



SCHWINGMÜHLE MM 400

Ein wahres Multitalent

Die Schwingmühle MM 400 ist ein wahres Multitalent, das für die Trocken-, Nass- und Kryogenvermahlung kleiner Probenmengen bis 2 x 20 ml entwickelt wurde. Sie mischt und homogenisiert Pulver und Suspensionen mit einer Frequenz von 30 Hz innerhalb von Sekunden - unschlagbar schnell und einfach zu bedienen.

Das kompakte Tischgerät eignet sich sowohl für klassische Homogenisierungsprozesse als auch für den biologischen Zellaufschluss zur DNA/RNA- und Proteinextraktion. Durch eine mögliche Mahldauer von bis zu 99 Stunden ist die MM 400 besonders für den Einsatz in der Forschung geeignet, zum Beispiel in der Mechanochemie.



[Hier klicken, um das Video anzuschauen](#)

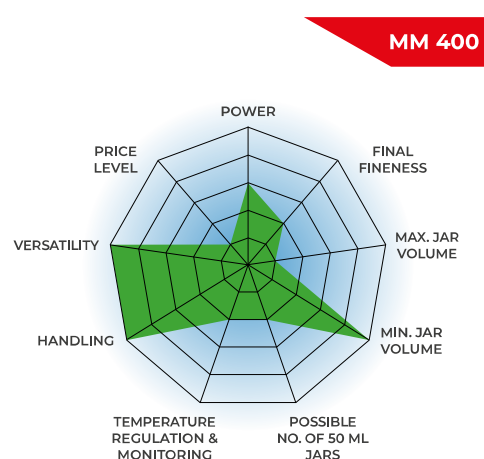
Produktvideo

Im Hinblick auf Leistung und Flexibilität dieser Mühle gibt es keine vergleichbare Technologie im Markt.

Informieren Sie sich auch über die Schwingmühlen MM 500 nano und MM 500 vario, die mit einer Frequenz von 35 Hz nach demselben Funktionsprinzip arbeiten, jedoch deutlich mehr Leistung zur Verfügung stellen. Für Anwendungen, die das Kühlen oder Heizen von Proben erfordern, ist die Schwingmühle MM 500 control die geeignete Wahl. Jede RETSCH Schwingmühle hat einen spezifischen Applikationsfokus.

DER VIELSEITIGSTE ALLROUNDER UNTER DEN KUGELMÜHLEN

- | Max. Geschwindigkeit 30 Hz
- | Die horizontale Oszillation verursacht starke Aufpralleffekte für eine effektive Probenbearbeitung
- | Bis zu 8 mm Aufgabekorngröße und 5 µm Endfeinheit
- | 2 Mahlstellen für Mahlbecher von min. 2 ml und max. 50 ml, Adapter für 10 x 2 ml Einweggefäße und 4 x 50 ml konische Zentrifugationsröhrchen
- | Mahlbecher aus Stahl können manuell in flüssigem Stickstoff vorgekühlt werden
- | Kalibrierte Geschwindigkeit und Zeit, kleines



Tischmodell, speicherbare SOPs und
Zyklusprogramme, 7 verschiedene
Mahlbechermaterialien

LEISTUNG UND DESIGN

- | Kraftvolle Vermahlung durch Schlag und Reibung mit bis zu 30 Hz
- | Zwei Mahlstellen erlauben die Aufbereitung von bis zu 20 Proben pro Arbeitsgang
- | 12 Standard Operating Procedures (SOP) und 6 Zyklusprogramme speicherbar
- | Komfortables Touch Display, deutlich leiser im Betrieb

GROSSE VIELSEITIGKEIT

- | 3 verschiedene Mahlverfahren: trocken, nass, kryogen
- | Mischen von pulverisierter Probe und Bindemittel im Kunststoffbecher zur Vorbereitung für das Tablettenpressen, z. B. für die RFA
- | Geeignet für Forschungsanwendungen im Bereich der Mechanochemie oder für den biologischen Zellaufschluss mittels Bead Beating
- | Extraktion von Pestiziden (QuEChERS) und pflanzlichen Inhaltsstoffen



