

Zerkleinern mit Planeten-Kugelmühlen



Retsch[®]
Solutions in Milling & Sieving

Planeten-Kugelmühlen

Die innovativen Planeten-Kugelmühlen von RETSCH erfüllen auch die höchsten Anforderungen an eine schnelle und reproduzierbare Vermahlung bis in den Nanometer-Bereich. Sie werden sehr vielseitig eingesetzt, von der täglichen Probenaufbereitung im Labor über Kolloidvermahlungen bis hin zur Entwicklung neuer Materialien.





Zerkleinern

- Backenbrecher
- Rotormühlen
- Schneidmühlen
- Messermühlen und Blender
- Mörsermühlen
- Scheibenmühlen
- Schwingmühlen

– Planeten-Kugelmühlen

Sieben

Assistieren

Planeten-Kugelmühlen

– Applikationen	4
– Tischgeräte	
– Planeten-Kugelmühle PM 100	5
– Planeten-Kugelmühle PM 100 CM	5
– Planeten-Kugelmühle PM 200	5
– Standgeräte	
– Planeten-Kugelmühle PM 400	5
– Planeten-Kugelmühle PM 400 MA	5
– Auswahlhilfe / Technische Daten	9
– Mahlbecher	10
– Druck- und Temperaturmesssystem PM GrindControl	11
– Bestelldaten	12



RETSCH Planeten-Kugelmühlen dienen der Feinstvermahlung von **weichen, faserigen, harten und spröden Materialien**. Sie erreichen sehr hohe Endfeinheiten bis in den Submikron-Bereich. Die Aufgabekorngröße liegt abhängig vom Gerät bei maximal 10 mm. Ist das Aufgabegut größer, muss vorzerkleinert werden.

Schwingmühlen



Feinzerkleinerung mit Prall und Reibung kann auch in RETSCH Schwingmühlen durchgeführt werden. Sie werden für **kleine Probenmengen und Kryogvermahlungen** eingesetzt.

Vorzerkleinerung



Für die Grob- und Vorzerkleinerung harter, spröder oder auch hartzäher Materialien haben sich RETSCH Backenbrecher bewährt. Sperrige, weiche, faserige oder zähe Materialien hingegen werden am besten in RETSCH Schneidmühlen aufbereitet.

Assistieren



Für die anschließende Feinstvermahlung sollte zunächst eine **repräsentative Teilprobe** entnommen werden, z.B. mit dem Drehprobenteiler PT 100 von RETSCH. Zur Vorbereitung fester Proben für RFA-Untersuchungen bietet RETSCH verschiedene **Tablettenpressen** an.

Haupt-Einsatzbereiche der Planeten-Kugelmühen sind:

Agrarwirtschaft

Böden, Holzfasern, Pflanzen, Saatgut, Tabak

Baustoffe

Bentonit, Beton, Gips, Sand, Steine, Zementklinker

Biologie

Haare, Knochen, Gewebe

Chemie und Kunststoffe

Carbonfaser, Farben und Lacke, Katalysatoren, Kunststoffe, Pigmente, Polymere, Zellulose

Keramik und Glas

Glas, Hydroxylapatit, Kaolin, Keramische Oxide, Quarz, Tonminerale

Mineralogie und Hüttenwesen

Eisenerz, Halbedelsteine, Kohle, Koks, Legierungen, Metalloxide, Quarz, Schlacke

Umwelt

Elektronikschrott, Klärschlamm, organische und anorganische Abfälle

und viele mehr...

Applikationen

Die RETSCH Planeten-Kugelmühen zerkleinern und mischen **weiche, mittelharte bis extrem harte, spröde und faserige Materialien**. Es können Trocken- und Nassmahlungen durchgeführt werden. Die Planeten-Kugelmühen werden in nahezu allen Bereichen von Industrie und Forschung erfolgreich eingesetzt, besonders dort, wo hohe Anforderungen an Reinheit, Schnelligkeit, Feinheit und Reproduzierbarkeit gestellt werden.

Kostenlose Testvermahlungen

Zum RETSCH Kundenservice gehört vor allem das Angebot einer individuellen, spezifischen Verfahrens- und Applikationsberatung, die wir in eigenen Anwendungslaboren leisten. Auf Ihren Wunsch zerkleinert und vermisst unser Laborteam unverbindlich Probengüter und spricht eine Empfehlung zur optimalen Produkt- und Verfahrenslösung aus.

Weitere Informationen finden Sie unter www.retsch.de/testvermahlung.



