

RETSCH Produkt-Navigator

Zerkleinern

- Backenbrecher
- Rotormühlen
- Schneidmühlen
- Mörsermühlen
- Scheibenmühlen
- Kugelmühlen
 - MM 200
 - MM 400
 - PM 100
 - PM 200
 - PM 400

Sieben

Assistieren

Zerkleinern und Homogenisieren mit Kugelmühlen



Schnelle und kraftvolle Zerkleinerung für grenzenlose Einsatzmöglichkeiten

RETSCH Kugelmühlen sind für eine Vielzahl von Applikationen einsetzbar. Je nach Typ (Planeten- oder Schwingmühle) eignen sie sich zum Trocken-, Nass- oder Kryogenvermahlen, Mischen und Homogenisieren zahlreicher Materialien. Aufschließen von Zellen, mechanisches Legieren oder auch Kolloidvermahlungen zählen ebenfalls zum Anwendungsspektrum. Aufgrund ihrer Vielseitigkeit kommen sie in fast allen Bereichen der mechanischen Aufbereitung von Feststoffen in Industrie und Forschung zum Einsatz.

Retsch[®]

Solutions in Milling & Sieving

Überlegenheit im Detail – Technik von RETSCH

RETSCH 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.

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.

Probenteiler



Für die anschließende Feinstvermahlung sollte zunächst eine **repräsentative Teilprobe** entnommen werden, z.B. mit dem Drehprobenteiler PT 100 von RETSCH.

Tablettenpresse



Zur Vorbereitung fester Proben für RFA-Untersuchungen bietet RETSCH verschiedene Tablettenpressen an.

RETSCH bietet ein umfangreiches Angebot an Kugelmühlen für die Aufbereitung von weichen bis harten Materialien an. Die Modelle unterscheiden sich in erster Linie durch ihre Funktionsweise.

- **Schwingmühlen MM 200, MM 400** Seiten 4 - 8
- **Planeten-Kugelmühlen PM 100, PM 200, PM 400** Seiten 9 - 16

RETSCH Kugelmühlen sind die richtige Wahl, wenn es um effiziente Feinstvermahlung und Homogenisierung weicher bis harter Materialien geht. Eindrucksvolle Details und einzigartige Innovationen beweisen dies.

Schwingmühle MM 400

Mahlbecherhalterung – einfach und sicher

Die einzigartigen Mahlbecherhalterungen der MM 400 ermöglichen ein schnelles, einfaches und sicheres Einsetzen und Spannen der Mahlbecher. Die automatische Zentrierung und die damit immer exakt gleiche Platzierung der Mahlbecher optimiert zudem die Reproduzierbarkeit der Vermahlungen. Durch die **selbstsichernde Arretierung** wird ein selbsttätiges Lösen der Mahlbecher während der Mahlung sicher verhindert.



Kryogene Vermahlungen – schnell und effizient



Die Mahlbecher werden vor der Vermahlung im Kryokit für ca. 2 - 3 Minuten in flüssigen Stickstoff (-196 °C) getaucht

Die Schwingmühle MM 400 eignet sich auch ausgezeichnet für kryogene Vermahlungen. Dazu werden Proben- und Mahlkugeln in die verschraubbaren Mahlbecher aus rostfreiem Stahl gefüllt, welche dann in flüssigen Stickstoff getaucht werden. Anschließend werden sie in der Schnellspannvorrichtung der MM 400 befestigt, die die Mahlbecher selbst bei extrem niedrigen Temperaturen sicher hält. **Nach einer Mahldauer von nur 2 - 3 Minuten erhält man bereits eine vollständig homogenisierte Probe.**

Das Verfahren ist somit sehr zeitsparend und zudem kostengünstig, da der Verbrauch von Flüssigstickstoff im speziellen Kryokit extrem niedrig ist.

Planeten-Kugelmühlen PM 100 / PM 200 / PM 400

Sicherheit und Vielseitigkeit

Mahlbecher „comfort“

Dank vieler durchdachter Details tragen die Mahlbecher „comfort“ zur besonderen Sicherheit der RETSCH Planeten-Kugelmühlen bei. Mehr zu den Mahlbechern auf Seite 14.



