



Retsch GmbH
Retsch-Allee 1-5
D - 42781 Haan

Telefon 02104/2333-100
E-Mail info@retschede

www.retschede

DIE NEUE PLANETEN- KUGELMÜHLE PM 300

ERHÖHTER DURCHSATZ TRIFFT AUF EINFACHE HANDHABUNG

Planeten-Kugelmöhlen erfüllen und übertreffen alle Anforderungen an eine schnelle und reproduzierbare Probenzerkleinerung auf Analysenfeinheit. Sie werden für die anspruchsvollsten Aufgaben im Labor eingesetzt, von der routinemäßigen Probenaufbereitung über die Kolloidvermahlung bis hin zur komplexen Materialentwicklung. Mit der neuen PM 300 hat RETSCH ein leistungsfähiges Gerät entwickelt, das einen hohen Probendurchsatz bei gleichzeitig einfacher Bedienung bietet.

Dank extrem hoher Fliehkräfte, die zu einer sehr hohen Pulverisierungsenergie führen, verarbeiten Planeten-Kugelmöhlen weiche, harte, spröde und faserige Materialien im Trocken- oder Nassbetrieb in kürzester Zeit. Sie eignen sich hervorragend für Aufgaben in der Forschung, wie der Mechanochemie (Mechanosynthese, mechanisches Legieren und Mechanokatalyse), aber auch für die ultrafeine Kolloidvermahlung im Nanometerbereich. Ein entscheidender Vorteil von Planeten-Kugelmöhlen ist ihre große Vielseitigkeit: Sie sind mit einer unterschiedlichen Anzahl von Mahlstationen erhältlich und können mit Bechern und Kugeln verschiedener Größen und Materialien betrieben werden.

Das "planetarische" Prinzip

In der Planeten-Kugelmühle stellt jeder Mahlbecher einen "Planeten" dar. Dieser Planet befindet sich auf einer kreisförmigen Plattform, dem sogenannten Sonnenrad. Wenn sich das Sonnenrad dreht, rotiert jeder Mahlbecher um seine eigene Achse, jedoch in entgegengesetzter Richtung. Dadurch werden Zentrifugal- und Corioliskräfte aktiviert, die zu einer starken Beschleunigung der Mahlkugeln führen. Das Ergebnis ist eine extrem hohe



Abb. 1: Planeten-Kugelmühle PM 300

Zerkleinerungsenergie, die die Herstellung feinsten Partikel ermöglicht. Die enorme Beschleunigung der Mahlkugeln von einer Becherwand zur anderen erzeugt eine starke Prallwirkung auf das Probenmaterial und führt zu zusätzlichen Mahleffekten durch Reibung. Bei der Kolloidvermahlung und den meisten anderen Anwendungen beträgt das Verhältnis zwischen der Drehzahl des Sonnenrads und der Drehzahl des Mahlbechers 1: -2. Das bedeutet, dass sich die Mahlbecher während einer Umdrehung des Sonnenrads zweimal in die entgegengesetzte Richtung drehen.



Abb. 2: Einfache Bedienung über Knopf und Touchdisplay

Bedienung und Zubehör

Mit der Entwicklung der Planeten-Kugelmühle PM 300 hat RETSCH eine Lücke im Produktportfolio geschlossen. Dieses Tischmodell mit zwei Mahlstationen nimmt Mahlbecher-Volumina bis zu 500 ml auf, was eine Chargengröße von bis zu 2 x 220 ml Probenmaterial ergibt.

Dank der maximalen Drehzahl von 800 min⁻¹ und dem enormen Energieeintrag von bis zum 64,4-fachen der Erdbeschleunigung ist diese Mühle die perfekte Wahl für Forschungsaufgaben in der Mechanochemie oder für die Feinstvermahlung.

Da Planeten-Kugelmühlen komplexer in der Handhabung sind als z. B. Schwingmühlen, wurde die PM 300 so konzipiert, dass sie ein Höchstmaß an Bedienkomfort und Sicherheit bietet:

- | Sonnenrad kann zum einfachen und sicheren Einspannen der Mahlbecher blockiert werden
- | Safety Slider verhindert den Start der Maschine, bevor die Becher sicher eingespannt sind
- | Komfortable Parametereinstellung über Touch-Display
- | Speicherung von 12 SOPs und 4 Zyklusprogrammen
- | Programmierbare Startzeit oder Pausen, z. B. zum Kühlen
- | Automatische Berechnung der Gesamtprozesszeit
- | Drehrichtungsumkehr zur Minimierung von Materialanbackungen
- | Intelligente Service-Intervall-Benachrichtigung basierend auf Nutzung
- | Zubehör wie spezielle Verschlussvorrichtung, Begasungsdeckel und GrindControl zur Messung von Temperatur und Druck während des Betriebs

Stapelbare Mahlbecher

In der PM 300 können 4 Proben in Bechern von 12, 25, 50 oder 80 ml verarbeitet werden. Diese Option macht das Gerät für Anwendungen interessant, bei denen nur kleine Probenmengen von 4-27 ml zur Verfügung stehen.

