

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.

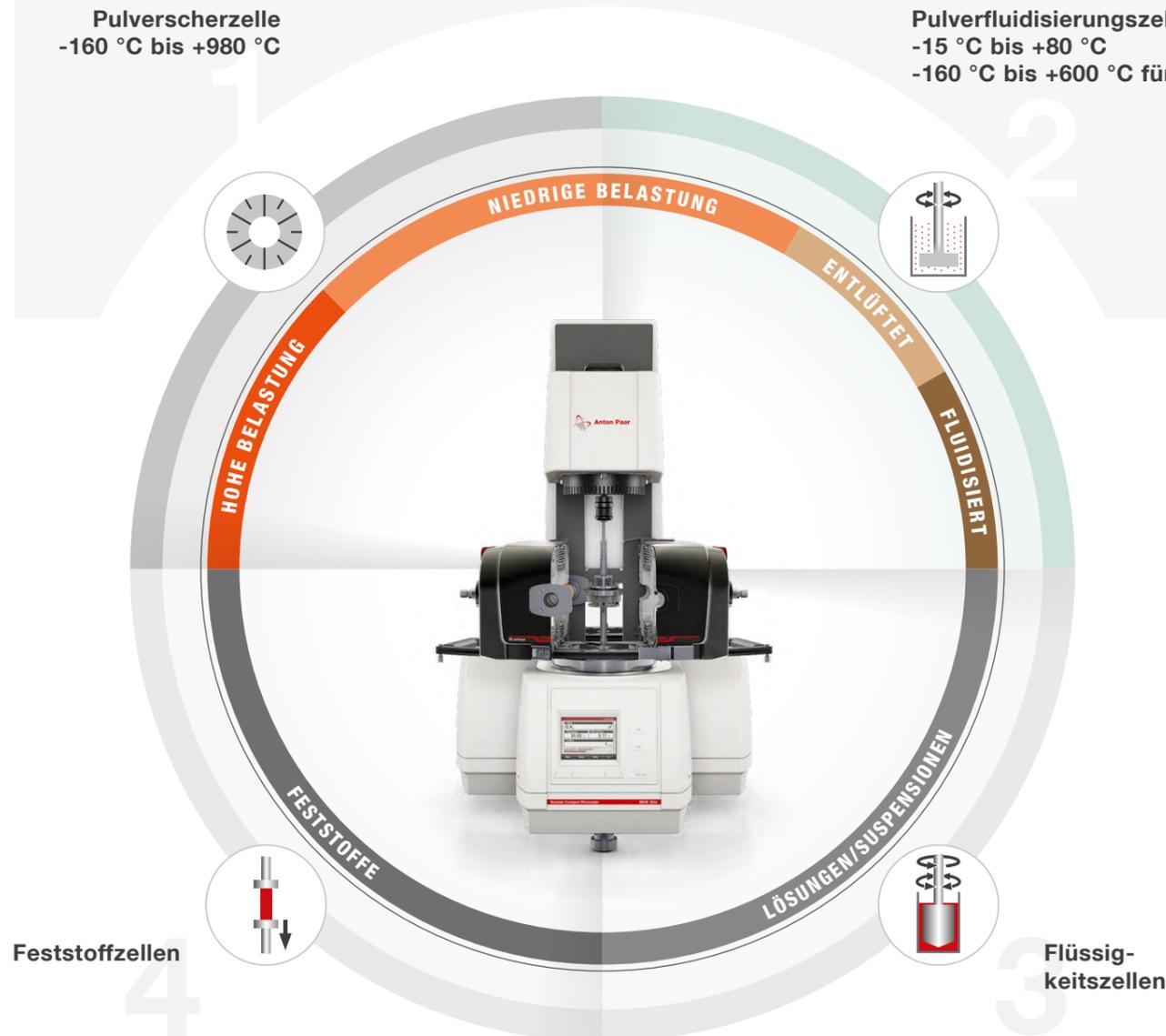
Für eine effiziente Qualitätskontrolle und reibungslose Verarbeitung wird das Verhalten von Pulver unter realen Bedingungen charakterisiert, indem der Herstellungsprozess mittels echter Pulverrheologie im MCR Evolution-Rheometer simuliert wird.