Schnellspannvorrichtung

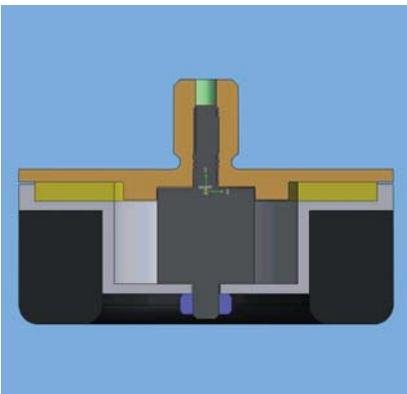
In allen RETSCH Planeten-Kugelmühlen kommen die patentierten Schnellspannvorrichtungen zum Einsatz. Damit lassen sich die Mahlbecher schnell und vor allem sicher in die Mühlen einsetzen. Die selbsttätige Arretierung sorgt dabei für den sicheren Sitz und die Stabilität der Mahlbecher.



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, sodass **keine nennenswerten Taumel-schwingungen der Maschine entstehen**.

Die noch verbleibenden Schwingungen werden bei der PM 100 durch seitlich frei bewegliche Füße (**Free-Force Compensation Sockets**) kompensiert.



Das spezielle Design der Füße zur Kompensation der freien Massenkräfte (Free-Force Compensation Sockets) gewährleistet eine maximale Schwingungskompensation

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

Schwingmühlen MM 200 und MM 400

Mahlen, Mischen und Aufschließen kleiner Probenmengen



MM 200

RETSCH Schwingmühlen MM 200 und MM 400 sind Alleskönner im Labor. Sie sind speziell **für das Zerkleinern, Homogenisieren und Mischen kleiner Probenmengen** in Sekundenschnelle entwickelt worden. Außerdem sind sie hervorragend **zum Aufschließen von biologischen Zellen** sowie zur DNA/RNA-Gewinnung geeignet. Mit der MM 400 lassen sich zudem **Nass- und Kryogenvermahlungen** durchführen.

Die Schwingmühlen vermahlen zwei Proben von 0,2 bis 20 ml in einem Arbeitsgang. Für den Zellaufschluss können sogar bis zu 20 Proben gleichzeitig bearbeitet werden. Die MM 200 und MM 400 arbeiten so effektiv, dass aufgrund der kurzen Mahldauern das Probengut kaum erwärmt wird. **So lassen sich die meisten Materialien ohne Kühlung zerkleinern und mischen.**

Vorteile auf einen Blick

- Schnelle, effiziente Zerkleinerung und Homogenisierung
- Hoher Probendurchsatz dank kurzer Mahldauer und zwei Mahlstellen
- Reproduzierbare Ergebnisse durch digitale Vorwahl von Mahldauer und Schwingfrequenz
- Große Auswahl an Mahlbechern
- 9 Parameterkombinationen speicherbar
- 2 Jahre Garantie, CE-gerecht

MM 200 und MM 400 – leistungsstarke Schwingmühlen für eine Vielzahl von Materialien

Die RETSCH Schwingmühlen MM 200 und MM 400 dienen zur Fein- und Feinstzerkleinerung von sowohl harten, mittelharten, spröden als auch weichen, elastischen oder faserigen Proben. Dazu zählen **Gewebe, Knochen, Haare, Chemikalien, Drogen, Dragees, Tabletten, Mineralien, Erze, Legierungen, Glas, Keramik, Böden, Schlämme, Pflanzenteile, Getreidekörner, Ölsaaten, Kunststoffe, Abfallproben, Wolle, Textilien und vieles mehr.**

Aufgrund der kleinen Probenmengen und optimalen Homogenisierungseigenschaften eignen sie sich auch hervorragend zur Vorbereitung von

Tablettenpressungen für nachfolgende **RFA-Untersuchungen.**

Schwingmühlen werden hauptsächlich in den Bereichen

- **Agrarwirtschaft**
- **Biologie und Biotechnologie**
- **Chemie und Kunststoffe**
- **Forensik**
- **Keramik und Glas**
- **Lebensmittel**
- **Medizin und Pharmazie**
- **Metallurgie**
- **Mineralogie und Hüttenwesen**
- **Umwelt**
- **Neue Werkstoffe** eingesetzt.

Technik Schwingmühlen MM 200, MM 400

Die Mahlbecher führen in horizontaler Lage Schwingungen aus. Durch die Trägheit der Kugeln schlagen diese mit hoher Energie auf das an den abgerundeten Stirnflächen befindliche Probengut auf, wodurch dieses zerkleinert wird. Aufgrund der Becherbewegung und des Bewegungsablaufes der Kugeln findet gleichzeitig eine intensive Mischung

statt. Durch Verwendung mehrerer kleiner Kugeln kann der Grad der Mischung noch erhöht werden. Bei der Verwendung von vielen sehr kleinen Kugeln (z.B. Glasperlen) können z.B. auch biologische Zellen aufgeschlossen werden. Dabei sorgt die große innere Reibung der Kugelpackung für effektive Zellaufschlüsse.