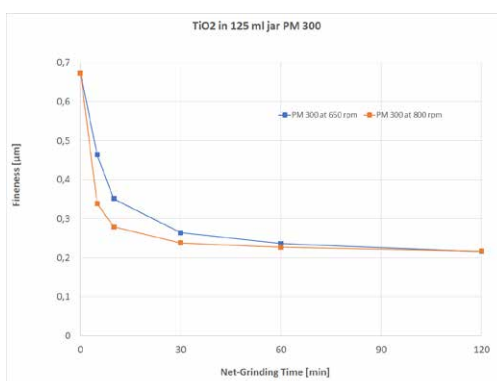


Abb. 3: Stapelbare Mahlbecher

Auswirkungen des hohen Energieeintrags

Planeten-Kugelmühlen werden typischerweise für die Zerkleinerung im Nanometerbereich eingesetzt. Die erreichte Endfeinheit wird in der Regel durch den Energieeintrag beeinflusst. Bei höherem Energieeintrag ist ein feineres Mahlergebnis zu erwarten, ebenso wie ein Anstieg der Temperatur - was längere Mahlpausen erforderlich macht, um die Probe unter einer kritischen Temperatur zu halten. Der hohe Energieeintrag der PM 300 ergibt sich aus der maximalen Drehzahl von 800 min⁻¹ und dem großen Sonnenrad.

Abbildung 4 zeigt das Ergebnis der Nassvermahlung von Titandioxid (TiO₂) bei 650 min⁻¹ und 800 min⁻¹ in der PM 300 und die Nettoverarbeitungszeit. Durch den höheren Energieeintrag bei 800 min⁻¹ nimmt die Partikelgröße schneller ab. Allerdings sind auch die erhöhten Erwärmungseffekte bei 800 min⁻¹ zu berücksichtigen, die längere Pausen erforderlich machen können.



Das größere Sonnenrad hat weniger Einfluss auf das Ergebnis als die maximale Drehzahl von 800 min⁻¹ im Vergleich zu 650 min⁻¹, z. B. bei einer PM 200, siehe Abbildung 5. Die Ergebnisse, die in der PM 300 mit einem 50 ml Mahlbecher und 4 x 20 ml Mahlkugeln bei der Zerkleinerung von Granitproben erzielt werden, sind nur geringfügig besser als in der PM 200; beide Mühlen wurden mit 650 min⁻¹ betrieben. Als die Drehzahl in der PM 300 auf 800 min⁻¹ erhöht wurde, war die erzielte Partikelgröße um 40% feiner. Ein ähnlicher Effekt wurde beim Mahlen von Glaspartikeln mit 3 x 20 mm großen Kugeln beobachtet. Hier führte die erhöhte Drehzahl zu einer Verringerung der Partikelgröße um 30%.

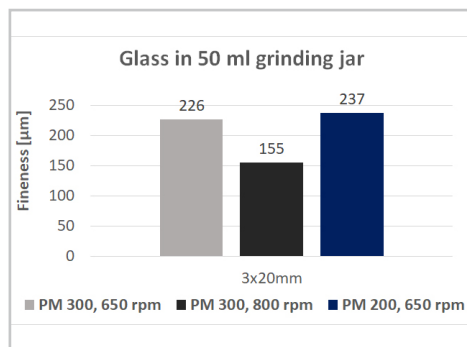
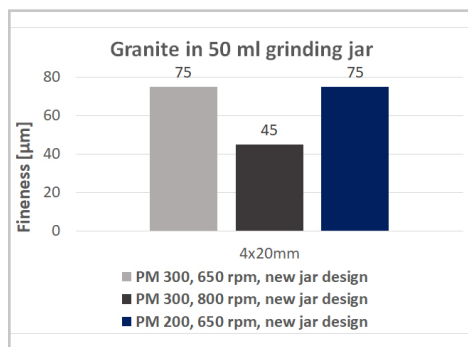


Abb. 5: Vermahlung von Granit und Glas in einem 50 ml Mahlbecher in der PM 200 und PM 300 bei unterschiedlichen Drehzahlen

