchste Präzision und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse sind durch bewährte Messtechnik und Waagentechnologie garantiert. Dank modernster elektronischer Komponenten bieten alle DCAT-Modelle einen besonders **schnellen und präzisen Antrieb**, einen **automatischen Kollisionsschutz** und können mit Hilfe des **TP 50 Steuergeräts** intuitiv bedient werden.



Bestimmung der Oberflächenspannung mit einem DCAT 9 mit Wilhelmy-Platte PT 11

## DCAT 8 & DCAT 9

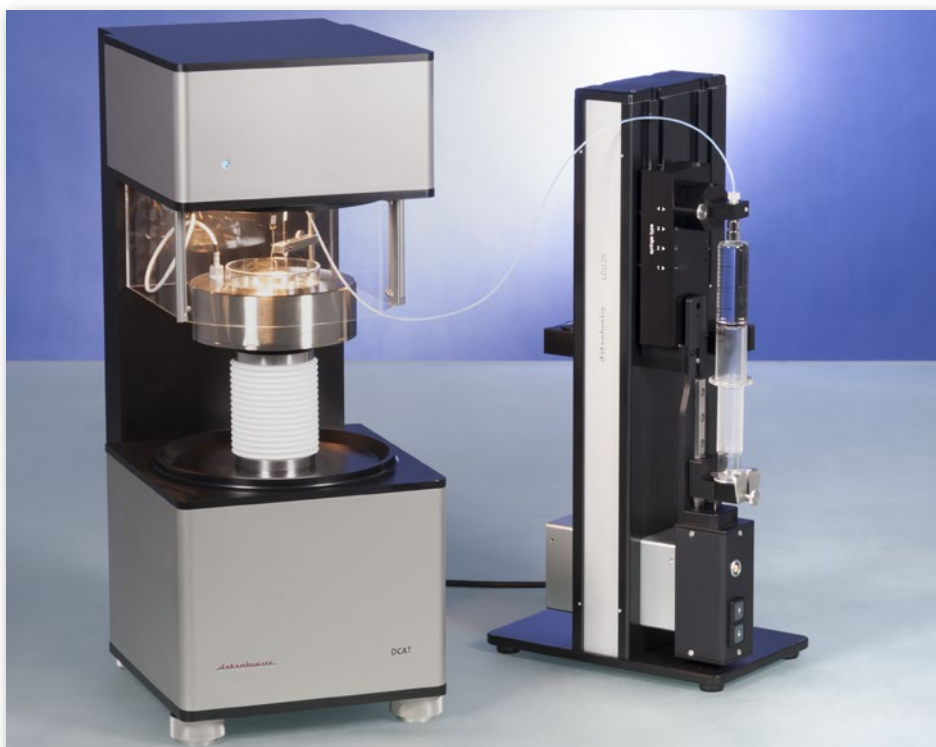
Das **DCAT 8/9** ist das leistungsfähige **Einstiegsmodell** für die gewichtsbasierte Messung von Ober- und Grenzflächenspannung sowie der Dichte von Flüssigkeiten und Festkörpern.

Um auch **temperaturabhängig** messen zu können umfasst das **DCAT 8T/9T** ein integriertes Digitalthermometer und eine Flüssigkeits-Thermostatisiereinrichtung TV 70.

## DCAT 15

Das **DCAT 15** ermöglicht weitere Messmethoden. So kann es zusätzlich zur Bestimmung dynamischer Kontaktwinkel, der Oberflächenenergie von Festkörpern oder von Sedimentations- und Penetrationseigenschaften eingesetzt werden.

Auch kann das DCAT 15 mit einem **Flüssigkeitsdosiersystem LDU 25** erweitert werden und so automatisiert Konzentrationsreihen z.B. von Tensidlösungen herstellen. Ohne manuelles Eingreifen des Benutzers, ist es damit möglich in einem Versuchsablauf softwaregesteuert die Kritische Mizellbildungskonzentration (CMC) zu bestimmen.



