

Pulverrheologie

MCR Evolution



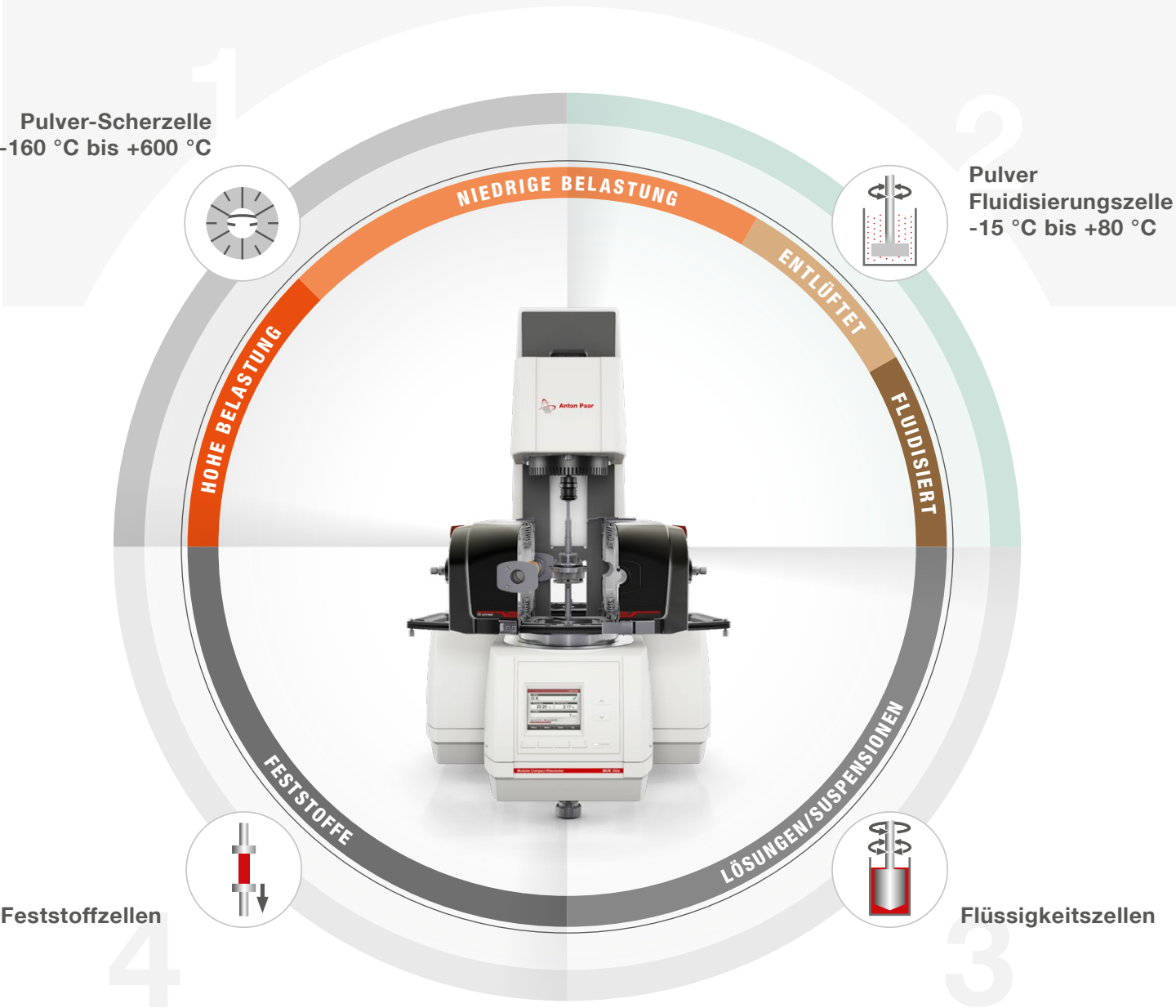
Das einzige Präzisionsmesssystem zur Pulvercharakterisierung

Die Arbeit mit Pulver und granularen Medien birgt Herausforderungen, insbesondere bei der Verarbeitung und Lagerung. Pulver werden von vielen Faktoren beeinflusst – darunter Partikelform, Partikelgröße und Größenverteilung, chemische Struktur, Feuchtigkeit und Temperatur. Als Mischungen aus Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen sind Pulver sehr komplex.