Ein MCR Evolution-Rheometer in Kombination mit der **Pulverscherzelle** und der **Pulverfluidisierungszelle** bietet maximale Flexibilität für eine umfassende Pulvercharakterisierung. Dieses einzigartige System gewährleistet maximale Genauigkeit für die Bestimmung des Verhaltens von Pulvern und liefert erstklassige Ergebnisse.

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.

Pulverscherzelle
-160 °C bis +980 °C

Pulverfluidisierungszelle
-15 °C bis +80 °C
-160 °C bis +600 °C für BFE



Allgemeiner Anwendungsbereich



Sehr kohäsiv

IDEAL: Pulverscherzelle



Kohäsiv

Pulverfluidisierungszelle (möglich*)



Leicht fließend

IDEAL: Pulverfluidisierungszelle

Pulverscherzelle (möglich*)



Frei fließend

* Anpassungen von Standardvorlagen erforderlich oder begrenzte Tests mit Messzelle möglich

Pulverrheologie-Methoden

HOHE BELASTUNG

NIEDRIGE BELASTUNG

ENTLÜFTET

FLUIDISIERT

Schermessungen

Wandreibung |
Zeitverfestigung (caking)

Fließverhalten | Schüttgutdichte | Kompressibilität

Hülldichte

Kohäsionsstärke

Permeabilität

Zugfestigkeit

Basic Flowability
Energy*

Druckabfall

Specific Energy

Lufthaltevermögen

Wirbelschichtviskosität

Segregation

● Pulverscherzelle

● Pulverscherzelle und -fluidisierungszelle

● Pulverfluidisierungszelle 20 und 30

● Pulverfluidisierungszelle 30

* Pulverfluidisierungszelle 10 auch möglich

Pulverfluidisierungszelle – Funktionen und Merkmale

Vom Pulver zum Feststoff – echte Pulverrheologie und Hülldichte mit nur einer Messzelle

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 Möglichkeiten von Rheometern optimal nutzen können, um etwa Rotations- und Oszillationsmessungen oder sogar scherraten- und luftstromabhängige Messungen durchzuführen.

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 im vollständig fluidisierten Zustand. Das System beruht auf einem vierfachen Dichtungskonzept, das Sperrluft und geometrische Barrieren kombiniert. Dadurch wird die Pulverfluidisierungszelle 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.

Mehr als nur Pulverrheologie

Pulver verstehen und Kosten senken:

- Holen Sie sich ein Anton Paar MCR Evolution-Rheometer und nutzen Sie unzählige Anwendungen wie klassische Rheologie, DMA, Tribologie und mechanische Prüfung
- Verwenden Sie die Pulverfluidisierungszelle zur Messung der Hülldichte