Bestimmung der kritischen Mizellbildungskonzentration mit DCAT 15 und LDU 25 mit Spritzenhalter SH-LDU



LDU 25 mit einem Spritzenhalter SH-LDU und einem Füll- und Spülsystem RRS 25

## DCAT 25

Das dynamische Kontaktwinkelmessgerät und Tensiometer **DCAT 25** ist das multifunktionale **Allround-Gerät** der DCAT-Serie. Das Wägesystem ist noch präziser als beim DCAT 9 & 15 und bietet somit höchste Genauigkeit bei der Bestimmung von Ober- und Grenzflächenspannungen. Ein **vollständig geschlossener Probenraum** erlaubt es unter Inertgas oder ionisierter Atmosphäre sowie bei geregelter relativer Luftfeuchtigkeit zu messen.



Elektrische Thermostatisiereinrichtung TEC 250/DCAT mit Zubehör

Dank des **größeren Verfahrenswegs** der Probenbühne kann in das DCAT 25 eine **elektrische Thermostatisiereinrichtung** montiert werden, welche Messungen bei Temperaturen bis zu 300 °C erlaubt.

Außerdem kann das **Langmuir-Trog-Modul** verwendet werden um den Oberflächen- und Grenzflächenrheologie von Monolagen zu untersuchen.

Bei Messungen der Adhäsionskraft bietet die **Videosystem-Erweiterung** die



DCAT 25 mit Peltier-Thermostatisiereinrichtung TV 50-P, Temperaturregler TCU und TP 50 Steuergerät

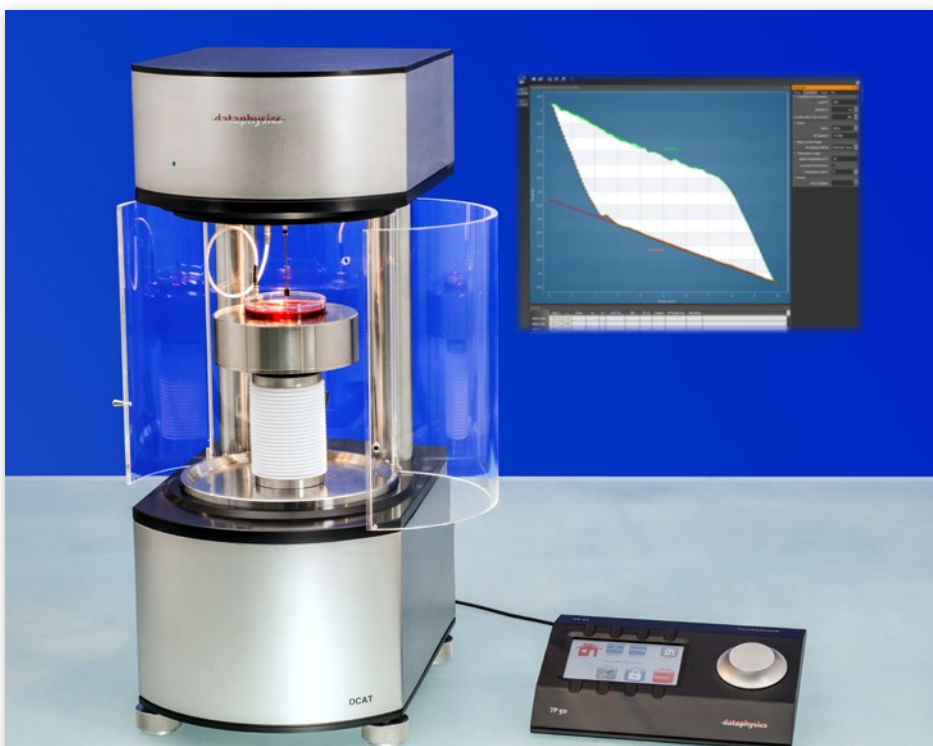
Möglichkeit mit der Messung korrelierte Videosequenzen aufzuzeichnen und somit Kontaktwinkel, Kontaktfläche, etc. zusätzlich zur Kraft auszuwerten.