Für eine effiziente Qualitätskontrolle und reibungslose Verarbeitung wird das Verhalten von Pulver unter realistischen Bedingungen, die den Herstellungsprozess vollständig simulieren, charakterisiert: Pulverrheologie mit MCR Evolution-Rheometern liefert wertvolle Informationen zur Optimierung von Herstellungsprozessen.

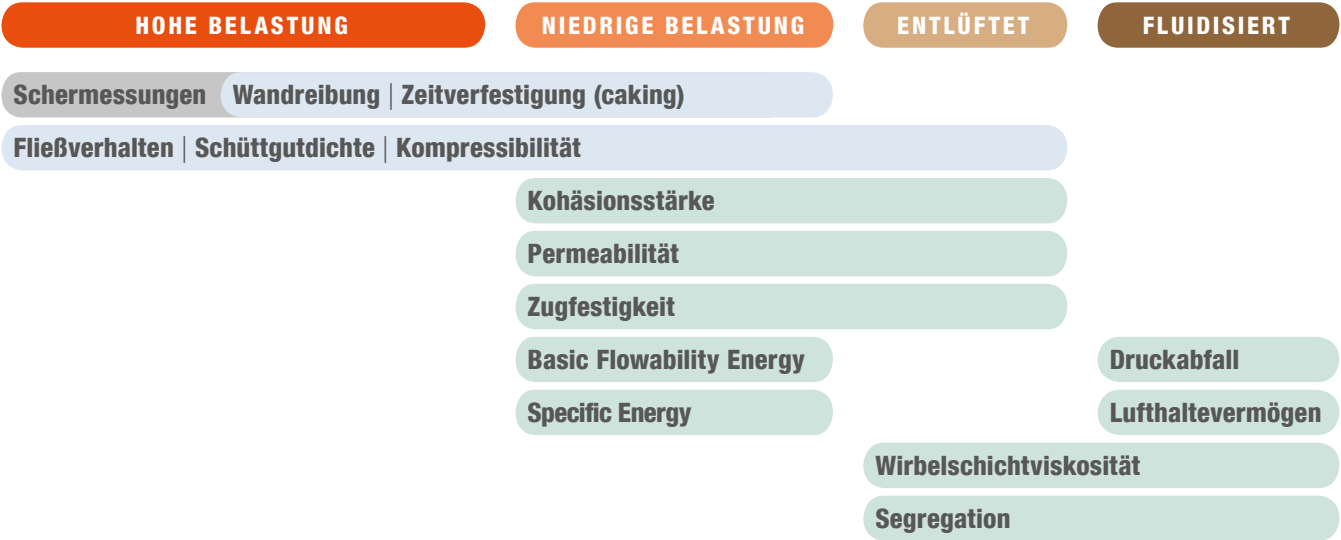
Ein MCR Evolution-Rheometer in Kombination mit der **Pulver-Scherzelle** und der **Pulver-Fluidisierungszelle** bietet maximale Flexibilität für eine umfassende Pulvercharakterisierung. Dieses einzigartige System gewährleistet maximale Genauigkeit für die Bestimmung des Verhaltens von Pulvern und liefert erstklassige Ergebnisse. Mit der weltweit vielseitigsten modularen Rheometer-Plattform können Messungen an Pulvern, Flüssigkeiten, Suspensionen und Feststoffen vorgenommen werden.

Die intuitive Benutzeroberfläche der RheoCompass Software ermöglicht das Durchführen voll automatisierter Messungen mit nur wenigen Klicks. Sie bewahren dennoch die vollständige Kontrolle über all Ihre Messparameter. Die Software unterstützt „Managed Lab“ mit mehreren Benutzerinnen und Benutzern, verfügt über eine zentrale Datenbank und bietet ERP-Konnektivität. RheoCompass (kompatibel mit Windows 10 oder höher) erfüllt sämtliche QM-Anforderungen, darunter GLP und GMP sowie 21 CFR Part 11 für die Pharmaindustrie.



Bei Anton Paar nehmen wir Pulverrheologie ernst und verfolgen einen wissenschaftlichen Ansatz. Wir stellen die notwendigen Tools zur Verfügung, um Pulver bestmöglich zu charakterisieren. Bei der Entwicklung unserer Geräte stehen stets die individuellen Anwendungen im Vordergrund, um zuverlässige und reproduzierbare Ergebnisse zu liefern. Mithilfe zahlreicher Methoden können Sie Ihre Pulver unter Bedingungen charakterisieren, die genau Ihren Anwendungen entsprechen.