SCHWINGMÜHLE MM 400

REPRODUZIERBARE ERGEBNISSE DANK KALIBRIERUNG

Reproduzierbarkeit spielt in der Prozesskette von der Probenahme bis zur Analyse eine wichtige Rolle. Laborgeräte, die kalibriert werden können, garantieren dauerhaft reproduzierbare Ergebnisse mit minimaler Standardabweichung. Dies ist besonders nützlich, wenn die Ergebnisse verschiedener Standorte verglichen werden. Die MM 400 ist die erste kalibrierbare Labormühle, bei Auslieferung sind Zeit und Frequenz bereits kalibriert. RETSCH bietet einen regelmäßigen Kalibrierservice an, um reproduzierbare Mahlprozesse zu gewährleisten. Diese Funktionalität ist besonders geeignet für

- | Prüflaboratorien mit verschiedenen Standorten
- | Akkreditierte Labore nach ISO/IEC 17025 oder ISO 9000ff
- | Pharmazeutische Produkte



SCHWINGMÜHLE MM 400

LÖSUNGEN FÜR BIOLOGISCHE ANWENDUNGEN UND ZELLAUFSCHLUSS

Schwingmühlen werden häufig für die Homogenisierung biologischer Proben eingesetzt. Das sogenannte Bead Beating mit kleinen Glaskügelchen ist eine etablierte Methode für den Zellaufschluss von Hefen, Mikroalgen oder Bakterien. Die Probe erwärmt sich dabei nur moderat, was sich durch Vorkühlen auf ein Minimum reduzieren lässt.

Die Mühle ermöglicht den effizienten Zellaufschluss von max. 240 ml Zellsuspension zur DNA/RNA- und Proteinextraktion. Sie erlaubt zudem, intakte Bakterien vom Gewebe zu isolieren, um Infektionen korrekt zu diagnostizieren. Mittels Adapter können dafür acht 30 ml Flaschen oder zehn 5 ml Gefäße eingesetzt werden.

Für die MM 400 stehen Adapter für Einweggefäße mit folgenden Kapazitäten zur Verfügung:

20 x 0.2 ml / 20 x 1.5 or 2 ml / 10 x 5 ml / 8 x 30 ml / 8 x 50 ml

Für die Pulverisierung von 25 bis 30 g Pflanzenmaterial, wie zum Beispiel Cannabisblüten, sind konische Zentrifugenröhrchen bestens geeignet. Auch bis zu 8 Gewebeproben, wie frische Leber in Pufferlösung, lassen sich in solchen 50 ml Tubes mit Kugeln aus Stahl oder Zirkonoxid homogenisieren. Um die mechanische Belastung für die Gefäße möglichst gering zu halten, ist eine Reduktion der Frequenz und ein

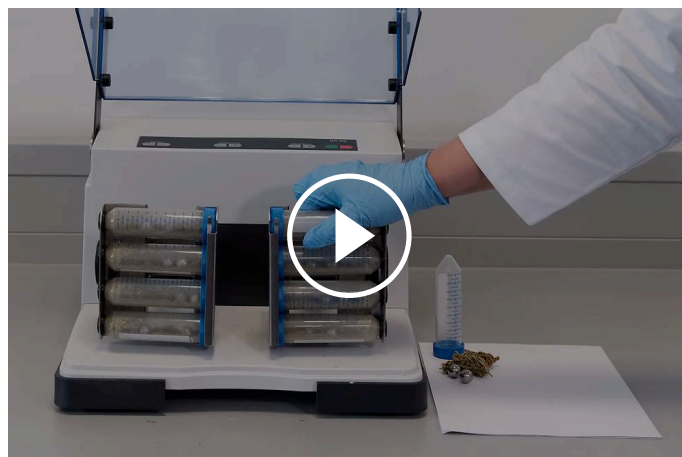
höherer Füllgrad, z. B. mit Pufferlösung und Probenmaterial, ratsam.