Dank des optionalen **TP 50 Steuergerät mit Touchscreen und Präzisions-Steuer-rad** geht die Gerätebedienung auch bei komplexen Messungen schnell und intuitiv vonstatten.

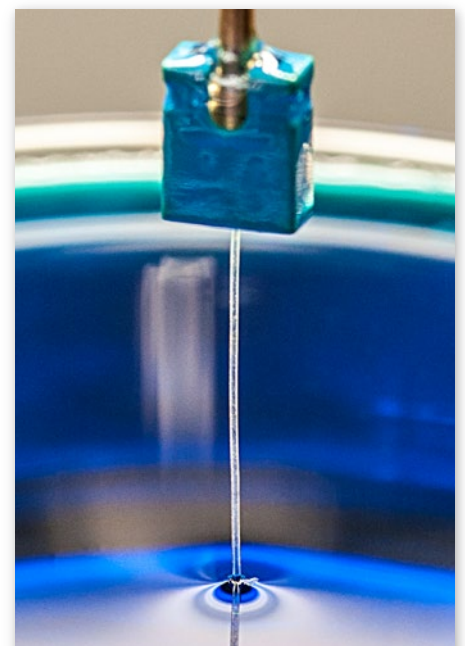
## DCAT 25SF

Das **DCAT 25SF** enthält eine **Höchstpräzisions-Waage** mit einer Auflösung von 0,1 µg, die Messungen selbst mit Einzelfasern ermöglicht.

Als ideales **Einzelfasertensiometer** ist das DCAT 25SF dank des modularen Aufbaus der DCAT-Produktlinie dennoch nicht auf diese spezielle Anwendung beschränkt (vgl. verfügbare Messmethoden).



Bestimmung der Kontaktwinkelhysterese an einer Faser in einem DCAT 25SF mit TP 50 Steuergerät



Faser am Einzelfaserhalter FH 12

## Zubehör für jede Aufgabe

Der modulare Aufbau der DCAT-Modelle ermöglicht es, für jede noch so anspruchsvolle Messsituation das richtige Zubehör zu finden.

Standard-Messkörper, wie **Wilhelmy-Platten** und **Du Noüy-Ringe**, sind in verschiedenen Größen verfügbar und erlauben die Grenz- und Oberflächenspannungsbestimmung gemäß einer Vielzahl nationaler und internationaler Normen. Zur regelmäßigen Verifizierung der Hochleistungswaage können **Referenzmassen** mit **DAkkS-Zertifikat** verwendet werden.

Für **Dichtemessungen** stehen spezielle Probenkörper und -halter zur Verfügung. Unterschiedliche Halterungen ermöglichen die Messung dynamischer Kontaktwinkel

an Platten, Folien, Faserbündeln, Pulvern und selbst Einzelfasern.

Mit einem **Langmuir-Trog-Modul** und einem **Videosystem** lassen sich die Anwendungsgebiete eines DCAT um die Untersuchung von Monolagen bzw. um die optische Analyse bei Adhäsionsmessungen erweitern.

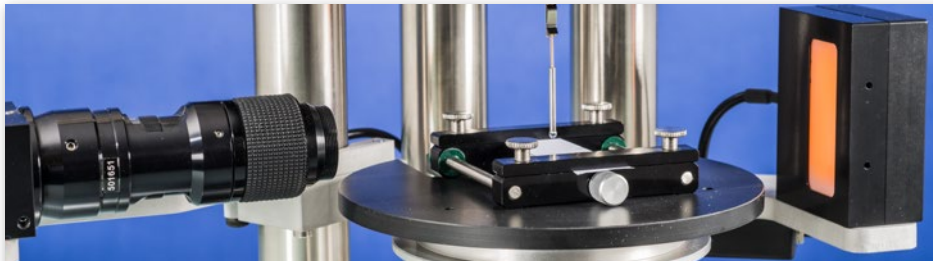
Messungen bei Temperaturen von  $-15\text{ °C}$  bis  $135\text{ °C}$  oder bis zu  $300\text{ °C}$  sind mit verschiedenen **Thermostatisiereinrichtungen** möglich und eine direkte intuitive Kontrolle über alle elektrischen Gerätefunktionen erlaubt in jedem Fall das **Steuergerät TP 50**.