Höchste Reproduzierbarkeit



Beide Geräte sind sehr einfach zu bedienen. Die Schwingungsintensität kann zwischen 3 und 25 bzw. 30 Schwingungen/Sekunde präzise eingestellt werden. Eine Drehzahlregelung hält diesen Wert während der Vermahlung konstant. Die Mahldauer wird digital von 10 Sekunden bis 99 Minuten vorgewählt. Alle Maschinenparameter bleiben im Standby-Betrieb für Folgeversuche erhalten. Durch die Programm-Funktion können bis zu 9 Parameterkombinationen gespeichert werden. Auf diese Weise ist höchste Reproduzierbarkeit für die Probenaufbereitung gewährleistet.

Nassvermahlung

Die verschraubbaren Mahlbecher der MM 400 bilden ideale Voraussetzungen für die Nassvermahlung in den Schwingmühlen. Eine zusätzliche Teflondichtung verhindert das Ausreten von Flüssigkeit und Material auch bei maximaler Schwingleistung.

MM 400



MM 400 – die Schwingmühle mit unübertroffener Leistung, Sicherheit und Komfort

Durch den größeren Schwingradius der MM 400 ist der Energieeintrag um ca. 30% größer als bei der MM 200. Das bedeutet **höhere Endfeinheiten in noch kürzerer Zeit**. Für die MM 400 stehen auch großvolumige 35 ml und 50 ml Probenbecher zur Verfügung. In diesen Bechern können sogar bis zu 20 ml Probenmaterial mit einer **Aufgabekorngröße von bis zu 8 mm** vermahlen werden. Das Handling beim Spannen und Entnehmen der Mahlbecher ist noch einfacher und sicherer. Die spezielle **Selbstzentrierung der Mahlbecher** gewährleistet, dass diese immer die exakt gleiche Platzierung einnehmen. Die Reproduzierbarkeit der Vermahlung wird dadurch optimiert. Die **selbstarretierende Spannvorrichtung** fixiert die Mahlbecher dabei absolut sicher.

Vorteile MM 400

Die Schwingmühle MM 400 ist ein echtes Multitalent. Sie ist nahezu uneingeschränkt nutzbar:

- zur reproduzierbaren **Trockenvermahlung**, z.B. zur Probenvorbereitung für RFA-Analysen
- zur verlustfreien **Nassvermahlung** dank verschraubbarer, dichter Mahlbecher
- zur komfortablen **Kryogenvermahlung** temperaturempfindlicher Produkte ohne lange Vorkühlzeiten, mit sehr geringem Verbrauch von flüssigem Stickstoff
- zum effizienten **Aufschluss** pflanzlichen oder tierischen Gewebes bzw. von Zellsuspensionen in Adaptorracks für 5 oder 10 Reaktionsgefäße



Kryogene Vermahlung mit der Schwingmühle MM 400

Wärmeempfindliche und elastische Stoffe werden durch Vorkühlen des Mahlgutes und des Mahlbeckers erfolgreich aufbereitet. Becher aus Achat und Keramik sollten jedoch nicht mit flüssigem Stickstoff gekühlt werden, um eine Beschädigung während des Zerkleinerungsprozesses zu vermeiden.

Die verschraubbaren Mahlbecher sind für die Kaltvermahlung besonders gut geeignet, da diese nach dem Vermahlen so lange luftdicht verschlossen bleiben, bis sie

wieder Raumtemperatur angenommen haben. So wird verhindert, dass Luftfeuchtigkeit als Wasserdampf an dem kalten Mahlgut kondensiert und Wasser in die Probe eingetragen wird, was die Analyseergebnisse verfälschen kann.

Für das Vorkühlen der Mahlbecher in flüssigem Stickstoff steht ein spezielles Kryokit, bestehend aus 2 Isolierbehältern (1 und 4 Liter), 2 Mahlbecherzangen sowie 1 Schutzbrille, zur Verfügung.



Auswahlhilfe für Schwingmühlen

Die **MM 200** wird hauptsächlich für die Trockenvermahlung kleinerer Probenmengen eingesetzt.

Mit der **MM 400** steht eine Schwingmühle zur Verfügung mit der, dank des 30% höheren Energieeintrages, das Probengut noch schneller und feiner zerkleinert wird. Die MM 400

liefert beste Mahlergebnisse bei optimaler Reproduzierbarkeit. Hervorzuheben ist auch das besonders sichere und einfache Handling.

