



AUTORIN

Dr. Tanja Butt



Produktmanagerin

Retsch GmbH
Retsch-Allee 1-5
42781 Haan

Telefon: +49 (0) 2104/2333-100
E-Mail: t.butt@retsch.de

www.retsch.de

Die neue Schwingmühle MM 500 nano

**Bestens geeignet für die schnelle Pulverisierung,
aber auch für Langzeitvermahlungen bis in den
Nanometerbereich**

Schwingmühlen sind wahre Alleskönner, die in Laboren weltweit zum Einsatz kommen. Die kompakten Tischgeräte zur Trocken-, Nass- und Kryogenvermahlung kleinerer Probenmengen mischen und homogenisieren Proben in wenigen Sekunden und sind dabei äußerst bedienerfreundlich.

Für hochenergetische Langzeitvermahlungen von mehreren Stunden zur Erzeugung von Partikelgrößen $< 1 \mu\text{m}$ oder chemischer Reaktionen, z. B. beim mechanischen Legieren, waren bislang Planeten-Kugelmühlen die erste Wahl. Trotz ihrer guten Eignung für solche Applikationen haben Planeten-Kugelmühlen den Nachteil, dass die Vermahlung i. d. R. für Kühlpausen unterbrochen werden muss; zudem sind sie nicht so einfach zu handhaben wie Schwingmühlen. RETSCH hat jetzt die neue Schwingmühle MM 500 nano entwickelt, die mit einer Frequenz bis 35 Hz als erste Schwingmühle im Markt den nötigen Energieeintrag zur Erzeugung von Partikeln im Nanometerbereich generiert. Mit zwei Mahlbecherpositionen, Mahlbechergrößen von 50 ml, 80 ml und 125 ml und der Möglichkeit, Mahlprozesse bis zu 99 Stunden durchzuführen, ist diese Schwingmühle eine echte Alternative zu Planeten-Kugelmühlen – mit allen Vorteilen einer Schwingmühle wie einfache Handhabung und sehr geringer Erwärmung der Probe.

Sichere und einfache Bedienung

Die MM 500 nano bietet maximalen Bedienkomfort und Sicherheit. Die Deckel werden sicher und einfach auf die Mahlbecher geschraubt und sind absolut druckdicht bis 5 bar, was z. B. für die Durchführung von Nassvermahlungen oder mechanochemischen Reaktionen wichtig ist. Das neuartige Design der Screw-Lock Mahlbecher erlaubt die optimale Ausnutzung des Bechervolumens. Dies ist vorteilhaft gegenüber den



Abbildung 1: Die neue RETSCH Schwingmühle MM 500 nano

Mahlbechern klassischer Schwingmühlen, wo ein Teil des Mahlbechervolumens im Deckel lokalisiert ist, so dass sich eine Kugelfüllung von 60% wie sie zur Nassvermahlung verwendet wird, nur schwer realisieren lässt. Außerdem ist die Befüllung des Mahlbeckers mit faserigem Probenmaterial wesentlich einfacher, wenn das Mahlbechervolumen nicht Teil des Deckels ist. Die Mahlbecherverspannung der neuen MM 500 nano ist sehr bedienerfreundlich, besonders im Vergleich zum System der Planeten-Kugelmühlen. Die Mahlbecher werden einfach in die Mahlbecherhalterung eingesetzt und können sogar zur zwischenzeitlichen Probenahme oder Prüfung der Viskosität von Suspensionen in der Halterung verspannt bleiben. Ein weiterer Vorteil der MM 500 nano ist das große 4,3 Zoll Touchdisplay zur komfortablen Einstellung aller Mahlparameter. Mit der neuen RETSCH App lässt sich die Mühle über ein Smartphone oder Tablet ansteuern. Der Anwender kann Mahlprotokolle erstellen und einspeichern und erhält Zugriff auf weiteres Informationsmaterial wie Videos, Bedienungsanleitungen oder die RETSCH Applikationsdatenbank. Außerdem lässt sich über die App der direkte Kontakt zum RETSCH Service herstellen.