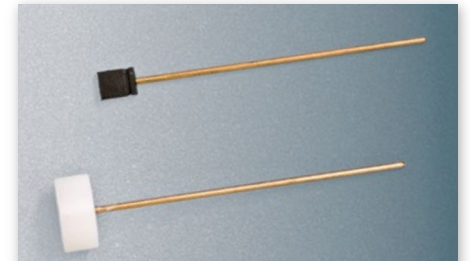
Steuergerät mit Touchscreen TP 50



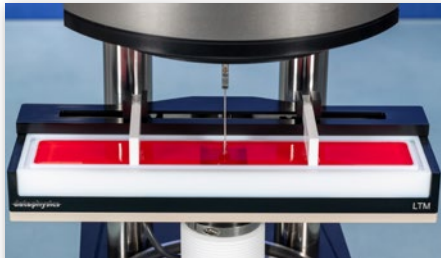
Set von Referenzmassen RWS



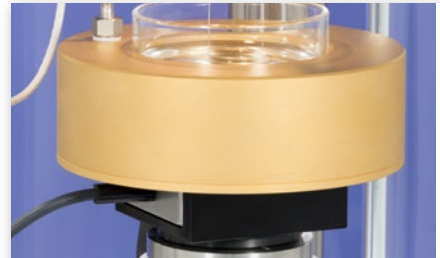
Videosystem-Erweiterung UpVideo DCAT



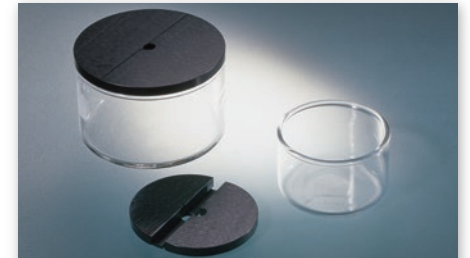
Einzelfaserhalter FH 12 und FH 13



Langmuir-Trog-Modul LTM



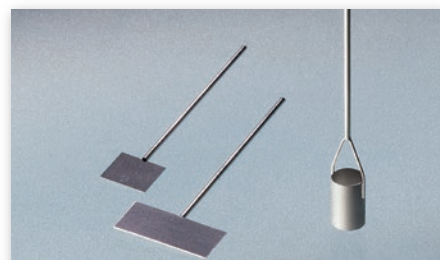
Nichtmagnetische Ausführung der Thermostatisiereinrichtung TV 70NM



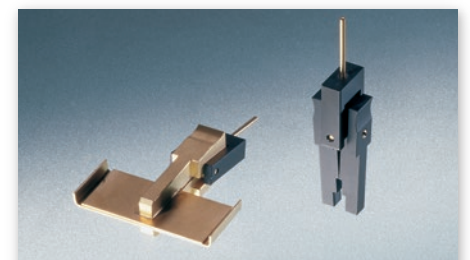
Probengefäße GS 70 und GS 50 mit passenden Abdeckplatten CP 70 und CP 50



Dichtebestimmungsset für Flüssigkeiten DIS 11 und Du Noüy-Ringe RG 11 und RG 10



Wilhelmy-Platten PT 9 und PT 11 und zylindrische Platte PT 10



Folienhalter FO 11 und Plattenhalter PSH 11



Dichtebestimmungssets für Festkörper DSS 11 und DSS 12



Halter für Faserbündel FH 11 und für Pulver PUR 11



Penetrationsprüfkörper PP 11 und Sedimentationskegel SC 11

# Innovative Software

## Software für effizientes Arbeiten

Die neu entwickelte, Windows® basierte, **DCATS**Software mit ihren **verschiedenen separat nutzbaren Modulen** ist sowohl auf bewährte Art und Weise per Maus und Tastatur, als auch mit modernen Multi-touch-Notebooks/Pads per Finger bzw. Stift bedienbar.