Leistungsmerkmale	MM 200	MM 400
Einsatzgebiet	Zerkleinern, Mischen, Homogenisieren, Zellaufschluss	
Aufgabegut	hart, mittelhart, weich, spröde, elastisch, faserig	
Aufgabekorngröße*	bis 6 mm	bis 8 mm
Endfeinheit*	ca. 10 µm	ca. 5 µm
Charge/Aufgabemenge	max. 2 x 10 ml	max. 2 x 20 ml
Typische Mahldauer	Ø 2 Minuten	Ø 2 Minuten
Mögliche Applikationen		
Trockenvermahlung	Ja	Ja
Nassvermahlung	Nein	Ja
Kryogenvermahlung	Nein	Ja
Zellaufschluss mit Reaktionsgefäßen	max. 10 x 2,0 ml	max. 20 x 2,0 ml
Geeignete Mahlbecher		
Mahlbecher mit gestecktem Deckel	1,5 - 25 ml	Nein
Mahlbecher mit verschraubbarem Deckel	Nein	1,5 - 50 ml
Spannvorrichtung mit Selbstzentrierung	Nein	Ja
Anzahl der Mahlstellen	2	2
Digitale Vorwahl der Schwingfrequenz	3 - 25 Hz (180 - 1500 min ⁻¹)	3 - 30 Hz (180 - 1800 min ⁻¹)
Digitale Vorwahl der Mahldauer	10 s - 99 min	10 s - 99 min
Speicherbare Parameterkombinationen	9	9
Technische Daten		
Leistungsaufnahme	100 W	150 W
B x H x T	371 x 266 x 461 mm	371 x 266 x 461 mm
Gewicht, netto	ca. 25 kg	ca. 26 kg
Geräuschkennwerte (Geräuschmessung DIN 45635-31-01-KL3)		
Arbeitsplatzbezogener Emissionswert*	L _{pAeq} 65 dB(A)	L _{pAeq} 65 dB(A)
Messbedingungen:		
Aufgabegut	8 ml Quarzkieselbruch, ca. 4,0 - 6,0 mm	8 ml Quarzkieselbruch, ca. 4,0 - 6,0 mm
verwendete Mahlgarnitur	2 x 25 ml Stahl	2 x 25 ml Stahl
verwendete Mahlkugeln	je 1 Stahlkugel Ø 20 mm	je 1 Stahlkugel Ø 20 mm
*abhängig vom Probenmaterial und Gerätekonfiguration/-einstellungen		

Zellaufschluss mit RETSCH Schwingmühlen

Kleinste Probenmengen, wie sie z.B. für die DNA- und RNA-Isolation üblich sind, werden vorzugsweise in Einwegreaktionsgefäßen (z.B. Eppendorf) aufbereitet. Hierfür können Adapterracks aus PTFE für die Aufnahme von jeweils 5 bzw. 10 Einweg-Reaktionsgefäßen genutzt werden.

Der Aufschluss erfolgt in den effizienten Schwingmühlen in extrem kurzer Zeit, so dass keine zusätzliche Kühlung erforderlich ist.



Adapterrack für:
 5 Reaktionsgefäße 1,5 und 2,0 ml (1)
 10 Reaktionsgefäße 1,5 und 2,0 ml (2)
 10 Reaktionsgefäße 0,2 ml (3)

Mahlbecher und -kugeln für vielseitigen Einsatz

Das Mahlergebnis wird entscheidend von der Wahl der Mahlgarnituren beeinflusst. Bechervolumen, Kugelfüllung sowie der Werkstoff richten sich nach Art und Menge des Proben-gutes. Um die nachfolgende Unter-suchung nicht zu verfälschen, emp-fiehlt sich die Wahl eines analysen-neutralen Werkstoffes.

Die Zerkleinerungsenergie wird von der Werkstoffdichte und der Kugel-masse bestimmt. Je höher die Dichte und Masse der Kugeln, desto höher ist die Zerkleinerungsenergie. Becher und Kugeln sollten stets aus dem gleichen Werkstoff gewählt werden. Die unten stehenden Tabellen helfen bei der Auswahl der geeigneten Mahlgarnitur.