Pulverrheologie-Methoden



Pulver-Fluidisierungszelle – Funktionen und Merkmale

True powder rheology

Die Pulverrheologie ermöglicht Ihnen eine gründliche Charakterisierung für ein umfassendes Verständnis Ihrer Pulver. Ihnen steht eine Vielzahl speziell entwickelter Messmethoden für Pulver zur Verfügung, mit denen Sie die Vorteile von Rheometern optimal nutzen können, um etwa Rotations- und Oszillationsmessungen oder sogar scherraten- und luftstromabhängige Messungen durchzuführen. Die automatisierten Methoden sind einfach und schnell durchführbar, bieten aber auch ausgereifte Techniken für Anwendungen in der Qualitätskontrolle und im wissenschaftlichen Bereich.

Patentiertes Staubschutzsystem

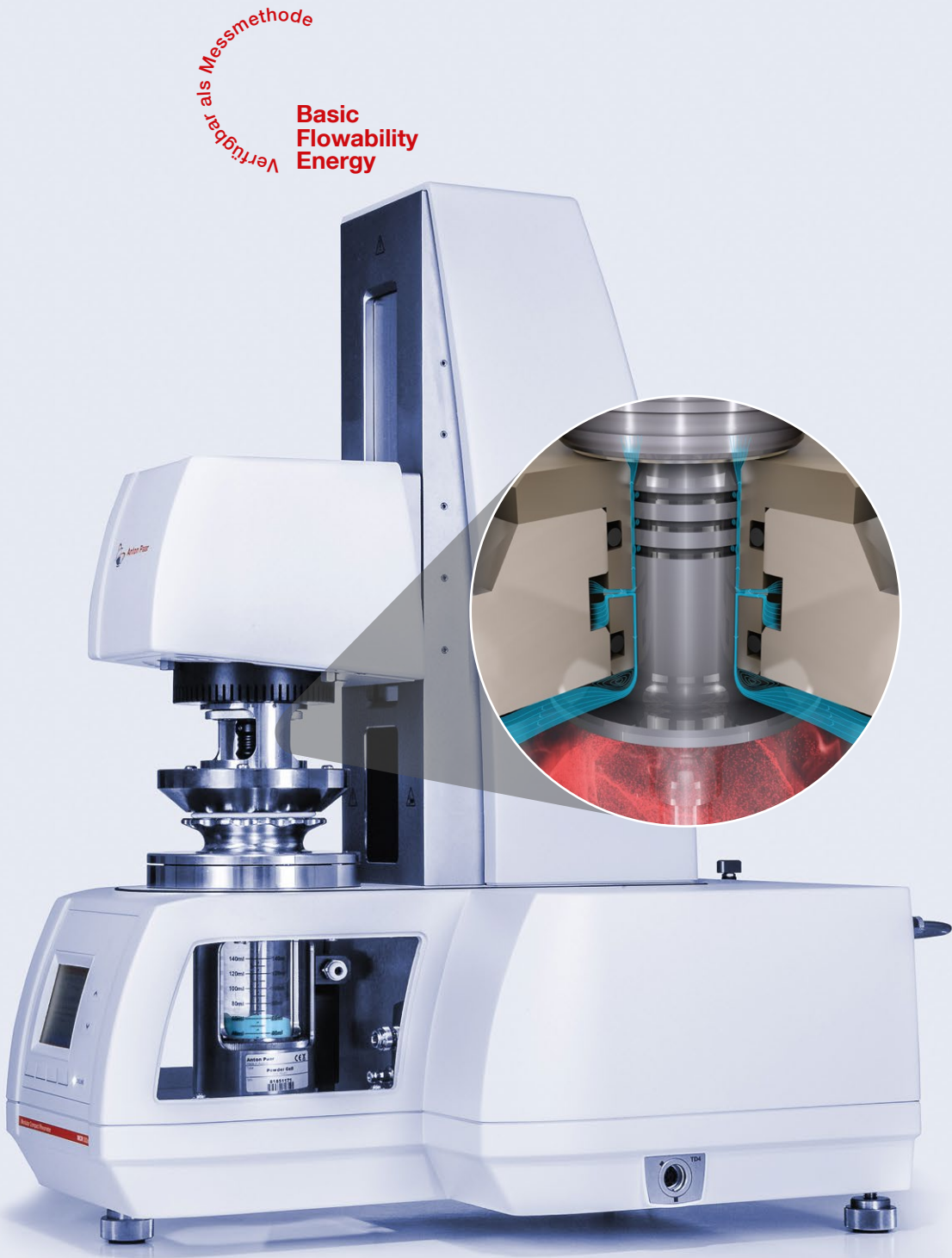
Die patentierte Staubschutzhaube (EP 3067684) gewährleistet die saubere und sichere Handhabung von Proben. Sie schützt die Anwenderin bzw. den Anwender und das Gerät vor feinem und potenziell gefährlichem Pulver, auch wenn es vollständig fluidisiert ist. Das System beruht auf einem vierfachen Dichtungskonzept, das Sperrluft und geometrische Barrieren kombiniert. Dadurch wird die Pulver-Fluidisierungszelle zu 100 % staubdicht, während die erstklassige Messgenauigkeit und -auflösung des MCR Evolution-Rheometers auf bis zu 10 nNm und darunter erhalten bleiben.