Neben diesen Vorteilen in der Bedienung ist die neue MM 500 nano bestens für klassische Schwingmühlen-Anwendungen geeignet: Schnelle Pulverisierung harter, spröder Proben oder kryogene Vermahlung elastisch-zäher Proben. Zusätzlich kann sie aber auch für Applikationen eingesetzt werden, die bislang mit Schwingmühlen nicht möglich waren, wie Feinstvermahlungen bis in den Nanometerbereich < 100 nm oder mechanisches Legieren. Sie hat dabei den großen Vorteil, dass in der Regel keine Kühlpausen nötig sind. Die Applikationsbeispiele in diesem Fachbericht zeigen eindrucksvoll, dass die MM 500 nano bessere Endfeinheiten als klassische Schwingmühlen erzeugt und sogar Planeten-Kugelmühlen in Bezug auf Partikelfinheit und Prozesszeiten übertreffen kann.

Hoher Energieeintrag resultiert in hohen Endfeinheiten

Die MM 500 nano erzeugt dank der höheren Frequenz von 35 Hz besonders hohe Endfeinheiten, wohingegen klassische Schwingmühlen mit maximal 30 Hz oder weniger betrieben werden. Abbildung 3 zeigt den Einfluss des höheren Energieeintrags bezüglich der Endfeinheit bei der Trockenvermahlung von Basalt. Der Effekt der zusätzlichen 5 Hz ist besonders in den ersten zwei Minuten eindrucksvoll, in denen um Faktor 2 feinere Partikel mit 35 Hz erzeugt werden. Zusätzlich verfügt die MM 500 nano über zwei Mahlbecherpositionen mit Mahlbechern bis zu 45 ml Nutzvolumen, welches im Vergleich zu klassischen Schwingmühlen mehr als verdoppelt ist, und somit in den Bereich von Planeten-Kugelmühlen kommt. Die folgenden Applikationsbeispiele zeigen, dass die neue Mühle hervorragend für Anwendungen geeignet ist, die traditionell in Planeten-Kugelmühlen durchgeführt werden, wie z. B. Feinstvermahlungen bis in den Nanometerbereich <100 nm.



Abbildung 2: Die neuartigen Screw-Lock Mahlbecher sind besonders einfach zu handhaben: das Einsetzen in die Mühle dauert nur wenige Sekunden.

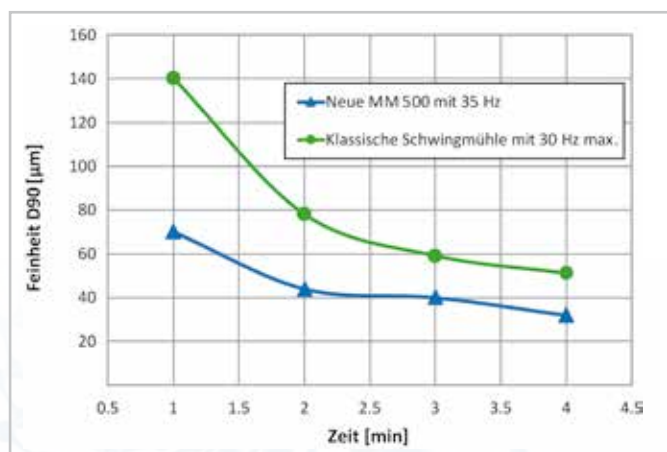


Abbildung 3: Trockenvermahlung von Basalt in der MM 500 nano resultiert in höheren Endfeinheiten im Vergleich zu klassischen Schwingmühlen dank der höheren Frequenz von 35 Hz statt max. 30 Hz (Ausgangskorngröße 2-5 mm; 50 ml Mahlbecher + 12 x 12 mm Mahlkugeln, ähnliche Ergebnisse in 80 ml oder 125 ml Mahlbechern)