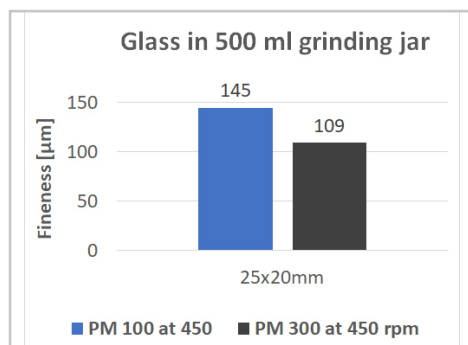


Abb. 6: Vermahlung von Glas in einem 500 ml Mahlbecher in der PM 100 und PM 300

Der Einfluss des größeren Sonnenrades ist bei der Zerkleinerung von Glas in einem großen Mahlbecher von 500 ml mit 25 x 20 mm großen Mahlkugeln zu beobachten. Bei Verwendung des großen Mahlbechers mit großen Mahlkugeln ist es nicht empfehlenswert, die Mühle mit hoher Drehzahl zu betreiben, da dies zu Anbackungen führt. Vergleicht man die Ergebnisse der PM 300 mit denen der PM 100, die ebenfalls mit 500 ml Bechern arbeiten kann, bei 450 min⁻¹ (Abb. 6), so ist zu erkennen, dass das größere Sonnenrad der PM 300 zu 25% feineren Partikeln führt.

Neue EasyFit Mahlbecher

Die PM 300 ist die erste Planeten-Kugelmühle im RETSCH-Programm, die ausschließlich mit den neuen EasyFit-Mahlbechern betrieben wird. Diese ersetzen die "comfort"-Linie und sind für das gesamte Planeten-Kugelmühlen-Portfolio geeignet. Die Drehzahl von 800 min⁻¹ der PM 300 führt zu höheren Kräften, die wiederum die Gefahr von unerwünschten Verdrehungen der Becher im Spannsystem erhöhen.

Die neue EasyFit-Mahlbecherserie verfügt über eine Advanced Anti-Twist (AAT) Struktur am Boden der 50-500 ml-Gefäße, die dafür sorgt, dass die Mahlbecher ohne Verdrehungsgefahr an ihrem Platz gehalten werden. Dies konnte bei den "comfort"-Bechern nicht gewährleistet werden. Durch die sichere Fixierung der EasyFit Mahlbecher wird der Verschleiß drastisch reduziert. Das korrekte Einspannen wird erheblich erleichtert: Um die richtige Positionierung zu finden, ist eine maximale Drehung von 60° erforderlich.

Die Bechergeometrie der EasyFit-Serie in den Größen 50 ml und 250 ml wurde im Vergleich zu den „comfort“-Modellen im Durchmesser vergrößert und in der Höhe reduziert.

Dies bietet zwei Vorteile: bessere Mahlergebnisse und austauschbare Deckel, da es nur drei Durchmesser für die gesamte Serie gibt.



Abb. 7: EasyFit Mahlbecherserie

Drei Deckeldurchmesser für alle Mahlbecher:

- | Durchmesser 1: 12 ml und 25 ml Becher
- | Durchmesser 2: 50 ml, 80 ml und 125 ml Becher
- | Durchmesser 3: 250 ml und 500 ml Becher

Mit der neuen EasyFit-Mahlbecherlinie wurden weitere Optionen für Werkstoffe und Volumina für Begasungsdeckel oder das Temperatur- und Druckmesssystem GrindControl realisiert.

Sowohl der Begasungsdeckel als auch GrindControl können nun mit Inlays aus verschiedenen Materialien ausgestattet werden. So kann der Deckel durch einfaches Auswechseln des Inlays z. B. für einen Stahl- und ein Zirkonoxid-Becher verwendet werden.

Vorteile der EasyFit Mahlbecherreihe:

- | Sicheres Spannen dank Advanced Anti-Twist-Funktion (AAT)
- | Reduzierter Verschleiß
- | Auswechselbare Deckel für identische Durchmesser
- | Inlay-Lösung ermöglicht die Verwendung eines Deckels für Becher aus verschiedenen Materialien

Bessere Mahlergebnisse mit EasyFit-Design

Der Einfluss der großen Sonnenscheibe auf die Mahlergebnisse ist bei den oben beschriebenen 50 ml Mahlbechern vernachlässigbar. Abbildung 8 zeigt den Effekt des verbesserten Durchmessers des 50 ml Bechers. In beiden Planeten-Kugelmøhlen, PM 200 und PM 300, ist das Mahlergebnis einer mit 20 mm-Kugeln gemahlten Granitprobe mit dem neuen Becherdesign um 18% feiner.

Ähnliche Beobachtungen wurden für das neue Design des 250 ml Mahlbechers mit 10 mm Mahlkugeln gemacht (40% feinere Partikel). Somit ist, auch unter Berücksichtigung der besseren Mahlergebnisse für z. B. 50 ml Becher bei 800 min⁻¹ (Abbildung 5), eine Korngrößenreduzierung von 117 µm (PM 200, altes Becherdesign, 650 min⁻¹) auf 45 µm (PM 300, flaches Becherdesign, 800 min⁻¹) möglich (62% feinere Partikel).