Zuverlässige Ergebnisse mit Pulvervorbereitungsmodi

Anton Paar verbindet die extrem hohe Sensitivität luftgelagerter Rheometer mit automatisierten Probenvorbereitungsmodi für eine unschlagbare Reproduzierbarkeit mit einer Schwankung von bis zu $\pm 0,5$ %. Dank dieser Sensitivität können selbst sehr ähnliche Pulver voneinander unterschieden und auch kleinste Änderungen in Proben erkannt werden.

Perfekte Kontrolle und Optimierung

- Pulver verstehen und Kosten senken:
- Beseitigung von Ineffizienzen oder dem Verlust ganzer Chargen mithilfe der Kontrolle und Optimierung Ihrer Parameter für den Verarbeitungs-/Produktionsprozess
 - Maximale Auslastung von Anlagen, optimaler Durchsatz und geringere Energiekosten bei der Verarbeitung
 - Steigerung der Produktqualität und Senkung der Abfallmengen durch Analyse von Qualitätsaspekten



Spezifikationen – Pulver-Fluidisierungszelle

Probenvolumen	60 mL bis 120 mL
Drehmomentbereich	10 nNm bis 300 mNm (geräteabhängig)
Normalspannungsbereich	Bis zu 22 kPa
Staubschutzhaube	- $d \geq 5 \mu\text{m}$: 100 % staubdicht - $5 \mu\text{m} \geq d > 1 \mu\text{m}$: 90 % bis 95 % staubdicht
Fluidisierungsoptionen	- Wissenschaftliche Option: Auswahl aus 3 Massendurchflussreglern für einen Massendurchfluss von 0,05 L/min bis 80 L/min mit Drucksensor - Qualitätskontrollen-Option: Proportionalventil
Temperaturoption	Anpassbar auf Anfrage
Feuchteoption	Anpassbar auf Anfrage
Messsysteme	- Zweiblattrührer - Zweiflügel-Helix-Rührer - Warren Spring Geometrie - Pulvervorbereitungs-Set mit austauschbaren Scheiben (Edelstahl, luftdurchlässig, PTFE, weitere Materialien auf Anfrage) - Zylinder - Profilierter Zylinder
Zubehör	- Messrohr aus unbeschichtetem Glas / FTO-beschichtetem Glas / Edelstahl - HD-Webcam
Kompatibilität	MCR xx1-Serie, MCR xx2-Serie und MCR xx2 Evolution

**Spezifikationen der Basisinstrumente befinden sich auf der letzten Seite.*

Pulver-Fluidisierungszelle – Aufbau

Individuell an Ihre Anwendungen und Anforderungen anpassbar



Messsysteme für alle Anwendungen und Messungen



Messrohre aus unbeschichtetem Glas, Edelstahl und FTO-beschichtetem Glas für hohe Sichtbarkeit, harte Partikel und verringerte elektrostatische Aufladung

Dieser Aufbau charakterisiert Pulver mit verschiedensten Methoden:

- Basic Flowability Energy, Specific Energy
- Kohäsionsstärke in entlüftetem Zustand und unter Verfestigung
- Caking oder zeitabhängiges Verhalten
- Kompressibilität und Schüttgutedichte
- Zugfestigkeit
- Wandreibung und Adhäsion
- Druckabfall
- Permeabilität
- Lufthaltevermögen
- Wirbelschichtviskosität
- Segregation

Pulver-Fluidisierungszelle – Anwendungen

Pulverrheologie für jede Anwendung

Aufgrund ihrer hohen Vielseitigkeit kann die Pulver-Fluidisierungszelle für eine eingehende Pulvercharakterisierung oder als einfach verwendbares Mittel zur Qualitätssicherung eingesetzt werden: Kontrollieren Sie die Qualität Ihrer Produkte und profitieren Sie von den präzisen Messungen der MCR Evolution-Rheometer von Anton Paar. Dank der zahlreichen Messmethoden können Pulver unter realen Bedingungen charakterisiert werden, wie sie in der Verarbeitung, Handhabung oder Lagerung auftreten.

Anwendungen

- Qualitätskontrolle
- Befüllung und Dosierung – Siloaustrag
- Tablettierung, Verpackung und Verdichtung
- Sprühtrocknung, Nassgranulierung und Beschichtung
- Mischen
- Förderung (pneumatisch, Unterdruck, Schacht, Schnecke und Band)
- Wirbelschichtreaktoren
- Abriebsuntersuchungen
- Rakeln, Abstreifen
- Auswirkung von Fließhilfsmitteln
- Auswirkung von Feuchtigkeit

Typische Branchen

Chemische Industrie, Polymerindustrie



Nahrungsmittel



Farben und Lacke



Additive Fertigung

Spezifikationen MCR Evolution-Rheometer

Lager	Luft
EC-Motor	✓
Rotationsmodus	✓
Oszillation	✓
Toolmaster™	✓
QuickConnect für Messsysteme	✓
Praktisch gradientenfreie (in horizontaler und vertikaler Richtung) Temperaturregelung	✓
T-Ready™	○
TruRate™	○
TruStrain™	○

RheoCompass Software

Test Designer	✓
Report Designer	✓
Managed Lab (Client-/Serverlösung)	○
Vollautomatische Temperaturkalibrierung	✓
○ optional	✓ enthalten

Pulver-Scherzelle – Funktionen und Merkmale

Das einzige System mit Temperatur- und Feuchtigkeitsregelung

Die Pulver-Scherzelle ist für die gemeinsame Verwendung mit Temperiereinheiten ausgelegt. Diese werden mit einem Feuchtegenerator betrieben, damit Sie problemlos erforschen können, welche Auswirkungen verschiedene Temperaturen (zwischen -160 °C und +600 °C) und Feuchtigkeitswerte (zwischen 5 % und 95 % rH) auf die Lagerung, Handhabung und Verarbeitung Ihrer Pulver haben.

Absolute Reproduzierbarkeit – selbst bei kleinem Probenvolumen

In Kombination mit der Pulver-Scherzelle ermöglichen die MCR Evolution-Rheometer die Durchführung von Pulverschermessungen – mit unschlagbarer Präzision und Sensitivität, selbst bei Kleinstmengen mit einem Volumen von 4,3 mL. Die im Lieferumfang enthaltene Probenvorbereitungsbank gewährleistet die identische Vorbereitung der Proben. Damit erhöhen Sie die Reproduzierbarkeit dank des deutlich verringerten Benutzereinflusses erheblich. Mithilfe der Probenvorbereitungsbank können zudem Zeitverfestigungsmessungen durchgeführt werden, um eventuelle Änderungen am Verhalten des Pulvers im Laufe der Zeit zu erkennen. Das Gerät wird dabei nicht für andere Messungen blockiert.

Leistungsstarke Software für unschlagbare Kontrolle

Dank der intuitiven Benutzeroberfläche führen Sie voll automatisierte Messungen mit nur wenigen Klicks durch und haben gleichzeitig die volle Kontrolle über alle Ihre Messparameter. Alle Messungen können individuell an jegliche Anforderungen angepasst werden. Die Software bietet eine automatische Analyse aller Parameter der Scherzellen-Messungen, darunter die Fließfunktion (ff_{ϕ}) und der Reibungswinkel.