Neben den Standard-Mahlbechern mit gesteckten Deckeln für die MM 200 stehen die besonders vorteil-haften verschraubbaren Mahlbecher für die MM 400 zur Wahl.



verschraubbare Mahlbecher für die MM 400



Mahlbecher mit gesteckten Deckeln für die MM 200

Vorteile der verschraubbaren Mahlbecher

- Außergewöhnlich einfaches und sicheres Handling
 - Staub- und luftdicht (kein Materialverlust, kein Entweichen z.B. von inerter Atmosphäre)
 - Geeignet für Nass- und Kryogenvermahlungen
 - Optimaler Sitz durch automatische Zentrierung und sichere Arretierung
 - Ergonomische Griffmulden an Becher und Deckel
 - Schutzmantel aus rostfreiem Stahl (bei Bechern aus Achat, Zirkonoxid und Wolframcarbid)
- Die verschraubbaren Mahlbecher sind speziell für die Schwingmühle MM 400 entwickelt worden.

Entscheidend für den Erfolg einer Vermahlung in der Schwingmühle 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

Mahlbecher Nennvolumen	Probenmenge	Max. Aufgabe- korngröße	Empfohlene Kugelfüllung						
			Ø 5 mm	Ø 7 mm	Ø 9/10 mm	Ø 12 mm	Ø 15 mm	Ø 20 mm	Ø 25 mm
1,5 ml	0,2 – 0,5 ml	1 mm	1 bis 2 St.	-	-	-	-	-	-
5,0 ml	0,5 – 2,0 ml	2 mm	-	1 bis 2 St.	-	-	-	-	-
10,0 ml	2,0 – 4,0 ml	4 mm	-	-	1 bis 2 St.	1 bis 2 St.	-	-	-
25,0 ml	4,0 – 10,0 ml	6 mm	-	-	-	-	1 St.	-	-
35,0 ml	6,0 – 15,0 ml	6 mm	-	-	-	-	-	1 St.	-
50,0 ml	8,0 – 20,0 ml	8 mm	-	-	-	-	-	-	1 St.

Werkstoff-Richtanalyse

Mahlbecher	Werkstoff-Nr.	MM 200 MM 400	Härte ca.	Analysen (Angaben in Prozent %)
Rostfreier Stahl	1.4034	■ -	48-52 HRC	Fe (82,925), Cr (14,5), C (0,5), Mn (1), Si (1), P (0,045), S (0,03)
	1.4112	- ■	55-57 HRC	Fe (76,5), Cr (19), Mo (1,3), Mn (1), Si (1), C (0,95), V (0,12), P (0,04), 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)
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

Bestelldaten Schwingmühlen

Schwingmühle MM 200					Artikel-Nr.
MM 200 (Mahlbecher und Mahlkugeln bitte separat bestellen)					
MM 200	für 100-240 V, 50/60 Hz				20.746.0001
Mahlbecher mit Deckel für MM 200	1,5 ml	5 ml	10 ml	25 ml	
Gehärteter Stahl	-	-	-	-	02.462.0052
Rostfreier Stahl	02.462.0057	02.462.0059	02.462.0061	02.462.0119	
Wolframcarbid	-	01.462.0115	01.462.0009	-	
Achat	-	01.462.0113	01.462.0008	-	
Zirkonoxid	-	-	01.462.0194	01.462.0195	
Teflon	-	-	02.462.0184	02.462.0051	
Becher zum Mischen aus Polystyrol, 28 ml, 100 Stück					22.041.0003

Schwingmühle MM 400							Artikel-Nr.
MM 400 mit Schnellspannvorrichtung (Mahlbecher und Mahlkugeln bitte separat bestellen)							
MM 400	für 100-240 V, 50/60 Hz						20.745.0001
Mahlbecher mit verschraubbarem Deckel	1,5 ml	5 ml	10 ml	25 ml	35 ml	50 ml	
Gehärteter Stahl	-	-	-	01.462.0237	-	-	
Rostfreier Stahl	01.462.0230	01.462.0231	01.462.0236	02.462.0213	01.462.0214	01.462.0216	
Wolframcarbid	-	-	01.462.0235	01.462.0217	-	-	
Achat	-	01.462.0232	01.462.0233	-	-	-	
Zirkonoxid	-	-	01.462.0234	01.462.0201	01.462.0215	-	
Teflon	-	-	-	01.462.0238	01.462.0244	-	
Zubehör							
Schraubhilfe für Mahlbecher 25 ml aus Wolframcarbid, sowie für alle Mahlbecher 35 ml und 50 ml							02.486.0001
Kryokit zur Kühlung von Mahlbechern mit Flüssigstickstoff							22.354.0001