Die **moderne Bedienoberfläche** ist multilingual (Deutsch, Englisch, Chinesisch), lässt sich individuell und bedarfsgerecht anpassen und bietet so jedem Benutzer bei seinen Messungen einen idealen Überblick.

Die **umfangreiche integrierte Hilfefunktion** umfasst Erklärungen zu den Messabläufen und verwendeten Berechnungen und unterstützt bedarfsgerecht bei der Einrichtung von Messparametern.

Mit zuvor angelegten Messvorlagen lassen sich einfach „**1-Klick-Messungen**“ realisieren und die **automatische Speicherung** jeder Messung gewährleistet, dass keine Daten verloren gehen.

**Individuell gestaltbare Messberichte** stellen alle Ergebnisse schließlich optimal dar.

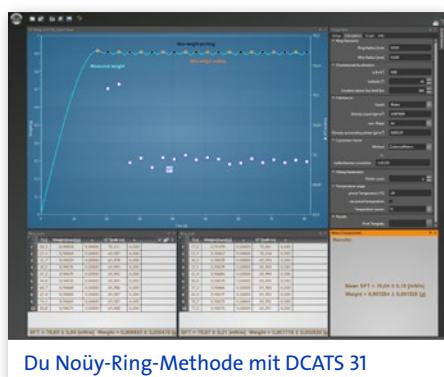
Die DCATS ist in folgende einzeln verfügbare Module aufgeteilt:



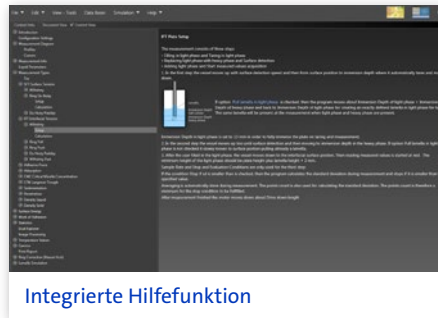
Hauptmenü mit Methodenauswahl

### DCATS 31 — Ober-/Grenzflächenspannung

- Bestimmung der statischen, zeit- und temperaturabhängigen Ober- und Grenzflächenspannung nach der Du Noüy-Ring-, der Du Noüy-Padday- und der Wilhelmy-Platten-Methode
- automatische Ring-Korrektur nach verschiedenen Methoden



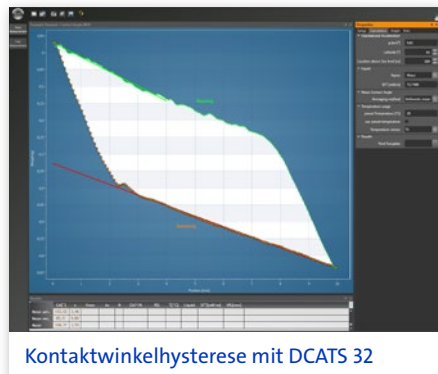
Du Noüy-Ring-Methode mit DCATS 31



Integrierte Hilfefunktion

### DCATS 32 — Dynamischer Kontaktwinkel

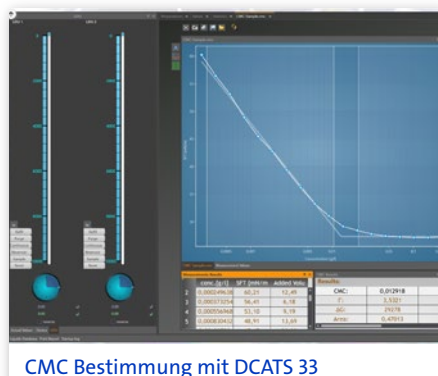
- Bestimmung des dynamischen Kontaktwinkels von Festkörpern (z.B. Platten, Filme, Stäbe, Fasern)
- Sorptionsmessungen an Pulvern und Faserbündeln
- Berechnung des gemittelten Kontaktwinkels nach der modifizierten und erweiterten Washburn-Methode
- Analyse der Oberflächenenergie von Festkörpern sowie deren Komponenten nach neun verschiedenen Theorien