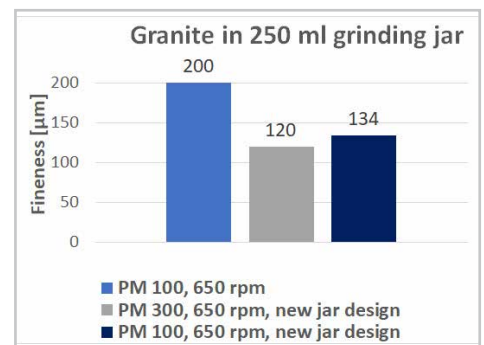
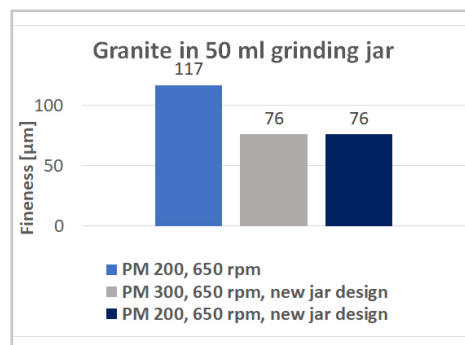


Abb. 8: Das neue Design der 50 ml und 250 ml Mahlbecher verbessert die Mahlergebnisse.

Das flache Design des Bechers ist auch für das Mahlen faseriger Proben von Vorteil (Abbildung 9). Nach einigen Minuten des Mahlens von getrockneten Pflanzen waren die Ergebnisse in den neuen 50 ml und 250 ml Mahlbechern sowohl in der PM 200 als auch in der PM 300 deutlich besser.



Abb. 9: Mahlergebnisse von getrockneten Pflanzenproben in den verschiedenen Bechergeometrien in der PM 200 und PM 300.



Abb. 10: GrindControl System auf einem 500 ml Mahlbecher aus gehärtetem, rostfreien Stahl



Abb. 11: Modulares Design des GrindControl Systems mit Inlays

Zusätzliche Optionen

Begasungsdeckel sind das Zubehör der Wahl, wenn der Mahlprozess unter inerten Bedingungen, z. B. unter Argonatmosphäre, durchgeführt werden muss, da Sauerstoff die mechanisch-chemische Reaktion im Becher oder den Mahlprozess selbst beeinträchtigen kann.

Das GrindControl-System von RETSCH überwacht und protokolliert die Druck- und Temperaturentwicklung des Mahlprozesses. Die Überwachung der beiden Größen "Druck" und "Temperatur" liefert wertvolle Informationen über das Geschehen im Mahlbecher. GrindControl wird eingesetzt, um die Probenvorbereitung, z.B. von temperaturempfindlichen Materialien, zu verbessern, um kolloidale oder Langzeit-Mahlprozesse zu steuern, oder um Materialsynthesen wie mechanisches Legieren oder mechanochemische Prozesse erfolgreich durchzuführen. Das System besteht aus der Hardware zur Druck- und Temperaturmessung im Deckel des Mahlgefäßes und einer Analysesoftware.

Sowohl die Begasungsdeckel als auch das GrindControl-System können nur mit der neuen EasyFit-Linie verwendet werden. Diese umfasst, wie oben beschrieben, drei verschiedene Durchmesser. GrindControl und der Begasungsdeckel sind für die Durchmessergruppe 2 (50 ml, 80 ml, 125 ml) und Gruppe 3 (250 ml und 500 ml) erhältlich. Innerhalb der Gruppen kann jeweils ein GrindControl oder ein Begasungsdeckel für die verschiedenen Größen verwendet werden. Für die beiden Systeme hat RETSCH eine Inlay-Lösung entwickelt. Das bedeutet, dass sie zur einfachen Reinigung in Grundgerät und Inlay geteilt werden können. Das Inlay ist in verschiedenen Werkstoffen erhältlich. So kann ein GrindControl-System oder ein Begasungsdeckel z. B. auf Stahl- oder Zirkonoxidbechern eingesetzt werden. Für die Begasungsdeckel sind auch Inlays aus Wolframkarbid oder Achat erhältlich.

FAZIT

Mit der leistungsstarken, ergonomischen Planeten-Kugelmühle PM 300 deckt RETSCH ein breites Spektrum an Zerkleinerungsaufgaben ab und erhöht den Durchsatz dank zweier Mahlstationen für Gefäße bis 500 ml. Das Tischgerät eignet sich auch für die Zerkleinerung kleiner Probenmengen bis zu 3 ml. Mit der neuen Mahlbecherlinie EasyFit und neuen Optionen für das GrindControl-System und Begasungsdeckel eröffnet diese Mühle neue Möglichkeiten in der Probenvorbereitung.



Weitere Informationen auf
www.retsch.de/pm300