Effizienzsteigerung und Kostensenkung

- Reduktion von Kosten und Ausschuss:
- Effizienzsteigerung durch Vermeidung von Problemen bei der Dosierung und beim Siloaustrag
 - Ideale Nutzung des Equipments mit Parametern, die unter Berücksichtigung des jeweiligen Pulververhaltens speziell für die Anwendung optimiert sind
 - Optimale Qualitätskontrolle und maximale Effizienz durch regelmäßige Charakterisierung der Pulver



Spezifikationen – Pulver-Scherzelle

Probenvolumen	4,3 mL und 18,9 mL
Drehmomentbereich	0,5 nNm bis 300 mNm (geräteabhängig)
Normalspannungsbereich	- Scheren: bis zu 30 kPa - Komprimieren: bis zu 110 kPa (Proben- und zellenabhängig)
Temperaturoptionen	- Von -20 °C bis +180 °C mit CTD 180 HR - Von -160 °C bis +600 °C mit CTD 600 MDR - Auf Anfrage bis zu 1000 °C
Feuchteoption	- 0 %rH bis 95 %rH von 5 °C bis 120 °C mit CTD 180 HR und Feuchteoption
Messsysteme	Im Setup enthalten: - Kleines Schersystem (4,3 mL) - Großes Schersystem (18,9 mL) - Wandreibungssystem mit austauschbaren Scheiben (Edelstahl, Aluminium, PTFE, weitere Materialien auf Anfrage)
Zubehör	Im Setup enthalten: - Probenvorbereitungs-/Zeitverfestigungsbank - Gewichtebasis für kleine und große Scherzelle - Gewichte für kleine und große Scherzelle (bis zu 12 kPa in Schritten zu je 1 kPa)
Kompatibilität	MCR xx2-Serie und MCR xx2 Evolution

**Spezifikationen der Basisinstrumente befinden sich auf der letzten Seite.*

Pulver-Scherzelle – Aufbau

Vollständiges Setup für alle Schermessungen



Große Scherzelle mit einem Volumen von 18,9 mL für größere Partikel



Kleine Scherzelle mit einem Volumen von 4,3 mL für kleine Partikel, wertvolle Proben und hohe Normalspannungen bis zu 30 kPa



Wandreibungsmesssystem mit einfach wechselbaren Scheiben



High-Tech-Schaft des Messsystems mit integriertem Temperatursensor für präzise Temperaturregelung



Probenvorbereitungsbank für stets gleichbleibende Probenvorbereitung mit geringerem Bediener Einfluss



Bank und Gewichte für die kleine und die große Scherzelle, um Zeitverfestigungsmessungen durchzuführen und das Gerät nicht zu blockieren

Zubehör zur Regelung von Temperatur und Feuchtigkeit:

CTD 180 HR

Peltier-basierte Konvektionstemperierung (von -20 °C bis +180 °C) mit optionaler Feuchterege lung

Feuchteoption

Bei der Feuchteoption für CTD 180 HR regelt ein Feuchtegenerator die relative Feuchte in der Temperiereinheit auf bis zu 95 % in Abhängigkeit von der Temperatur

CTD 600 MDR

Moderne Temperaturregelung (von -160 °C bis +600 °C) durch elektrische Konvektionstemperierung

Pulver-Scherzelle – Anwendungen

Zuverlässige Scherzellenmessungen für jede Anwendung

Mit dem Fokus auf Leistung und Messeffizienz ist die Pulver-Scherzelle das perfekte Tool für die Pulveranalyse. Die MCR Evolution-Rheometer von Anton Paar können mit Temperier- und Feuchteoptionen ausgestattet werden. Mit der präzisen Regelung von Temperatur und Feuchtigkeit können die Auswirkungen dieser beiden Parameter auf das Verhalten von Pulver bestimmt werden.

Anwendungen

- Silo-Auslegung
- Fließverhalten (z. B. ffc)
- Zeitverfestigungsverhalten (caking)
- Wandreibung
- Schüttgutdichte

Typische Branchen

Pharmazeutische Industrie



Chemikalien, Farben und Lacke



Baustoffe



Nahrungsmittel

Standards

- ASTM D6773
- DIN 1055
- USP 1174
- Ph.Eur.2.9.49.