Spezifikationen – Pulverfluidisierungszelle

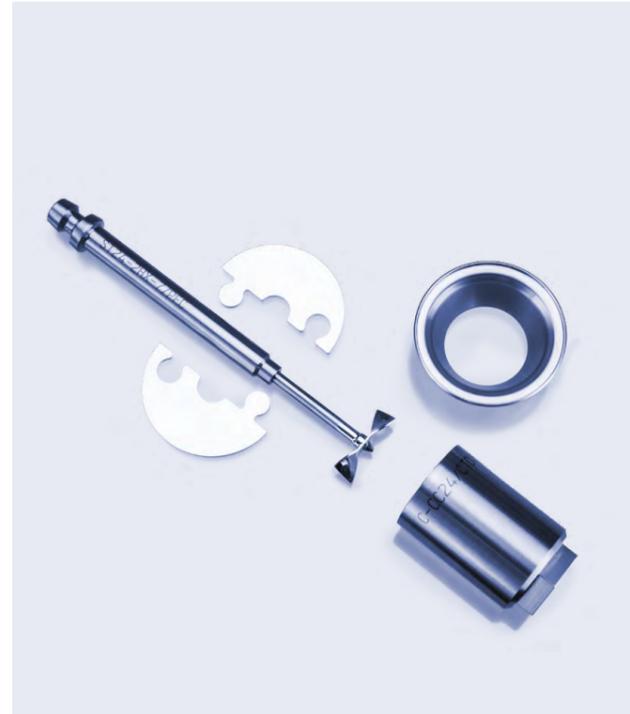
	PFC 30	PFC 20	PFC 10
Probenvolumen	↓ 60 ml bis 120 ml	↓	↓ 21 ml
Drehmomentbereich	10 nNm bis 300 mNm		
Normalspannung	22 kPa		-
Temperaturoption	-15 °C bis +80 °C	-15 °C bis +80 °C (möglich mit Aufrüstsatz)	-160 °C bis +600 °C
Feuchteoption	Anpassbar auf Anfrage		5 %rH bis 95 %rH 5 °C bis 120 °C mit CTD 180HR und Feuchteoption
Kompatible Messsysteme	<ul style="list-style-type: none"> - Zweiblattrührer - Zweiflügel-Helix-Rührer - Warren-Spring-Geometrie - Pulvervorbereitungs-Set mit austauschbaren Scheiben (Edelstahl, luftdurchlässig, PTFE, weitere Materialien auf Anfrage) - Zylinder und profilierter Zylinder 		<ul style="list-style-type: none"> - Zweiflügel-Helix-Rührer für PFC 10 (weitere Rührer auf Anfrage); nicht kompatibel mit PFC-20- und PFC-30-Rührern
Messmethode	Für fluidisierte und entlüftete Bedingungen sowie Bedingungen mit geringen Lasten	Für nicht fluidisierte und entlüftete Bedingungen sowie Bedingungen mit geringen Lasten	Für nicht fluidisierte und entlüftete Bedingungen (BFE und SE)
Staubschutz	inkl.		-
Fluidisierungsoption	Auswahl aus 3 Massendurchflussreglern für einen Massendurchfluss von 0,05 l/min bis 80 l/min	Aufrüstsatz verfügbar	-
Zubehör	ø 50 mm PFC mit unbeschichtetem Glasrohr Optional: FTO-beschichtetes Glas/Stahlrohr		ø 24 mm PFC aus Edelstahl Optional: Messbecher aus Inconel oder Einwegbecher
Kompatibilität	MCR xx2-Serie und MCR xx2 Evolution	MCR xx1, MCR xx2 und MCR xx2 Evolution	MCR xx2-Serie und MCR xx2 Evolution

Pulverfluidisierungszelle – Aufbau

Individuell an Ihre Anwendungen und Anforderungen anpassbar



Messsysteme für alle Anwendungen und Messungen



PFC 10 für Messungen der Basic Flowability Energy bei erhöhten Temperaturen

Hülldichte

Einfache und sichere Messmethode zur Charakterisierung der Hülldichte von Feststoffen im Bereich von 0,3 cm³ bis 25 cm³ Probengröße unter Verwendung eines wiederverwendbaren, frei fließenden Verdrängungspulvers. Eine präzise Volumenmessung mit einer Wiederholbarkeit von bis zu 1 % ist bei einer Probenmenge von mindestens 25 % des gesamten Füllvolumens gewährleistet. In Kombination mit Gaspyknometermessungen, die die absolute Dichte quantifizieren, können die Porosität und das spezifische Porenvolumen von Feststoffen bestimmt werden.



Pulverfluidisierungszelle – Anwendungen

Pulverrheologie für jede Anwendung

Dank ihrer Vielseitigkeit kann die Pulverfluidisierungszelle sowohl für tiefgehende Pulvercharakterisierung, als auch als intuitives Tool in der Qualitätskontrolle eingesetzt werden. So kann die Qualität von Produkten mithilfe rascher Messungen, die die unschlagbare Präzision der MCR Evolution-Rheometer von Anton Paar nutzen, kontrolliert werden. Dank der zahlreichen Messmethoden können Pulver unter realen Bedingungen, wie sie in der Verarbeitung, Handhabung oder Lagerung auftreten, sowie als finales Endprodukt charakterisiert werden.

Anwendungen

- Befüllung und Dosierung – Siloaustrag
- Tablettierung, Verpackung und Verdichtung
- Sprühtrocknung, Nassgranulierung und Beschichtung
- Mischen
- Förderung
- Wirbelschichtreaktoren
- Abriebsuntersuchungen
- Rakeln, Abstreifen
- Auswirkung von Fließhilfsmitteln
- Auswirkung von Feuchtigkeit
- Bestimmung der Hülldichte von Feststoffen

Typische Branchen

Chemikalien, Polymere



Nahrungsmittel



Farben und Lacke



Additive Fertigung

Standards

- DIN-EN-ISO 8130-15:2024-01 (Pulverlacke)

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)	○
Temperaturkalibrierung	✓
○ optional	✓ enthalten