Kontaktwinkelhysteresis mit DCATS 32

### DCATS 33 — Mizellbildungskonzentration

- automatisierte Bestimmung der Kritischen Mizellbildungskonzentration (CMC) von Tensiden z.B. unter Verwendung der Dosiereinheit LDU 25 für additive und subtraktive Dosierung



CMC Bestimmung mit DCATS 33

### DCATS 34 — Flüssigkeitsdichte

- Dichtebestimmung von Flüssigkeiten

### DCATS 35 — Sedimentation/Penetration

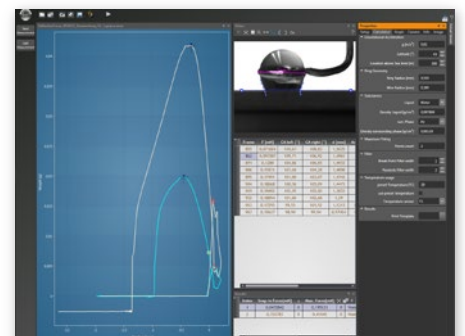
- Bestimmung von Sedimentationsgeschwindigkeit, sowie Penetrationskraft, -widerstand und -geschwindigkeit

### DCATS 36 — Festkörperdichte

- Dichtebestimmung von Festkörpern

### DCATS 37 — Adhäsion

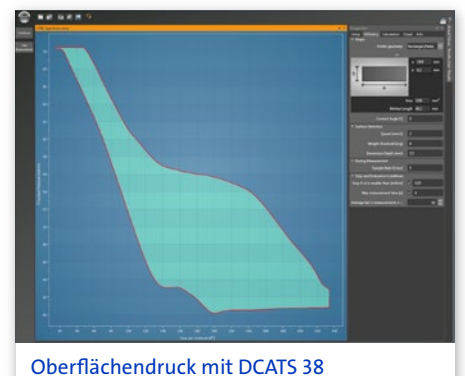
- Messung von Kraft-Abstands-Kurven beim Anpressen und Abziehen von Flüssigkeitstropfen zur Analyse der Adhäsion
- Bildauswertung (Kontaktwinkel, Kontaktfläche, etc.) für mit der Messung korrelierte Videosequenzen (mit optionaler Videosystem-Erweiterung)



Adhäsionskraftmessung mit DCATS 37

### DCATS 38 — Oberflächendruck

- Bestimmung des Oberflächendrucks einer Monolage während ihrer Kompression und Relaxation im Langmuir-Trog-Modul LTM
- Kinetische Messung unter isobaren oder isochoren Bedingungen zur Analyse dynamischer Vorgänge in einer Monolage im LTM
- Grenzflächenrheologische Analyse von viskoelastischen Monolagen im LTM



Oberflächendruck mit DCATS 38

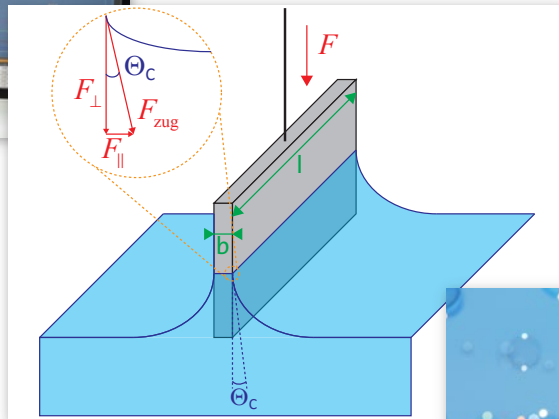
# Verfügbare Messmethoden und technische Daten