Mahlkugeln für MM 200 und MM 400									Artikel-Nr.
Mahlkugeln	5 mm Ø	7 mm Ø	9 mm Ø	10 mm Ø	12 mm Ø	15 mm Ø	20 mm Ø	25 mm Ø	
Gehärteter Stahl	05.368.0029	05.368.0030	05.368.0031	05.368.0059	05.368.0032	05.368.0108	-	-	
Rostfreier Stahl	05.368.0034	05.368.0035	05.368.0036	05.368.0063	05.368.0037	05.368.0109	05.368.0062	05.368.0105	
Wolframcarbid	05.368.0038	05.368.0039	05.368.0040	05.368.0071	05.368.0041	05.368.0110	-	-	
Achat	05.368.0024	05.368.0025	05.368.0026	05.368.0067	05.368.0027	-	-	-	
Zirkonoxid	-	-	-	-	05.368.0096	05.368.0113	05.368.0093	-	
Teflon mit Stahlkern	-	-	-	05.368.0045	05.368.0046	05.368.0114	05.368.0047	-	
Polyamid*	05.368.0042	05.368.0043	05.368.0044	-	05.368.0003	-	-	-	
*für Becher zum Mischen aus Polystyrol									

Zubehör für den Zell- und Gewebeaufschluss mit MM 200 und MM 400						Artikel-Nr.
Adapterracks aus PTFE für Reaktionsgefäße für MM 200 und MM 400						
Adapterrack	für 10 Reaktionsgefäße, 1,5 und 2,0 ml (nur für MM 400)					22.008.0008
Adapterrack	für 5 Reaktionsgefäße, 1,5 und 2,0 ml					22.008.0005
Adapterrack	für 10 Reaktionsgefäße, 0,2 ml					22.008.0006
Safe-Lock Reaktionsgefäße	0,2 ml	1,5 ml	2,0 ml			
Safe-Lock Reaktionsgefäße, 1000 Stück	22.749.0004		22.749.0002	22.749.0001		
Mahlkugeln für Reaktionsgefäße und Nass-/Feinstvermahlung	2 mm Ø		3 mm Ø	4 mm Ø	5 mm Ø	
Rostfreier Stahl	Gebinde 500 g		22.455.0010	22.455.0011	-	-
Rostfreier Stahl	ca. 200 Stück		-	22.455.0002	22.455.0001	22.455.0003
Wolframcarbid	ca. 200 Stück		-	22.455.0006	22.455.0005	22.455.0004
Zirkonoxid	Gebinde 500 g		05.368.0089	05.368.0090	-	-
Zirkonoxid	ca. 200 Stück		-	22.455.0007	-	22.455.0009
Glasperlen für Reaktionsgefäße	0,10-0,25 mm Ø	0,25-0,50 mm Ø	0,50-0,75 mm Ø	0,75-1,00 mm Ø	1,00-1,50 mm Ø	
Glas	Gebinde, 500 g		22.222.0001	22.222.0002	22.222.0003	22.222.0004
						22.222.0005

Planeten-Kugelmühlen

PM 100, PM 200 und PM 400

Kraftvoll und schnell – Zerkleinerung bis in den Nano-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 Mechanische Legieren.

Die extrem hohen Fliehkräfte, die in den Planeten-Kugelmühlen entstehen, bewirken die Freisetzung sehr hoher Zerkleinerungsenergien, was in sehr kurzen Prozesszeiten resultiert.

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

Die RETSCH Planeten-Kugelmühlen zerkleinern und mischen weiche, mittelharte bis extrem harte, spröde und faserige Materialien. Es können Trocken- und Nassmahlungen durchgeführt werden. **Mineralien, Erze, Legierungen, Chemikalien, Glas, Keramik, Pflanzenteile, Böden, Klärschlamm, Haus- und Industriemüll und viele andere Substanzen** lassen sich einfach, schnell und verlustfrei zerkleinern. Die Planeten-Kugelmühlen werden **in nahezu allen Bereichen von Industrie und Forschung** erfolgreich eingesetzt, besonders dort, wo hohe An-



forderungen an Reinheit, Schnelligkeit, Feinheit und Reproduzierbarkeit gestellt werden.

Haupt-Einsatzbereiche der Planeten-Kugelmühlen sind

- Agrarwirtschaft
 - Baustoffe
 - Biologie und Biotechnologie
 - Chemie
 - Farben und Lacke
 - Keramik und Glas
 - Medizin
 - Mineralogie und Hüttenwesen
 - Umwelt
- und viele mehr.

