



## KOGELTRILMOLEN MM 400

Een echte molen voor vele toepassingen

**De Kogeltrilmolen MM 400 is een werkelijk veelzijdige molen, die ontworpen werd voor droge, natte en cryogene maaltoepassingen van kleine volumes tot 2 x 20 ml. Hij mengt en homogeniseert poeders en suspensies met een schudfrequentie tot 30 Hz in enkele seconden – ongeëvenaard snel en eenvoudig te bedienen.**

Het compacte tafelmodel is geschikt voor klassieke homogenisatieprocessen, maar ook voor biologische cel-disruptie voor DNA/RNA en eiwit-extractie. Lange maalprocessen tot 99 uren maken de MM 400 ook ideaal geschikt voor onderzoekstoepassingen, bijvoorbeeld in mechanochemie

Met betrekking tot de performantie en flexibiliteit van deze molen, bestaat er geen gelijkwaardig toestel in de markt.

Mogelijks heeft u ook interesse in de kogeltrilmolens MM 500 nano en MM 500 vario die op het zelfde werkingsprincipe gebaseerd zijn bij een schudfrequentie tot 35 Hz maar nog hogere performantie bieden. Voor toepassingen waarbij afkoeling of opwarming gewenst is, hebben we de MM 500 control als perfecte keuze. Iedere RETSCH kogeltrilmolen heeft een specifieke toepassingsfocus.

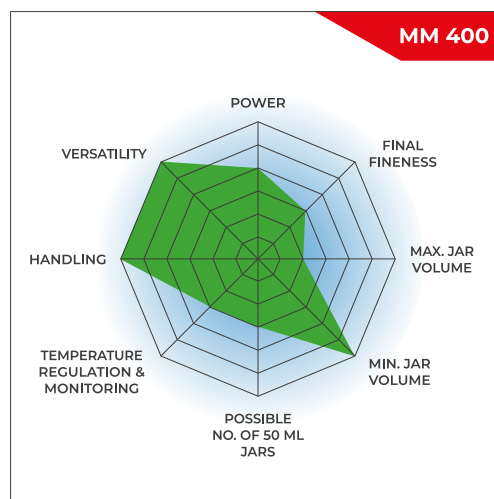


[Klik om video te bekijken](#)

### Product Video

### THE MOST VERSATILE ALL-ROUNDER OF BALL MILLS

- | Max. speed 30 Hz
- | Horizontal oscillation causes strong impact effects for effective sample processing
- | Up to 8 mm feed size and 5 µm final fineness
- | 2 grinding stations for jars of min 2 ml and max 50 ml, adapter for 10 x 2 ml single use vials and 4 x 50 ml conical centrifugation tubes
- | Steel jars can be precooled manually in liquid nitrogen
- | Calibrated speed and time, small benchtop model, storable SOPs and cycle programs, 7 different jar materials



## PERFORMANTIE EN DESIGN

- | Krachtig malen door impact en wrijving tot 30 Hz
- | Uitgerust met 2 maalstations voor tot 20 monsters per keer
- | Geheugen voor 12 Standaard Procedures (SOP) en 6 programma-cycli
- | Comfortabel aanraakscherm

## GROTE FLEXIBILITEIT

- | 3 verschillende maal-modi: droog, nat of cryogeen
- | Mengt poederige monsters en een bindmiddel in kunststof-containers als voorbehandeling bijvoorbeeld voor het persen van XRF tabletten
- | Geschikt voor onderzoek toepassingen zoals de mechanochemistry of voor biologische celdisruptie door bead beating
- | Extractie van pesticiden (QuEChERS) en kruiden-ingrediënten



## KOGELTRILMOLEN MM 400

# CALIBRATIE VERZEKERT REPRODUCEERBARE RESULTATEN

Reproduceerbaarheid speelt een belangrijke rol in de procesketen van monstername tot analyse. Lab apparatuur die gecalibreerd kan worden, garandeert reproduceerbare resultaten met minimale standaard-afwijking, telkens weer. Dit kan bijzonder bruikbaar zijn, bij vergelijking van resultaten op verschillende locaties.