Applikationsbeispiele

Planeten-Kugelmühen	Anmerkung	Mahlbecher	Mahlkugeln	Aufgabegröße	Aufgabemenge	Mahldauer	Drehzahl*	Endfeinheit
Boden		250 ml rostfreier Stahl	15 x 20 mm rostfreier Stahl	10 mm (Agglomerate)	120 g	10 min	400 min ⁻¹	100 µm
Glas	Vorzerkleinerung mit 15 x 20 mm Kugeln	250 ml ZrO ₂	60 x 10 mm ZrO ₂	5 - 10 mm	120 g	90 min	420 min ⁻¹	20 µm
Katalysatoren		250 ml ZrO ₂	15 x 20 mm ZrO ₂	1 - 20 mm	130 ml	2 min	450 min ⁻¹	63 µm
Klärschlamm	Vorzerkleinerung mit 7 x 20 mm Kugeln	125 ml ZrO ₂	50 x 10 mm ZrO ₂	10 - 20 mm	20 g	30 min	400 min ⁻¹	63 µm
Kohle		500 ml ZrO ₂	25 x 20 mm ZrO ₂	10 mm	150 g	4 min	400 min ⁻¹	200 µm
Metalloxide	Nassvermahlung	250 ml ZrO ₂	500 g x 3 mm ZrO ₂	< 300 µm	100 g + 50 ml IPA	1 - 2 h	450 min ⁻¹	< 1 µm
Sand		500 ml ZrO ₂	25 x 20 mm ZrO ₂	1 - 3 mm	200 g	6 min	500 min ⁻¹	63 µm
Stroh		125 ml ZrO ₂	8 x 20 mm ZrO ₂	0 - 2 mm	10 g	30 min	400 min ⁻¹	160 µm
Zementklinker	5 - 10 Tropfen Methanol	125 ml ZrO ₂	6 x 20 mm ZrO ₂	2 - 5 mm	50 g	5 min	450 min ⁻¹	100 µm

Diese Tabelle dient nur zur Orientierung.
*In einer Planeten-Kugelmühle PM 100
ZrO₂: Zirkonoxid

Die RETSCH Applikationsdatenbank enthält über 1.000 Testberichte: www.retsch.de/applikationsdatenbank.

Planeten-Kugelmühlen

PM 100, PM 200 und PM 400

**Effizient –
Vielseitig – Sicher**

Vorteile auf einen Blick

- Effizienter Mahlprozess liefert hervorragende Mahlergebnisse bis in den Submikron-Bereich
- Verschiedene Drehzahlverhältnisse verfügbar (PM 400)
- Mahlbechergrößen von 12 ml bis 500 ml aus 6 verschiedenen Werkstoffen
- Für Langzeitversuche und Dauereinsatz geeignet
- Drehrichtungs-Umkehrautomatik zur Vermeidung von Agglomerationen
- Optimale Schwingungskompensation dank FFCS-Technik (PM 100)
- Reproduzierbare Ergebnisse durch Energie- und Drehzahl-Regelung
- Programmierbare Startautomatik
- 10 Kombinationen von Mahlparametern speicherbar
- Grafikdisplay und ergonomische Ein-Knopf-Bedienung
- Automatische Mahlraum-entlüftung zur Mahlbecherkühlung
- 2 Jahre Gewährleistung, CE-konform



Kraftvolle und schnelle Zerkleinerung bis in den Nanometer-Bereich

Überall dort, wo höchste Anforderungen an Feinheiten gestellt werden, kommen RETSCH Planeten-Kugelmühlen zum Einsatz. Neben den klassischen Zerkleinerungsaufgaben und Mischprozessen erfüllen die Mühlen auch alle verfahrenstechnischen Anforderungen für eine Kolloidvermahlung und verfügen über den notwendigen Energieeintrag zum Mechanischen Legieren. Die extrem hohen Fliehkräfte, die in den Planeten-Kugelmühlen entstehen, bewirken die Freisetzung sehr hoher Zerkleinerungsenergien, was in **sehr kurzen Prozesszeiten** resultiert.

Die Planeten-Kugelmühlen sind in Ausführungen mit 1, 2 oder 4 Mahlstellen erhältlich. Die frei wählbaren Mahlparameter, das umfangreiche Sortiment an Mahlbechern aus hochwertigen Werkstoffen sowie zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten der Kugelfüllungen (Anzahl und Kugelgröße) ermöglichen eine **individuelle Anpassung an die jeweilige Zerkleinerungsaufgabe**.

Zusammen mit den Mahlbechern „comfort“ bieten die Planeten-Kugelmühlen ein Höchstmaß an Leistung, Sicherheit und Zuverlässigkeit.

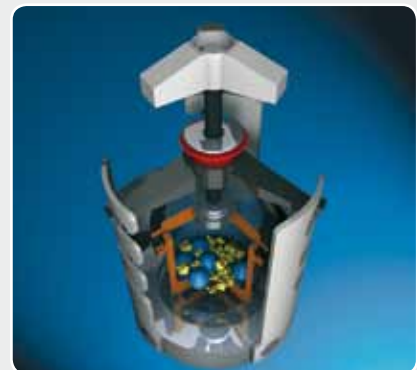
Technik Planeten-Kugelmühlen

Die Mahlbecher sind exzentrisch auf dem Sonnenrad der Planeten-Kugelmühle angeordnet. Die Drehbewegung des Sonnenrades ist gegenläufig zur Mahlbecherdrehung und zwar im Verhältnis 1:-2 (bzw. 1:-2,5 oder 1:-3).