[Hier klicken, um das Video anzuschauen](#)

Schwingmühle MM 400 - Aufschluss von Hefezellen*

*Das Video zeigt das Vorgängermodell mit identischem Funktionsprinzip.



[Hier klicken, um das Video anzuschauen](#)

Schwingmühle MM 400 - Homogenisierung von Cannabis*

SCHWINGMÜHLE MM 400

LÖSUNGEN FÜR DIE KRYOGENVERMAHLUNG

Mit dem Kryokit bietet RETSCH eine kostengünstige Lösung für die Durchführung von Kryogenvermahlungen in der Schwingmühle MM 400 an. Das Set besteht aus zwei Isolierbehältern, zwei Mahlbecherzangen und einer Schutzbrille.

Die zu versprödete Probe wird zusammen mit der Mahlkugel in den Mahlbecher aus rostfreiem Stahl gefüllt, dann wird der Becher fest verschraubt. Die Versprödung erfolgt indirekt während der Vorkühlung der Mahlbecher im Flüssigstickstoffbad. Nach ca. 2 Minuten ist die Probe für eine kryogene Vermahlung ausreichend durchgekühlt.

Soll der Kontakt mit flüssigem Stickstoff vermieden werden, sind die Modelle CryoMill oder MM 500 control eine gute Wahl. In beiden Mühlen können auch Mahlbecher aus anderen Materialien als Stahl für die Kryogenvermahlung verwendet werden.



[Hier klicken, um das Video anzuschauen](#)

Schwingmühle MM 400 - Kryogenvermahlung*

SCHWINGMÜHLE MM 400

ANWENDUNGEN IN DER MECHANOCHEMIE

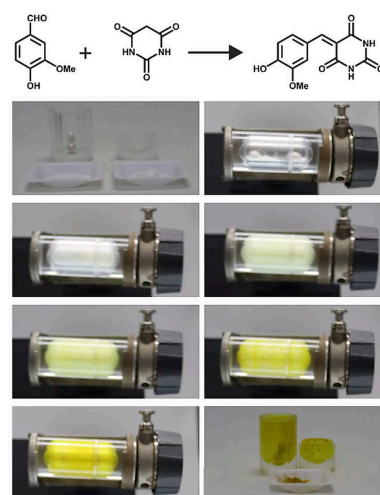
Die Mechanochemie ermöglicht schnelle Reaktionen von Stoffen in einer lösungsmittelfreien Umgebung. Dabei erfordern einige chemische Reaktionen die Reibungskräfte einer Planeten-Kugelmühle, während andere Reaktionstypen einen Energieeintrag durch Prall benötigen - hier kommt die Schwingmühle MM 400 ins Spiel.

Für Anwendungen in der Forschung stehen oft nur kleine Probenmengen zur Verfügung, dafür sind Mahlbecher von bis zu 50 ml, wie sie für die MM 400 erhältlich sind, vorteilhaft. Die Möglichkeit, mehrstündige Prozesszeiten zu programmieren, ist aufgrund der oftmals langen Reaktionszeiten ebenfalls ein wichtiger Aspekt.

In der Mechanochemie bieten Schwingmühlen einen einzigartigen Vorteil gegenüber Planeten-Kugelmühlen: Die Verwendung von transparenten Bechern in Verbindung mit der typischen horizontalen Bewegung der Becher erlaubt den Einsatz der in-situ-RAMAN-Spektroskopie. Diese ermöglicht die Beobachtung des Reaktionsprozesses über die Zeit, um z. B. den Prozesszeitpunkt mit der maximalen Ausbeute zu bestimmen und so lange Prozesszeiten zu vermeiden.