Pulverisierung bis in den Nanometerbereich ohne Überhitzung der Proben

Typische Prozesszeiten für Feinstvermahlungen betragen mehrere Stunden; in Planeten-Kugelmühlen muss zusätzliche Zeit für Kühlpausen zur Vermeidung von Überhitzung der Proben eingeplant werden. Im Gegensatz zu Planeten-Kugelmühlen produziert die neue MM 500 nano Partikelgrößen im Nanometerbereich, ohne dass Mahlpausen nötig werden, da die Mahlbecherbewegung weniger Wärme erzeugt als die der Planeten-Kugelmühlen. Das Anwendungsbeispiel in Abbildung 4 zeigt, dass sich während der Vermahlung von Aluminiumoxid die Temperatur in den Mahlbechern der MM 500 nano und der Planeten-Kugelmühle ähnlich entwickelt, mit dem entscheidenden Unterschied, dass die Vermahlung in der MM 500 nano kontinuierlich stattfinden kann, während in der Planeten-Kugelmühle nach jeder Minute Vermahlung eine vierminütige Pause unabdingbar ist. Ohne diese Pausen würden Temperaturen über 100°C bereits in den ersten paar Minuten erzeugt werden. Die maximal erreichbare Feinheit von 0,14 µm der Probe konnte wesentlich schneller in der MM 500 nano als in der Planeten-Kugelmühle erzeugt werden (2 h statt 5 h gesamte Prozesszeit, Endfeinheit in der Planeten-Kugelmühle 0,18 µm).

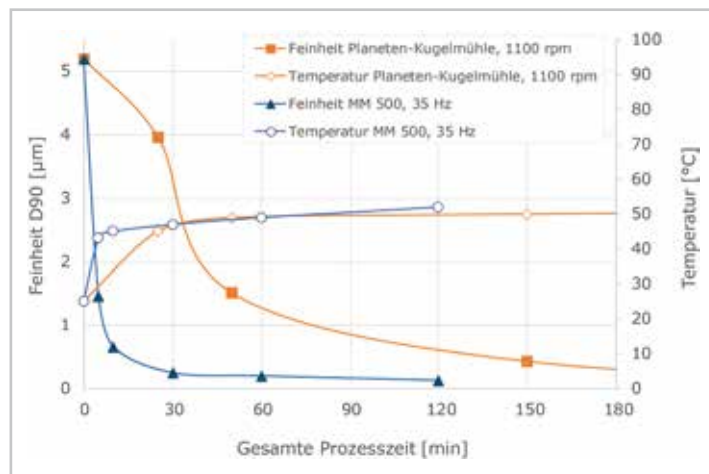


Abbildung 4: Partikelgröße und Temperatur während der Nassvermahlung von Aluminiumoxid mit 0,1 mm Mahlkugeln aus Zirkonoxid. Die MM 500 nano wurde 2 h kontinuierlich betrieben, daher ist die gesamte Prozesszeit gleich der Netto-Mahldauer, die erzielte Endfeinheit lag bei 0,14 µm. In der Benchmark Planeten-Kugelmühle dagegen wurden insgesamt 5 h benötigt (1 h Netto-Mahldauer), um eine Endfeinheit von 0,18 µm zu erzeugen. Der Temperaturverlauf ist in beiden Mühlen ähnlich.

Ein weiteres Beispiel für die Feinstvermahlung ist in Abbildung 5 dargestellt: Die Nassvermahlung von Titandioxid ergab in der MM 500 nano mit 90 nm eine deutlich bessere Endfeinheit als in der Benchmark Planeten-Kugelmühle (130 nm); dabei hat die MM 500 nano nur ein Viertel der Zeit benötigt.