Die im Mahlbecher befindlichen Mahlkugeln werden durch so genannte **Corioliskräfte** beeinflusst, die durch überlagerte Drehbewegungen entstehen. Die Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen Kugeln und Mahlbechern führen zu einer Wechselwirkung aus Reib- und Prallkräften, wobei hohe,

dynamische Energien freigesetzt werden. Das Zusammenspiel dieser Kräfte bewirkt den hohen und **sehr effektiven Zerkleinerungsgrad** der Planeten-Kugelmühlen.

Die PM 100 CM arbeitet mit einem Drehzahlverhältnis von 1:-1 (Fliehkraftmodus). Die durch die Rotation entstehenden Fliehkräfte bewirken ein Abrollen der Kugeln über das Mahlgut gegen die Innenwand des Bechers. Die Zerkleinerung erfolgt überwiegend durch Druck und Reibung.



Tischgeräte

PM 100, PM 100 CM und PM 200

Es stehen verschiedene Varianten der Planeten-Kugelmöhlen zur Auswahl.

Eine komplette Übersicht über die unterschiedlichen Leistungsmerkmale finden Sie auf Seite 9.



PM 100

Modell PM 100

Die PM 100, das praktische Tischmodell mit 1 Mahlstelle für Mahlbecher von 12 bis 500 ml Nennvolumen. Beide PM 100 Modelle verfügen über eine optimale Schwingungskompensation durch FFCS-Technik, wodurch ein sicherer Stand des Gerätes auf jedem Labortisch gewährleistet ist.



PM 100 CM

Modell PM 100 CM

Die PM 100 CM arbeitet im Fliehkraftmodus, d. h. das Drehzahlverhältnis von Sonnenrad zu Mahlbecher liegt bei 1: -1 (PM 100: 1: -2). Die veränderte Kugelbewegung bewirkt eine schonendere Zerkleinerung mit geringerem Abrieb.



PM 200

Modell PM 200

Das Tischgerät PM 200 besitzt 2 Mahlstellen für Mahlbecher von 12 bis 125 ml Nennvolumen. Der größere Durchmesser des Sonnenrades bewirkt einen höheren Energieeintrag im Vergleich zur PM 100.

Einfachste Bedienung per Knopfdruck

Die Planeten-Kugelmöhlen verfügen über eine sehr komfortable, leicht verständliche Bedienung. Über ein Grafikdisplay mit Ein-Knopf-Bedienung können alle relevanten Daten eingegeben bzw. abgerufen werden:

- Drehzahl
- Mahldauer
- Energieeintrag
- Umkehrbetrieb mit Angabe der Lauf- und Pausendauer
- Startzeitpunkt
- Restlaufzeit
- Anzeige der Antriebsauslastung

- Betriebsstunden
- Klartext Fehlermeldungen
- Service-Intervalle

10 Kombinationen von Drehzahl-, Mahldauer- und Intervalleinstellungen sind für wiederkehrende Vermahlungen speicherbar. **Mit mehrsprachiger grafischer Menüführung.**



Standgeräte

PM 400 und PM 400 MA

**Simultane
Zerkleinerung von
bis zu 8 Proben**

Modell PM 400

Die Planeten-Kugelmühle PM 400 mit 4 Mahlstellen für Mahlbecher von 12 bis 500 ml Nennvolumen ist ein robustes, kompaktes Standgerät, das bis zu 8 Proben gleichzeitig auf Endfeinheiten bis in den Submikron-Bereich vermahlen kann. Damit ermöglicht sie einen besonders hohen Probendurchsatz. Alternativ ist die PM 400 auch mit 2 Mahlstellen lieferbar. Der frei wählbare Drehzahlbereich von 30 bis 400 min^{-1} in Verbindung mit einem wirksamen Sonnenraddurchmesser von 300 mm garantieren einen besonders hohen Energieeintrag und damit **Analysenfeinheit in kürzester Zeit**.

Modell PM 400 MA

Um einen besonders hohen Energieeintrag für das mechanische Legieren hart-spröder Materialien zu erreichen, ist die PM 400 in der Ausführung „MA“ auch mit Drehzahlverhältnissen von 1: -2,5 bzw. 1: -3 lieferbar.



PM 400

Mechanisches Legieren mit RETSCH Planeten-Kugelmühlen

Werkstoffe durch einen Mahlvorgang zu neuen Materialien mit neuen Eigenschaften mechanisch zu legieren, ist für Planeten-Kugelmühlen von RETSCH kein Problem. Für duktile Metalle reicht das Drehzahlverhältnis der Becher zum Sonnenrad von 1: -2 in den meisten Fällen vollkommen aus, da die von den Kugeln erzeugten Einschlagenergien groß genug sind, um die Metalle zu verformen und miteinander zu verschweißen.