	DCAT 8	8T	DCAT 9	9T	DCAT 15	DCAT 25	DCAT 25SF
<b>Wägebereich</b>	100 µg ... 220 g				10 µg ... 210 g		1 µg ... 10 g
Auflösung; Genauigkeit	100 µg; ± 100 µg				10 µg; ± 20 µg		0,1 µg; ± 3 µg
Messwert rate [Wägewerte/s]	bis zu 10		bis zu 100			bis zu 50	
<b>Ober- und Grenzflächenspannung [DCATS 31]</b>	○		○		○	○	○
Messbereich					1 ... 2000 mN/m		
Auflösung	± 0,01 mN/m				± 0,001 mN/m		± 0,0001 mN/m
Ring-Korrektur Optionen	Huh-Mason, Zuidema-Waters, Harkins-Jordan, Lunkenheimer Faktor, linear, polynomisch, keine						
<b>Dichtebestimmung</b>							
Flüssigkeitsdichte [DCATS 34]	○		○		○	○	○
Festkörperdichte [DCATS 36]	○		○		○	○	—
Messbereich					0,001 ... 2,50 g/cm <sup>3</sup>		
Auflösung					± 0,0001 g/cm <sup>3</sup>		
<b>Dynamische Kontaktwinkel [DCATS 32]</b>	—		—		○	○	○
Messbereich	—		—		0 ... 180°		
Auflösung	—		—		± 0,01°		
<b>Automatisierte CMC-Bestimmung [DCATS 33]</b>	—		—		○	○	○
<b>Sedimentation und Penetration [DCATS 35]</b>	—		—		○	○	—
<b>Adhäsion [DCATS 37]</b>	—		—		○	○	—
Videosystem-Erweiterung UpVideo DCAT	—		—		—	○	—
<b>Oberflächendruck [DCATS 38]</b>	—		—		—	○	○
<b>pH-Wert Messung</b>	○		○		○	○	○
<b>Probenbühne</b>	motorisiert mit automatischem Kollisionsschutz						
Verfahrbereich	80 mm				105 mm		
Verfahrgeschwindigkeit	46 nm/s ... 6 mm/s		46 nm/s ... 12 mm/s				
Positionsauflösung	24 nm						
<b>Thermostatisierung</b>							
Über Flüssigkeitskreislauf (-10 ... 130 °C)	—	●	—	●	○	○	○
Über Peltierelement (-15 ... 135 °C)	—	○	—	○	○	○	○
Über elektrische Heizkammer (RT...300 °C)	—	—	—	—	—	○	—
2 x Pt100 Eingang für -60 ... +450 °C ± 0,01 K	—	●	—	●	●	●	●
<b>Multilinguale Software</b>	Deutsch, Englisch, Französisch, Chinesisch						
<b>Erfüllung internationaler Normen</b>	Eine umfangreiche Liste ist online zu finden: <a href="http://www.dataphysics-instruments.com/de/normen/">www.dataphysics-instruments.com/de/normen/</a>						
<b>TP 50 Steuergerät</b>	○		○		○	○	●
<b>Automatischer Rührer</b>	● (magnetisch)		● (magnetisch)		● (magnetisch)	● (magnetisch)	○ (nichtmagnetisch)
<b>Waagenkalibrierung</b>	automatisch intern sowie extern mit Referenzgewichten						
<b>Abmessungen (L [mm] x B [mm] x H [mm])</b>	271 x 246 x 523				360 x 230 x 565		
<b>Gewicht [kg]</b>	16	17	15	16	16	23	24
<b>Stromversorgung</b>	100 ... 240 VAC; 50 ... 60 Hz; 70 W						

● integriert

○ mit optionaler Software/Zubehör

— nicht verfügbar



**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](mailto:sales@dataphysics-instruments.com) • [www.dataphysics-instruments.com](http://www.dataphysics-instruments.com)

**Ihr Vertriebspartner:**