Die MM 400 bietet viele Vorteile für mechanochemische Anwendungen:

- | Prozesslaufzeiten bis 99 h
- | Verschiedene Mahlbechergrößen und -materialien
- | Transparente PMMA Mahlbecher ermöglichen in-situ RAMAN Spektroskopie
- | Programmierung von Frequenz und Pausenzeiten
- | Adapter für 4 x 5 ml Mahlbecher aus rostfreiem Stahl ermöglicht bis zu 8 zeitgleiche Reaktionen



Zeitlicher Verlauf der Knoevenagelreaktion zwischen Vanillin und Barbitursäure unter mechanochemischen Bedingungen; Einsatz von 2x10mm Zirkonoxid Mahlkugeln im 19 ml PMMA Mahlbecher bei 30 Hz. Verlauf der Reaktion über 30 Minuten, Fortschritt erkennbar durch Farbänderung. **Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Sven Grätz, Ruhr-University Bochum, Faculty of Chemistry and Biochemistry, AG Prof. Borchardt.**

FÜR SICHERE UND EFFEKTIVE MAHLPROZESSE

ZUBEHÖR FÜR DIE MM 400



MAHLBECHER IN 7 VERSCHIEDENEN WERKSTOFFEN

Das Nennvolumen der Mahlbecher mit Schraubverschluss reicht von 1,5 ml bis 50 ml. Als Werkstoffe stehen gehärteter Stahl, rostfreier Stahl, Achat, Wolframkarbid, Zirkonoxid und PTFE zur Verfügung, sodass eine kontaminationsfreie Probenvorbereitung gewährleistet ist.

Transparente Mahlbecher aus PMMA werden für die in-situ RAMAN Spektroskopie benötigt, ermöglichen aber auch Anwendungen für photochemische Reaktionen. Zudem sind sie gegen unterschiedlichste Chemikalien beständig. Die Mahlbecher können auch im Vorgängermodell der MM 400 eingesetzt werden; umgekehrt passen ältere Mahlbechermodelle auch in das aktuelle MM 400 Modell.



ADAPTER FÜR EINWEGGEFÄSSE

In der MM 400 können Adapter für 0,5 / 1,5 / 2 / 5 ml Einweggefäße eingesetzt werden. Für größere Probenmengen, z. B. für die Proteinextraktion, sind Adapter für 50 ml konische Zentrifugenröhrchen oder 30 ml Weithalsflaschen erhältlich.



ADAPTER FÜR ERHÖHTEN PROBENDURCHSATZ

Für die MM 400 steht ein Adapter zur Verfügung, der vier 5 ml Stahlmahlbecher aufnehmen kann. Somit ist die gleichzeitige Vermahlung von maximal 8 Proben möglich. Dieser hohe Durchsatz ist u. a. für mechanochemische Anwendungen von Vorteil.

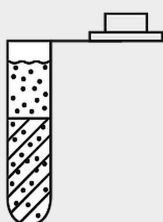
REAKTIONSGEFÄSSE, FLASCHEN UND RÖHRCHEN FÜR DIE MM 400

1,5 oder 2 ml

Safe-lock

Reaktionsgefäße

2 x 10 Gefäße max.

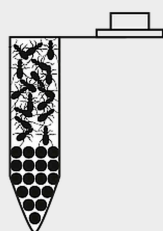


5 ml

Safe-lock

Reaktionsgefäße

2 x 5 Gefäße max.

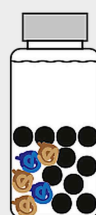


30 ml

Weithalsflaschen

(Einweg)

2 x 4 Flaschen max.



50 ml

Konische Zentrifugen-
röhrchen (Einweg)

2 x 4 Röhrchen max.



Zellaufschluss für
DNA/RNA Protein/
Metabolite

Kryogenvermahlung
weicher
Proben (Gewebe,
Pflanz, Zellpellets,
Insekten)

Trocken- oder
Nassvermahlung weicher
Proben (Gewebe,
Insekten)

Zellaufschluss für
DNA/RNA Protein/
Metabolite

Kryogenvermahlung
weicher
Proben (Gewebe,
Pflanz, Zellpellets,
Insekten)

Trocken- oder
Nassvermahlung weicher
Proben (Gewebe,
Insekten)

Zellaufschluss für
DNA/RNA Protein/
Metabolite

Trocken- oder
Nassvermahlung weicher
Proben (Gewebe,
Insekten)

Trockenvermahlung
harter
Proben (Quarzsand)