Bei hart-spröden Werkstoffen, wie z.B. bei kovalent gebundenen Halbleitern, werden jedoch noch größere Energien benötigt. Dafür steht die PM 400 MA mit erhöhtem Drehzahlverhältnissen 1: -2,5 bzw. 1: -3,0 zur Verfügung. Das optimale Drehzahlverhältnis und alle weiteren Mahlparameter sind produktspezifisch experimentell zu ermitteln.



Innovative Technik für mehr Sicherheit



Die patentierten **Schnellspannvorrichtungen** kommen in allen RETSCH Planeten-Kugelmühlen zum Einsatz. Damit lassen sich die Mahlbecher schnell und sicher in die Mühlen einsetzen.



Ein **durchdachtes Bedienkonzept** und vor allem auch die **optimierten Sicherheitsaspekte** ermöglichen dem Anwender eine optimale und sichere Durchführung seiner Zerkleinerungsaufgabe. Der leistungsstarke und wartungsfreie Antrieb der Mühlen garantiert eine konstant geregelte Drehzahl **auch im Dauerbetrieb** bei Langzeitversuchen und maximaler Belastung.

Die Mühlen bieten ein großes Maß an Bedienkomfort, Sicherheit und Vielseitigkeit. Sie verfügen über eine **programmierbare Startautomatik**, wodurch Mahlprozesse auch problemlos über Nacht gestartet werden können. Sollte es während des Betriebs zu einem Stromausfall kommen, speichern die Planeten-Kugelmühlen alle Mahlparameter bis zu diesem Zeitpunkt ab. Da so auch die Restlaufzeit festgehalten wird, kann die Vermahlung bei intakter Stromversorgung auf Wunsch fortgesetzt werden.

Ein **integrierter Lüfter mit Stillstandsüberwachung** kühlt die Mahlbecher während der Vermahlung. Sein Absaugvolumen pro Stunde ist größer als das 20-fache Mahlraumvolumen.

Die Bedienung der Planeten-Kugelmühlen ist besonders sicher. Sie sind mit einem **Safety Slider** ausgestattet, welcher gewährleistet, dass die Mühle erst gestartet werden kann, wenn alle Mahlbecher mit einer Schnellspannvorrichtung fixiert wurden. Die selbsttätige Arretierung sorgt dabei für den sicheren Sitz und die Stabilität der Mahlbecher.

Alle Mühlen sind mit einer **automatischen Deckelzuziehung** ausgestattet die verhindert, dass diese in einem unsicheren Zustand gestartet werden können. Nach Ablauf der Mahldauer wird der Deckel automatisch entriegelt. Er lässt sich nur bei Stillstand der Mühle öffnen.

Besonders sicher

Kontrollierte Kräfte bei Planeten-Kugelmühlen mit einer Mahlstelle

Planetenmühlen mit nur einer Mahlstelle benötigen für die Auswuchtung ein Gegengewicht. Bei der Kugelmühle PM 100 wird dieses Gegengewicht auf einer schräg nach außen ansteigenden Führungsschiene verschoben. Damit können die unterschiedlichen Schwerpunkthöhen verschiedener Mahlbechergößen ausgeglichen werden, so dass keine nennenswerten Taumelschwingungen der Maschine entstehen. Die noch verbleibenden Schwingungen werden bei der PM 100 durch seitlich frei bewegliche Füße (Free-Force Compensation Sockets) kompensiert.

Diese innovative FFCS-Technik basiert auf dem d'Alembertschen Prinzip und erlaubt kleinste Kreisbewegungen des Maschinengehäuses, wodurch ein automatischer Massenausgleich gegeben ist. Von den Labortischen müssen nur noch geringe, in den Füßen entstehende Reibungskräfte aufgenommen werden.

Damit gewährleistet die PM 100 auch bei größten Zerkleinerungskräften innerhalb des Mahlbechers einen ruhigen und sicheren Lauf mit maximaler Schwingungskompensation.



Zur optimalen Auswuchtung lässt sich das Gegengewicht der PM 100 auf einer schrägen Führungsschiene einstellen