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.**

Planeten-Kugelmühlen

PM 100, PM 200 und PM 400

Vorteile auf einen Blick

- Extreme Geschwindigkeiten für Feinheiten bis in den Submikron-Bereich
- Verschiedene Drehzahlverhältnisse verfügbar
- Mahlbecher in 7 Größen (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
- Grafikdisplay und ergonomische Ein-Knopf-Bedienung
- 10 Kombinationen von Mahlparametern speicherbar
- Messung des Energieeintrags für optimale Auswahl der Mahlparameter
- Automatische Mahlraumentlüftung zur Mahlbecherkühlung
- 2 Jahre Garantie, CE-gerecht

Innovative Technik für mehr Sicherheit

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 Viel-

seitigkeit. 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.

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.



Einfachste Bedienung per Knopfdruck

Die Planeten-Kugelmühlen 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.



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 13.



PM 100

PM 100 CM



PM 200

Modell PM 100

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

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.

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.

Technik Planeten-Kugelmöhlen

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 überlagerte Drehbewegungen, so genannte **Corioliskräfte**, beeinflusst.

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-Kugelmöhlen.

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.



Standgeräte

PM 400 und PM 400 MA

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.



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.



Die optimale Planeten-Kugelmühle für Ihre Anforderungen

RETSCH Planeten-Kugelmühlen stehen in verschiedenen Ausführungen zur Verfügung

Leistungsmerkmale	PM 100 / PM 100 CM	PM 200	PM 400 / PM 400 MA
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 bzw. 1 : -3
Max. 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 bzw. 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 RS 232 / RS 485	ja	ja	ja

*abhängig vom Probenmaterial und Gerätekonfiguration/-einstellungen

Technische Daten			
Leistungsaufnahme	ca. 1250 W (VA)	ca. 1250 W (VA)	ca. 2100 W (VA)
Antriebsleistung	750 W	750 W	1500 W
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 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)

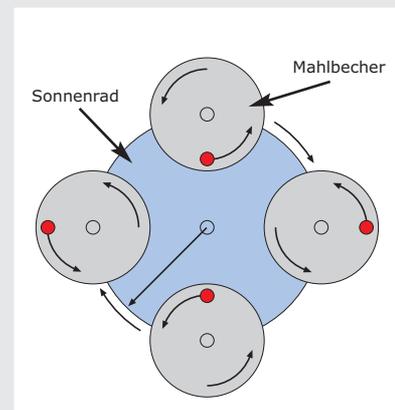
*in Abhängigkeit vom Aufgabegut, Mahlbechervolumen, Kugelfüllung und gewählter Drehzahl

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 Umdrehung 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 Mahlbeckers verfolgen zu können, muss man sich vorstellen, in der Mitte des Sonnenrades zu stehen. Während einer Sonnenradrotation sieht man dann den roten Bezugspunkt genau 2 Mal, d.h. der Mahlbecher hat sich 2 Mal gedreht (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)

Mahlbecherfüllgrad – Richtwerte für Materialmenge und Kugeln

Mahlbecher „comfort“		Max. Aufgabekorngröße	Mahlbecher			Empfohlene Kugelfüllung			
Nennvolumen	Probenmenge		PM 100	PM 200	PM 400	Ø 10 mm	Ø 20 mm	Ø 30 mm	Ø 40 mm
12 ml	bis 5 ml	<1 mm	■	■	■	5 St.	-	-	-
25 ml	bis 10 ml	<1 mm	■	■	■	8 St.	-	-	-
50 ml	5 - 20 ml	<3 mm	■	■	■	10 St.	3 St.	-	-
80 ml	10 - 35 ml	<4 mm	■	■	■	25 St.	5 St.	-	-
125 ml	15 - 50 ml	<4 mm	■	■	■	30 St.	7 St.	-	-
250 ml	25 - 120 ml	<6 mm	■	-	■	50 St.	15 St.	6 St.	-
500 ml	75 - 220 ml	<10 mm	■	-	■	100 St.	25 St.	8 St.	4 St.

Werkstoff-Richtanalyse

Mahlbecher	Werkstoff-Nr.	Härte ca.	Analysen (Angaben in Prozent %)
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 Kugelmühlen auch hervorragend für Nassvermahlungen, z.B. zur Herstellung kolloider Systeme. Größtmögliche Sicherheit bieten dabei die „comfort“ Mahlbecher, die dank des O-Rings gas- und staubdicht sind und mit speziellen **Verschlussvorrichtungen** ausgerüstet werden können. Entstehender Überdruck während und nach Beendigung der Nassvermahlung kann somit nicht entweichen.