Pulverscherzelle – Funktionen und Merkmale

Das einzige System mit Temperatur- und Feuchtigkeitsregelung

Die Pulverscherzelle ist für die gemeinsame Verwendung mit Temperiereinheiten ausgelegt, wovon eine auch mit zusätzlichem Feuchtegenerator betrieben werden kann. Damit können Sie problemlos erforschen, welche Auswirkungen verschiedene Temperaturen (zwischen -160 °C und +980 °C) und Feuchtigkeitslevel (zwischen 5 % und 95 % rH) auf die Lagerung, Handhabung und Verarbeitung Ihrer Pulver haben. Das Design der Ringscherzelle ermöglicht eine hohe Präzision bei gleichmäßigen Scherbedingungen.

Absolute Reproduzierbarkeit – selbst bei kleinem Probenvolumen

In Kombination mit der Pulverscherzelle 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 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, ohne dass das Gerät dabei für andere Messungen blockiert wird.

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_c) 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 Prozessparametern, die unter Berücksichtigung des jeweiligen Pulververhaltens speziell für die Anwendung optimiert sind
- Optimale Qualitätskontrolle und maximale Effizienz durch regelmäßige Charakterisierung der Pulver



Spezifikationen – Pulverscherzelle

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 -150 °C bis +450 °C mit CTD 450 - Von -160 °C bis +600 °C mit CTD 600 MDR - Auf Anfrage bis 980 °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) Zusätzliche Option für Anwendungen bei hohen Temperaturen: - Kleines Schersystem und unteres Messsystem aus Inconel (Schergeometrie und Druckgeometrie) - Kompressions-/Wandreibungssystem
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

Pulverscherzelle – 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

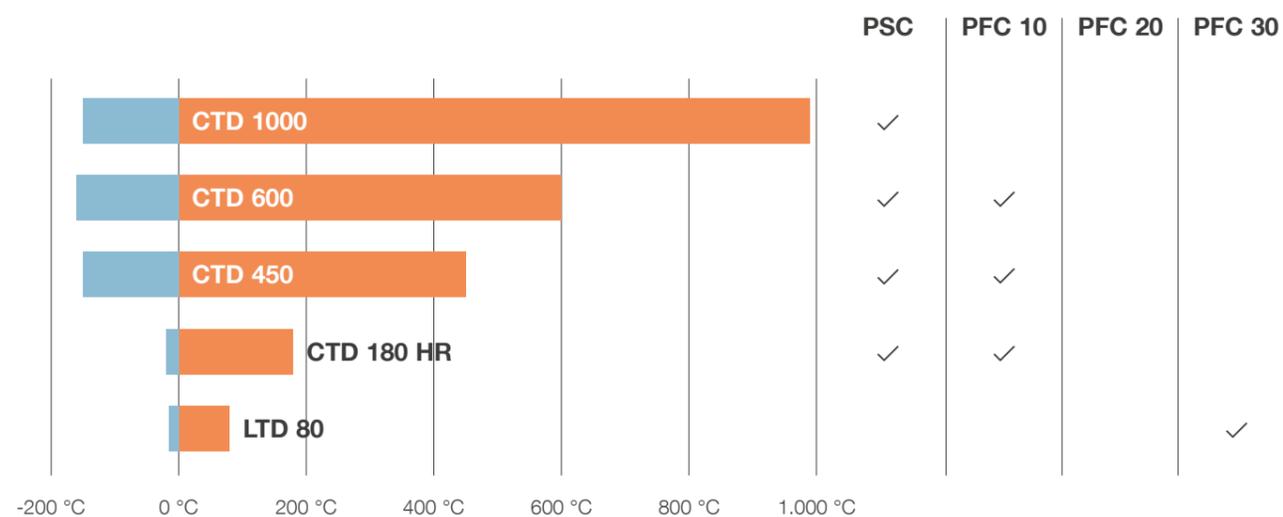


Probenvorbereitungsbank für stets gleichbleibende Probenvorbereitung mit geringerem Bedienerinfluss



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 für PSC und PFC:



Pulverscherzelle – Anwendungen

Zuverlässige Scherzellenmessungen für jede Anwendung

Mit dem Fokus auf Leistung, Präzision und Messeffizienz ist die Pulverscherzelle das perfekte Tool für die Pulveranalyse. Das Ringscherdesign gewährleistet gleichmäßige Scherbedingungen im gesamten Pulverbett. 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

- Siloauslegung
- 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