Auswahlhilfe für Planeten-Kugelmühlen

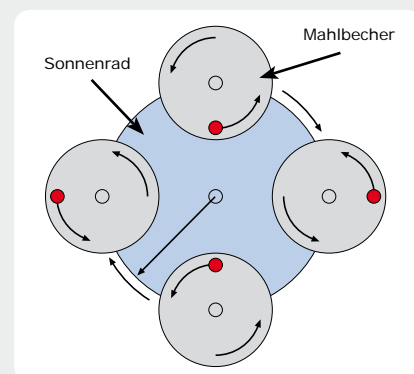
Leistungsmerkmale	PM 100 / PM 100 CM	PM 200	PM 400 / PM 400 MA
	www.retsch.de/pm100	www.retsch.de/pm200	www.retsch.de/pm400
Einsatzgebiet	Zerkleinern, Mischen, Homogenisieren, Kolloidvermahlungen, mechanisches Legieren		
Aufgabegut	weich, hart, spröde, faserig - trocken oder nass		
Aufgabekorngröße*	<10 mm	<4 mm	<10 mm
Endfeinheit*	<1 µm	<1 µm	<1 µm
bei Kolloidvermahlungen	<0,1 µm	<0,1 µm	<0,1 µm
Charge / Aufgabemenge	max. 1 x 220 ml	max. 2 x 50 ml	max. 4 x 220 ml
mit gestapelten Mahlbechern	max. 2 x 20 ml	–	max. 8 x 20 ml
Anzahl der Mahlstellen	1	2	4 oder 2
Geeignete Mahlbecher „comfort“			
12 ml / 25 ml / 50 ml / 80 ml	1 oder 2	2	2, 4 oder 8
125 ml	1	2	2 oder 4
250 ml / 500 ml	1	–	2 oder 4
Drehzahlverhältnis	1 : -2 / 1 : -1	1 : -2	1 : -2 / 1 : -2,5 oder 1 : -3
Sonnenradrehzahl	100 - 650 min ⁻¹	100 - 650 min ⁻¹	30 - 400 min ⁻¹
Max. Drehzahl der Mahlbecher	1300 min ⁻¹ / 650 min ⁻¹	1300 min ⁻¹	800 min ⁻¹ / 1000 min ⁻¹ oder 1200 min ⁻¹
Wirksamer Sonnenraddurchmesser	141 mm	157 mm	300 mm
Digitale Vorwahl der Mahldauer			
(Stunden:Minuten:Sekunden)	00:00:01 bis 99:59:59	00:00:01 bis 99:59:59	00:00:01 bis 99:59:59
Drehrichtungsumkehrung	ja	ja	ja
Intervallzeit	00:00:01 bis 99:59:59	00:00:01 bis 99:59:59	00:00:01 bis 99:59:59
Pausenzeit	00:00:01 bis 99:59:59	00:00:01 bis 99:59:59	00:00:01 bis 99:59:59
Messung des Energieeintrags möglich	ja	ja	ja
Serielle Schnittstellen	ja	ja	ja
Technische Daten			
Leistungsaufnahme	ca. 1250 W (VA)	ca. 1250 W (VA)	ca. 2200 W (VA)
B x H x T	630 x 468 x 415 mm	630 x 468 x 415 mm	836 x 1220 x 780 mm
Gewicht, netto	ca. 80 kg / ca. 86 kg	ca. 72 kg	ca. 290 kg
Geräuschkennwerte (Geräuschmessung nach DIN 45635-31-01-KL3)			
Arbeitsplatzbezogener Emissionswert	L _{pAeq} bis 85 dB(A)	L _{pAeq} bis 80 dB(A)	L _{pAeq} bis 85 dB(A)
*abhängig vom Probenmaterial und Gerätekonfiguration/-einstellungen			

Drehzahlverhältnisse

Das Funktionsprinzip von Planeten-Kugelmühlen beruht auf der relativen Drehbewegung zwischen Mahlbecher und Sonnenrad. Dieses Drehverhältnis ist neben dem Durchmesser des Sonnenrades und der Drehgeschwindigkeit maßgeblich für den Energieeintrag und somit für das Zerkleinerungsergebnis verantwortlich. **Je größer das Drehzahlverhältnis ist, desto mehr Energie wird umgesetzt.**

Es gibt Planeten-Kugelmühlen mit unterschiedlich eingestellten Drehzahlverhältnissen. Ein Verhältnis von 1: -1 z.B. bedeutet, dass sich bei jeder Um-

drehung des Sonnenrades auch der Mahlbecher genau 1 Mal und zwar in entgegengesetzter Richtung dreht (ausgedrückt durch das Minus). Bei einem Drehzahlverhältnis von 1: -2 dreht sich der Mahlbecher während einer Sonnenrad-Umdrehung bereits 2 Mal. Um die Drehbewegung des Mahlbechers verfolgen zu können, muss man sich vorstellen, in der Mitte des Sonnenrades zu stehen. Während einer Sonnenradrehung sieht man dann den roten Bezugspunkt genau 2 Mal dreht (siehe Grafik).



Grafik: Drehzahlverhältnis 1: -2

Mahlbecher „comfort“ für PM 100, PM 200 und PM 400



Für optimale Mahlergebnisse

Die Leistung und das Ergebnis der Aufbereitung werden auch von der Wahl der Mahlbecher und deren Kugelfüllungen bestimmt. Die Auswahl richtet sich nach der Aufgabemenge sowie den Anforderungen an die zu erreichende Endfeinheit und die Reinheit des gemahlten Gutes für die nachfolgende Analytik.