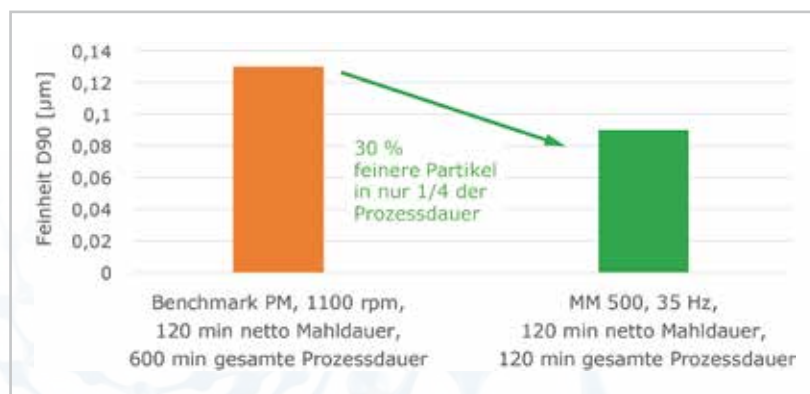


Abbildung 5: Bestes Mahlergebnis einer Nassvermahlung von Titandioxid mit 0,1 mm Mahlkugeln aus Zirkonoxid. Die MM 500 nano wurde kontinuierlich ohne Kühlpausen betrieben, daher ist die Netto-Mahldauer gleich der gesamten Prozesszeit. Nach 2 h lagen Partikelgrößen von 90 nm vor. In der Benchmark Planeten-Kugelmühle wurde die beste Feinheit von 130 nm nach 2 h Netto-Mahldauer erreicht (10 h Prozesszeit insgesamt durch notwendige Kühlpausen).

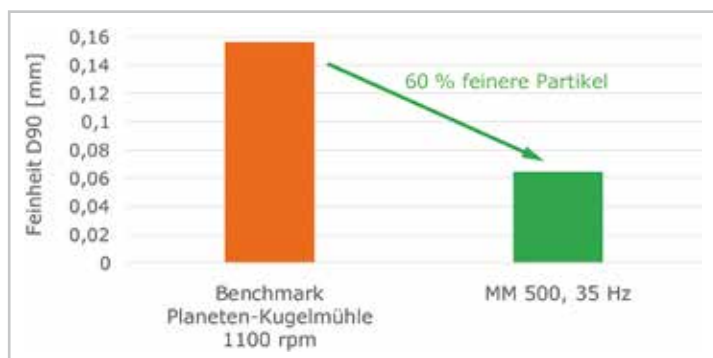


Abbildung 6: Das neue Screw-Lock Becher Design

Vermahlung von faserigem Material

Neben der Homogenisierung von hart-spröden Proben werden Planeten-Kugelmöhlen und klassische Schwingmöhlen auch zur Homogenisierung von faserigen Materialien wie Heu oder Tierhaaren eingesetzt. Die Faustregel zur effektiven Vermahlung in Kugelmöhlen empfiehlt eine Befüllung des Mahlbecher zu 30% mit Probe. Ein weiteres Drittel wird mit Mahlkugeln gefüllt (Trockenvermahlung). Da faserige Materialien dazu tendieren, während der Zerkleinerung stark an Volumen zu verlieren, ist es zur Vermeidung von Verschleiß ratsam, zu Beginn mehr als 30% Probenmaterial einzufüllen. Mahlbecher für Planeten-Kugelmöhlen sind für faserige, voluminöse Proben gut geeignet, ebenso wie die innovativen Screw-Lock Mahlbecher der MM 500 nano – da die Deckel dieser Mahlbecher flach sind. Bei klassischen Schwingmöhlen dagegen liegt ein Teil des Mahlbechervolumens im Deckel, so dass eine Befüllung mit ausreichend Probenmaterial schwierig wird. Im folgenden Applikationsbeispiel wird das Ergebnis einer Vermahlung von Hundehaaren gezeigt. 1,2 g der sehr leichten Probe wurden in den 80 ml Mahlbecher gefüllt und für 7 min mit 30 Mahlkugeln a 10 mm vermahlen. In der MM 500 nano ließen sich so bessere Endfeinheiten als in der Benchmark Planeten-Kugelmühle erzeugen (Abbildung 7).