Zellaufschluss für
DNA/RNA Protein/
Metabolite

Trocken- oder
Nassvermahlung weicher
Proben (Gewebe,
Insekten)

Extraktion von
Pestiziden aus
Lebensmitteln/
Pflanzen (QuEChERS)
Mischen von Pulver
und Wachs für die
Herstellung von
Pellets für die RFA

SCHWINGMÜHLE MM 400

EMPFOHLENE MAHLBECHERFÜLLUNGEN

Um optimale Mahlergebnisse zu erzielen, sollte die Bechergröße an die Probenmenge angepasst werden. Die Mahlkugeln sind idealerweise 3-mal so groß wie das größte Probenstück. Gemäß dieser Faustregel ist die Anzahl der Mahlkugeln für jede Kugelgröße und jedes Bechervolumen in der folgenden Tabelle angegeben. Um beispielsweise 20 ml einer aus 8 mm großen Partikeln bestehenden Probe zu pulverisieren, werden ein 50 ml Behälter und Mahlkugeln mit einer Größe von 25 mm oder mehr empfohlen. Nach der Tabelle wird eine Mahlkugel benötigt. 20 ml von maximal 5 mm Partikelgröße dagegen könnten auch mit vier 15 mm Mahlkugeln gut homogenisiert werden.

Mahlbecher Nennvolumen	Probenmenge	Max. Aufgabegröße	Empfohlene Kugelfüllungen (in Stück)						
			Ø 5 mm	Ø 7 mm	Ø 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 - 2	-	-	-	-	-	-
5 ml	0.5 - 2 ml	2 mm	-	1 - 2	-	-	-	-	-
10 ml	2 - 4 ml	4 mm	-	5 - 7	1 - 2	1 - 2	-	-	-
25 ml	4 - 10 ml	6 mm	-	-	5 - 6	2 - 4	1 - 2	-	-
35 ml	6 - 15 ml	6 mm	-	-	6 - 9	4 - 6	2 - 3	1	-
50 ml	8 - 20 ml	8 mm	-	-	12 - 14	6 - 8	3 - 4	1	1

Die Tabelle zeigt die empfohlenen Kugelfüllungen (in Stück) von unterschiedlichen Kugelgrößen bezogen auf das Mahlbechervolumen, die Probenmenge und die maximale Aufgabegröße.

SCHWINGMÜHLE MM 400

TYPISCHE PROBENMATERIALIEN

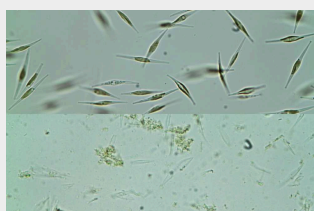
Schwingmühlen von RETSCH sind wahre Alleskönner. Sie homogenisieren z. B. Abfall, Böden, Drogen, Elektronikschrott, Erze, Getreide, Gewebe, Glas, Haare, Holz, Keramik, Klärschlamm, Knochen, Kohle, Koks, Kunststoffe, Legierungen, Mineralien, Papier, Pflanzenteile, Stroh, Tabak, Tabletten, Textilien, Tiernahrung, Wolle, chemische Produkte, Ölsaaten, u.v.m.

FASERIG: HAARE



30 ml Probe
50 ml Mahlbecher
rostfreier Stahl
1 x 25 mm Mahlkugel
rostfreier Stahl
2 min bei 30 Hz

ZELLAUFSCHLUSS: MIKROALGEN



30 ml Zellsuspension
8 x 50 ml konische
Zentrifugalröhrchen
(Adapter)
mit je 25 ml Glas-Beads;
0,5-0,75 mm
30 s bei 30 Hz

ELASTISCH-FLÜSSIG: KAPSELN MIT FLÜSSIGKEIT



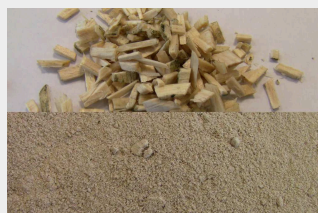
15 ml Probe
50 ml Mahlbecher
rostfreier Stahl
1 x 25 mm Mahlkugel
rostfreier Stahl
Vorversprödung in LN₂
für 3 min
4 x 2 min bei 30 Hz mit
Zwischenkühlung