Das Mahlbecher-Programm „comfort“ wurde speziell für extreme Versuchsbedingungen wie Langzeitversuche, Nassvermahlungen, hohe mechanische Belastung und maximale Drehzahlen sowie zum mechanischen Legieren entwickelt.

In der PM 100 und PM 400 lassen sich je Mahlstelle zwei 12 - 50 ml „comfort“ Mahlbecher stapeln. Die 50 ml Mahlbecher benötigen dafür zusätzlich einen Adapter, die kleineren Mahlbecher lassen sich direkt aufeinandersetzen.



Die einzigartigen Vorteile der Mahlbecher „comfort“

- **Außergewöhnlich einfaches und sicheres Handling**
- Sicherer, schlupffreier Sitz durch integrierte Verdrehsicherung und konische Bodenzentrierung
- **Gas- und staubdichte Ausführung durch O-Ring**
- Bedienerfreundliche Greifränder an Becher und Deckel
- Einfaches Öffnen durch Abstand zwischen Becher und Deckelrand
- Schutzmantel aus rostfreiem Stahl (bei Bechern aus Achat, Sinterkorund, Zirkonoxid und Wolframcarbid)
- Kennzeichnung des Mahlbechers (Artikelnummer, Werkstoff und Volumen)
- Freifläche zur Beschriftung (z.B. Angaben zum Mahlgut)

Entscheidend für den Erfolg einer Vermahlung in Planeten-Kugelmühen ist neben den Geräteeinstellungen auch der Füllgrad der Mahlbecher. Eine Becherfüllung sollte ungefähr aus 1/3 Probengut und 1/3 Kugelmenge bestehen. Das restliche Drittel ist freies Bechervolumen, das für den Bewegungsablauf der Kugeln erforderlich ist. Die nachfolgende Tabelle gibt hierfür unverbindliche Richtwerte an.

Mahlbecherfüllgrad – Richtwerte für Materialmenge und Kugeln

"comfort"			PM 100	PM 200	PM 400	Empfohlene Kugelfüllung					
Mahlbecher	Max. Aufgabemenge	Max. Korngröße				Ø 5 mm	Ø 10 mm	Ø 15 mm	Ø 20 mm	Ø 30 mm	Ø 40 mm
12 ml	bis 5 ml	<1 mm	■	■	■	50 St.	5 St.	-	-	-	-
25 ml	bis 10 ml	<1 mm	■	■	■	100 St.	8 St.	-	-	-	-
50 ml	5 - 20 ml	<3 mm	■	■	■	200 St.	10 St.	7 St.	3 St.	-	-
80 ml	10 - 35 ml	<4 mm	■	■	■	250 St.	25 St.	10 St.	5 St.	-	-
125 ml	15 - 50 ml	<4 mm	■	■	■	500 St.	30 St.	18 St.	7 St.	-	-
250 ml	25 - 120 ml	<6 mm	■	-	■	1200 St.	50 St.	45 St.	15 St.	6 St.	-
500 ml	75 - 220 ml	<10 mm	■	-	■	2000 St.	100 St.	70 St.	25 St.	8 St.	4 St.

Werkstoff-Richtanalyse

Mahlbecher	Werkstoff-Nr.	Härte ca.	Analysen (Angaben in %)
Gehärteter Stahl	1.2080	62-63 HRC	Fe (84,89), Cr (12), C (2,2), Mn (0,45), Si (0,4), P (0,03), S (0,03)
Rostfreier Stahl	1.4034	48-52 HRC	Fe (82,925), Cr (14,5), Mn (1), Si (1), C (0,5), P (0,045), S (0,03)
Wolframcarbid		1180-1280 HV 30	WC (94), Co (6)
Achat		6,5-7 Mohs	SiO ₂ (99,91), Al ₂ O ₃ (0,02), Na ₂ O (0,02), Fe ₂ O ₃ (0,01), K ₂ O (0,01), MnO (0,01), MgO (0,01), CaO (0,01)
Sinterkorund		1750 HV	Al ₂ O ₃ (99,7), MgO (0,075), SiO ₂ (0,075), CaO (0,07), Fe ₂ O ₃ (0,01), Na ₂ O (0,01)
Zirkonoxid*		1200 HV	ZrO ₂ (94,5), Y ₂ O ₃ (5,2), SiO ₂ / MgO/ CaO/ Fe ₂ O ₃ / Na ₂ O/ K ₂ O (< 0,3)

Die hier genannten Prozentsätze der Analysenanteile stellen Mittelwerte dar. Änderungen vorbehalten.