Mit Hilfe des **Begasungsdeckels** lassen sich inerte Atmosphären in den Mahlbechern erzeugen. Die **Sicherheitsverschlussvorrichtung** ermöglicht dabei das gasdichte Handling in und außerhalb von Gloveboxen und gewährleistet den sicheren Transport der Mahlbecher.



Mahlbecher „comfort“ mit Sicherheitsverschlussvorrichtung

Begasungsdeckel

Druck- und Temperatur-Messsystem PM GrindControl



Um Prozesse, die beim Vermahlen in Kugelmühlen 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-Kugelmühlen eingesetzt, da diese

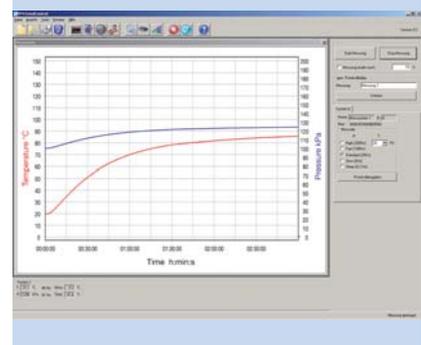
über einen sehr hohen Energieeintrag verfügen. Dabei laufen Prozesse und Reaktionen im Mahlbecher ab, die während des Mahlens überwacht und aufgezeichnet werden können.

PM GrindControl wird für Mahlbecher aus rostfreiem Stahl in den Größen 250 ml und 500 ml angeboten. Ein im Deckel integrierter Sender übermittelt digitale Signale an einen Empfänger, der an einen PC angeschlossen ist. Es werden bis zu **200 Messwerte pro Sekunde** abgefragt (Einzelsendebetrieb). Das verwendete Übertragungsprotokoll ist ein besonders sicherer Industriestandard. Die an den PC übermittelten Messdaten können problemlos mit gängigen Office-Programmen weiterverarbeitet werden.

Das komplette System wird inkl. Zubehör in einem Koffer geliefert.

Vorteile auf einen Blick

- Messbereiche:
Gasdruck: 0 - 500 kPa
Temperatur: 0 - 200 °C
- Kein Umbau der Mühle nötig
- Reichweite in Gebäuden bis zu 20 m
- Betriebszeit mit vollem Akku 80 h
- Auswertung der Daten mit Windows XP/Vista
- Mehrsprachige Software



Bestelldaten Planeten-Kugelmöhlen

Planeten-Kugelmöhlen 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 1 x 220-230 V, 50-60 Hz	mit 4 Mahlstellen	1 : -2				20.535.0001
PM 400/2	für 1 x 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 mechanische Legieren				20.535.0007
PM 400 MA	für 220-230 V, 50/60 Hz	mit 4 Mahlstellen	1 : -3 zum mechanische Legieren				20.535.0008
Zubehör							
Zusatzgewicht PM 100 (bei Gesamtgewicht des Mahlbechers 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
Sicherheitsverschlussvorrichtung							
für Mahlbecher „comfort“, 50 ml							22.867.0002
für Mahlbecher „comfort“, 125 ml							22.867.0003
für Mahlbecher „comfort“, 250 ml							22.867.0004
für Mahlbecher „comfort“, 500 ml							22.867.0005
Mahlkugeln							Artikel-Nr.
Mahlkugeln	2 mm Ø*	3 mm Ø*	10 mm Ø	20 mm Ø	30 mm Ø	40 mm Ø	
Gehärteter Stahl	-	-	05.368.0059	05.368.0033	05.368.0057	05.368.0056	
Rostfreier Stahl	22.455.0010	22.455.0011	05.368.0063	05.368.0062	05.368.0061	05.368.0060	
Wolframcarbid	-	-	05.368.0071	05.368.0070	05.368.0069	05.368.0068	
Achat, poliert	-	-	05.368.0067	05.368.0028	05.368.0065	05.368.0064	
Sinterkorund	-	-	05.368.0021	05.368.0054	05.368.0053	05.368.0052	
Zirkonoxid	05.368.0089	05.368.0090	05.368.0094	05.368.0093	05.368.0092	05.368.0091	
*Mahlkugeln für die Kolloidvermahlung in Gebinden zu 500 g							

Retsch®

Retsch GmbH

Rheinische Straße 36
42781 Haan

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

E-mail info@retsch.de
Internet www.retsch.de

a VERDER company

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