MITTELHART/FASERIG: BÖDEN



20 ml Probe
50 ml Mahlbecher
rostfreier Stahl
1 x 25 mm Mahlkugel
rostfreier Stahl
1 min bei 30 Hz

ZÄH-FASERIG: HOLZ



5 ml Probe
10 ml Mahlbecher
Zirkonoxid
2 x 12 mm Mahlkugeln
Zirkonoxid
3 min bei 30 Hz

ELASTISCH-ZÄH: POLYURETHAN PELLETS



20 ml Probe
50 ml Mahlbecher
rostfreier Stahl
1 x 25 mm Mahlkugeln
rostfreier Stahl
Vorversprödung in LN₂
für 3 min
4 x 2 min bei 30 Hz mit
Zwischenkühlung

FASERIG: CANNABIS



3 g Probe
50 ml Mahlbecher
rostfreier Stahl
1 x 25 mm Mahlkugeln
rostfreier Stahl
Vorversprödung in LN₂
für 2 min
90 s bei 30 Hz

HART-SPRÖDE: BETON



10 ml Probe
25 ml Mahlbecher
Zirkonoxid
2 x 15 mm Mahlkugeln
Zirkonoxid
2 min bei 30 Hz

SCHWINGMÜHLE MM 400

TECHNISCHE DATEN

Anwendungsbereiche	Zerkleinern, Mischen, Homogenisieren, Zellaufschluss, Kryogenvermahlung, Mechanochemie
Anwendungsbereich	Agrarwissenschaften, Baustoffe, Biologie, Chemie / Kunststoffe, Geologie / Metallurgie, Glas / Keramik, Lebensmittel, Maschinenbau / Elektrotechnik, Medizin / Pharma, Umwelt / Recycling
Aufgabegut	hart, mittelhart, weich, spröde, elastisch, faserig
Zerkleinerungsprinzip	Prall, Reibung
Aufgabekorngröße*	<= 8 mm
Endfeinheit*	~ 5 µm
Charge/Aufgabemenge*	max. 2 x 20 ml
Anzahl der Mahlstellen	2
Schwingfrequenz	3 - 30 Hz (180 - 1800 min-1)
Typische Mahldauer	30 s - 2 min
Maximale Mahldauer	99 h
Trockenvermahlung	ja
Nassvermahlung	ja
Kryogenvermahlung	ja
Zellaufschluss mit Reaktionsgefäßen	ja, bis zu 20 x 2.0 ml
Spannvorrichtung mit Selbstzentrierung	ja
Mahlbechertyp	Mahlbecher mit verschraubbarem Deckel
Material der Mahlwerkzeuge	gehärteter Stahl, rostfreier Stahl, Wolframcarbid, Achat, Zirkonoxid, PTFE, PMMA
Mahlbechergrößen	1.5 ml / 5 ml / 10 ml / 25 ml / 35 ml / 50ml
Einstellung Mahldauer	digital, 10 s - 8 h
Speicherbare SOPs (Standard Operating Procedures)	12
Speicherbare Zyklusprogramme	6
Elektrische Anschlusswerte	100-240 V, 50/60 Hz
Netzanschluss	1-Phasen
Schutzart	IP 30
Leistungsaufnahme	165W

B x H x T geschlossen	385 x 350 x 470 mm
Gewicht, netto	~ 27,5 kg
Normen / Standards	CE

*abhängig vom Probenmaterial und Gerätekonfiguration/-einstellungen

SCHWINGMÜHLE MM 400 FUNKTIONSPRINZIP

Die Mahlbehälter der MM 400 führen in horizontaler Lage kreisbogenförmige 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 kleinen Kugeln (z. B. Glasperlen) können z. B. auch biologische Zellen aufgeschlossen werden. Dabei sorgt die große reibende Schlagwirkung zwischen den Kugeln für effektive Zellaufschlüsse.



[Hier klicken, um das Video anzuschauen](#)

www.retsch.de/mm400