*Yttrium-teilstabilisiert

Zubehör für Mahlbecher „comfort“

Optimale Sicherheit bei Nassvermahlungen und unter inerter Atmosphäre

Neben Trockenvermahlungen eignen sich die Kugelmühen auch hervorragend für Nassvermahlungen, z.B. zur Herstellung kolloider Systeme. Größtmögliche Sicherheit bieten dabei die „comfort“ Mahlbecher. Sie sind gas- und staubdicht und können mit einer speziellen **Verschlussvorrichtung** ausgerüstet werden. Diese ermöglicht das gasdichte Handling in und außerhalb von Gloveboxen und gewährleistet den sicheren Transport der Mahlbecher. Entstehender Überdruck während und nach Beendigung der Nassvermahlung kann somit nicht entweichen.

Mit Hilfe des **Begasungsdeckels** lassen sich inerte Atmosphären in den Mahlbechern erzeugen.



Mahlbecher „comfort“ mit Sicherheitsverschlussvorrichtung

Begasungsdeckel

Druck- und Temperatur-Messsystem PM GrindControl



Um Prozesse, die beim Vermahlen in Kugelmühen ablaufen (z.B. chemische Reaktionen oder Phasenübergänge) verstehen zu können, ist es sinnvoll, die wichtigsten thermodynamischen Größen – Druck und Temperatur – aufzuzeichnen. So werden bei der Entwicklung neuer Werkstoffe durch mechanisches Legieren bevorzugt Planeten-Kugelmühen eingesetzt, da diese über einen sehr hohen Energieeintrag verfügen. Dabei laufen Prozesse und Reaktionen im Mahlbecher ab, die während des Mahlens überwacht und aufgezeichnet werden können.

Das Messsystem PM GrindControl wird mit einem Mahlbecher aus rostfreiem Stahl in den Größen 250 ml und 500 ml angeboten. Zwischen Mahlbecher und PC besteht eine bidirektionale Verbindung für den Datenversand und -empfang. Der Deckel ist mit einem entsprechenden Sende- / Empfangsmodul ausgerüstet, am PC wird dieses über einen USB-Stick angeschlossen. Mahlbecher und PC kommunizieren über eine robuste, sichere Funkverbindung.

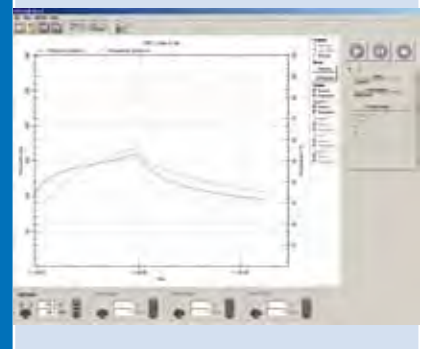
Die Messdaten können mit verschiedenen Abtastraten erfasst werden, wobei das größte Intervall bei 5 Sekunden und das kleinste bei 5 Millisekunden liegt.

Die Daten können auf Knopfdruck exportiert werden und stehen im ASCII-Format zur Verfügung. Eine Weiterverarbeitung mit gängigen Programmen, wie z.B. Excel, ist damit problemlos möglich.

Das komplette System wird inkl. Zubehör, wie Mahlbecher und Umrüstsatz für Begasung, in einem Koffer geliefert.

Vorteile auf einen Blick

- Messbereiche:
Gasdruck: bis 500 kPa
Temperatur: 0 - 200 °C
- Kein Umbau der Mühle nötig
- Reichweite in Gebäuden ca. 15 m
- Maximale Betriebszeit mit vollem Akku 80 h
- Simultaner Betrieb von 4 Messsystemen möglich
- Mehrsprachige Software
- Robuste Ausführung



Bestelldaten Planeten-Kugelmühen

Planeten-Kugelmühen PM 100, PM 200, PM 400				Artikel-Nr.
PM 100 (Mahlbecher und Mahlkugeln bitte separat bestellen)				Drehzahlverhältnis
PM 100	für 230 V, 50/60 Hz	mit 1 Mahlstelle	1 : -2	20.540.0001
PM 100 CM	für 230 V, 50/60 Hz	mit 1 Mahlstelle	1 : -1 Fliehkraftmodus zur schonenden Zerkleinerung	20.520.0001
PM 200 (Mahlbecher und Mahlkugeln bitte separat bestellen)				Drehzahlverhältnis
PM 200	für 230 V, 50/60 Hz	mit 2 Mahlstellen	1 : -2	20.640.0001
PM 400 montiert auf Rollen (2x feststellbar) (Mahlbecher und Mahlkugeln bitte separat bestellen)				
PM 400	für 220-230 V, 50-60 Hz	mit 4 Mahlstellen	1 : -2	20.535.0001
PM 400/2	für 220-230 V, 50-60 Hz	mit 2 Mahlstellen	1 : -2	20.535.0005
PM 400 MA	für 220-230 V, 50/60 Hz	mit 4 Mahlstellen	1 : -2.5 zum mechanischen Legieren	20.535.0007
PM 400 MA	für 220-230 V, 50/60 Hz	mit 4 Mahlstellen	1 : -3 zum mechanischen Legieren	20.535.0008
Zubehör				
Zusatzgewicht PM 100 (bei Gesamtgewicht des Mahlbeckers mit Mahlkugeln, Mahlgut und Zubehör >7,3 kg)				22.221.0002
Weitere Spannungsvarianten zum gleichen Preis erhältlich				