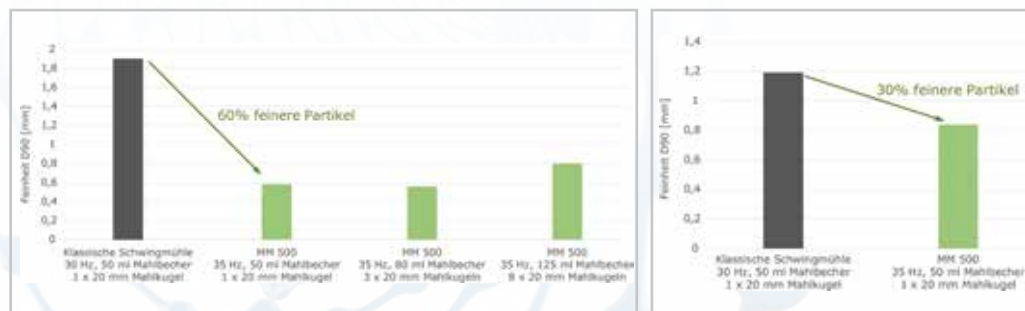
Abbildung 7: Endfeinheit nach 7 min kontinuierlicher Vermahlung von Hundehaaren in der neuen MM 500 nano und in der Benchmark Planeten-Kugelmühle mit 30 x 10 mm Mahlkugeln rostfreier Stahl in 80 ml Mahlbechern.



Kryogene Vermahlung von zähen, elastischen Proben

Klassische Schwingmöhlen sind die Möhlen der Wahl zur Pulverisierung von zähen, elastischen Probenmaterialien wie Reifengummi, Polypropylen oder anderen Plastikarten. Bei Raumtemperatur werden diese Materialien durch die Pralleffekte in Kugelmöhlen lediglich verformt, eine Pulverisierung ist nicht möglich. Nach Versprödung mit flüssigem Stickstoff sind die Proben allerdings brüchig genug, um sie in Kugelmöhlen ausreichend zu homogenisieren. Dafür werden die Proben samt Mahlkugel in den Mahlbecher gefüllt, welcher dann dicht verschlossen zur indirekten Versprödung der Probe in ein Bad mit flüssigem Stickstoff gelegt wird. Der klare Vorteil der MM 500 nano gegenüber klassischen Schwingmöhlen ist wieder die erhöhte Frequenz von 35 Hz, außerdem das größere Mahlbechervolumen. In Abbildung 8 wird das Ergebnis einer kryogenen Vermahlung von Plastikmaterialien gezeigt. Der höhere Energieeintrag der MM 500 nano ergibt bessere Endfeinheiten im Vergleich zu klassischen Schwingmöhlen mit maximal 30 Hz.

Abbildung 8: Die MM 500 nano produziert bei maximaler Frequenz bessere Endfeinheiten als klassische Schwingmöhlen (Links: Mahlergebnisse von ursprünglich 3 mm Polypropylenpartikeln nach 4 x 2 Minuten mit Zwischenkühlschritten. Rechts: Mahlergebnisse von ursprünglich 2 mm Polyamidpartikeln nach 7 x 2 min mit Zwischenkühlschritten)



Fazit

Die neue Schwingmühle MM 500 nano ist die perfekte Kombination aus Schwingmühle und Planeten-Kugelmühle. Einerseits werden exzellente Mahlergebnisse bereits nach kürzester Zeit erreicht, andererseits ist die Mühle stark und robust genug für Langzeitvermahlungen bis in den Nanometerbereich oder für das Mechanisches Legieren. Außerdem ist sie unschlagbar einfach zu bedienen und erlaubt absolut sicheres Arbeiten.

Weitere Informationen auf
www.retsch.de