Messsystem PM GrindControl für PM 100 und PM 400				Artikel-Nr.
Druck- und Temperatur-Messsystem PM GrindControl, inkl. Mess- und Sendeeinheit, Empfänger, Software, Koffer und Mahlbecher				
PM GrindControl mit Mahlbecher „comfort“ 250 ml aus rostfreiem Stahl, für PM 100 und PM 400				22.782.0004
PM GrindControl mit Mahlbecher „comfort“ 500 ml aus rostfreiem Stahl, für PM 100 und PM 400				22.782.0005

Mahlbecher „comfort“ für PM 100, PM 200 und PM 400							Artikel-Nr.
Mahlbecher „comfort“	12 ml	25 ml	50 ml	80 ml	125 ml	250 ml*	500 ml*
Gehärteter Stahl	–	–	01.462.0145	–	01.462.0144	01.462.0224	01.462.0229
Rostfreier Stahl	01.462.0239	01.462.0240	01.462.0149	–	01.462.0148	01.462.0223	01.462.0228
Wolframcarbid	–	–	01.462.0156	01.462.0267	01.462.0155	01.462.0222	–
Achat	–	–	01.462.0139	01.462.0197	01.462.0136	01.462.0220	01.462.0225
Sinterkorund	–	–	01.462.0153	–	01.462.0152	01.462.0221	01.462.0226
Zirkonoxid	–	–	01.462.0188	–	01.462.0187	01.462.0219	01.462.0227
*nicht für PM 200							

Zubehör für Mahlbecher „comfort“							Artikel-Nr.
Adapter zum Stapeln von Mahlbechern „comfort“, 50 ml in der PM 100 oder PM 400							
für Mahlbecher „comfort“, 50 ml aus gehärtetem Stahl oder rostfreiem Stahl							03.025.0002
für Mahlbecher „comfort“, 50 ml aus Wolframcarbid, Achat, Sinterkorund oder Zirkonoxid							03.025.0003
Mahlbecherdeckel zur Begasung							
für Mahlbecher „comfort“, 250 ml aus rostfreiem Stahl							22.107.0005
für Mahlbecher „comfort“, 250 ml aus Wolframcarbid							22.107.0006
für Mahlbecher „comfort“, 500 ml aus rostfreiem Stahl							22.107.0007
für Mahlbecher „comfort“ 500 ml aus Zirkonoxid							22.107.0010
Sicherheitsverschlussvorrichtung für Mahlbecher „comfort“			50 ml	80 ml	125 ml	250 ml	500 ml
Sicherheitsverschlussvorrichtung			22.867.0002	22.867.0007	22.867.0003	22.867.0004	22.867.0005

Mahlkugeln								Artikel-Nr.
Mahlkugeln	2 mm Ø	3 mm Ø	5 mm Ø	10 mm Ø	15 mm Ø	20 mm Ø	30 mm Ø	40 mm Ø
Gehärteter Stahl	–	–	05.368.0029	05.368.0059	05.368.0108	05.368.0033	05.368.0057	05.368.0056
Rostfreier Stahl	22.455.0010 ¹⁾	22.455.0011 ¹⁾	22.455.0003 ²⁾	05.368.0063	05.368.0109	05.368.0062	05.368.0061	05.368.0060
Wolframcarbid	–	–	05.368.0038	05.368.0071	05.368.0110	05.368.0070	05.368.0069	05.368.0068
Achat, poliert	–	–	05.368.0024	05.368.0067	05.368.0111	05.368.0028	05.368.0065	05.368.0064
Sinterkorund	–	05.368.0019	05.368.0021	05.368.0112	05.368.0054	05.368.0053	05.368.0052	
Zirkonoxid	05.368.0089 ¹⁾	05.368.0090 ¹⁾	22.455.0009 ²⁾	05.368.0094	05.368.0113	05.368.0093	05.368.0092	05.368.0091

¹⁾Gebinde = 500 g, ²⁾Gebinde = ca. 200 Stck.

Retsch®

Retsch GmbH
Rheinische Straße 36
42781 Haan, Germany

Telefon +49 21 29 / 55 61 - 0
Telefax +49 21 29 / 87 02

E-Mail info@retschede
Internet www.retschede

a VERDER company

RETSCH – Ihr Spezialist für die Probenvorbereitung bietet Ihnen ein umfassendes Geräteprogramm. Wir informieren Sie gerne über unsere Backenbrecher, Mühen, Siebmaschinen, Probenteiler, Zuteil-, Reinigungs- und Trocknungsgeräte.