De MM 400 is de eerste laboratorium molen die gecalibreerd kan worden. RETSCH calibreert bij uitlevering de tijd en schudfrequentie en we bieden de mogelijkheid om calibratie-service op een af te spreken interval

Deze functionaliteit kan meerbepaald nuttig zijn voor

- | Testlaboratoria met verschillende locaties
- | Geaccrediteerde labs volgens ISO/IEC 17025 of ISO 9000ff
- | Farmaceutische producten



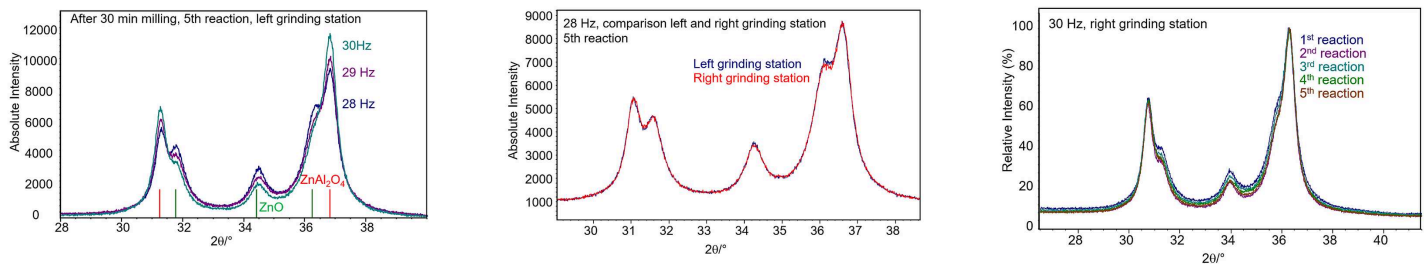
## KOGELTRILMOLEN MM 400

# REPRODUCIBILITY OF MECHANOCHEMICAL REACTIONS IN THE MIXER MILL MM 400

Reproducibility is a fundamental principle of scientific research and is essential for ensuring the credibility and reliability of scientific findings. The Mixer Mill MM 400 was tested regarding the reproducibility within a mechanochemical reaction, and it could be proven that it provides excellent reproducibility during several repetitions, for both clamping positions, and also between different devices. [1]

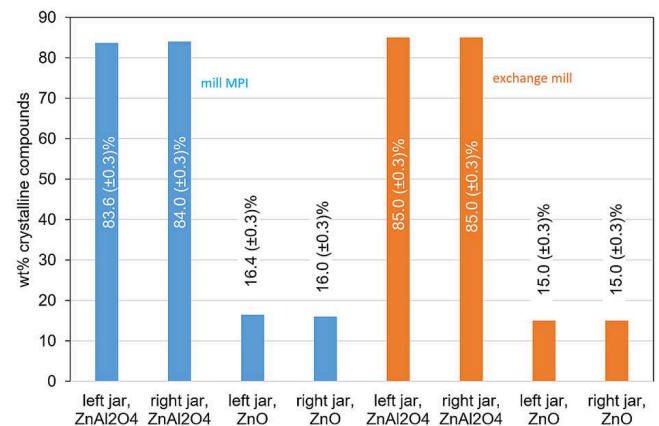
Minor variations of the frequency from 30 Hz to 29 Hz or 28 Hz have an influence on the yield of the reaction. It is of fundamental interest that the mixer mill maintains a set value, e.g. 30 Hz, and does not deviate from it. A premise which is fulfilled by the MM 400 which comes with a calibration certificate.

The mechanochemical reaction  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$  was conducted for 30 min using 25 ml grinding jars, 2 x 15 mm grinding balls, 1 g educts, at 28 Hz, 29 Hz and 30 Hz five times in a row. The comparison between left and right clamping station showed highly reproducible results, also the comparison between the 5 trials.



XRD patterns after the mechanochemical reaction  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$ : Left: Grinding at 28 Hz, 29 Hz and 30 Hz, results after 5th reaction. Middle: Comparison left and right grinding station at 28 Hz 5th reaction each. Right: Reaction 1 to 5 at 30 Hz, right grinding station. Results presented by the group of Claudia Weidenthaler. [8]

The experiments were repeated using another MM 400 device to compare the results between the two mills. Again, the excellent reproducibility was verified for the 5 tests conducted at 30 Hz, for both, left and right grinding station.



Almost identical results (weight % of educts and product) and reproducibility are obtained with a different MM 400 device. Results presented by the group of Claudia Weidenthaler. [1]

## KOGELTRILMOLEN MM 400

# OPLOSSINGEN VOOR BIOLOGISCHE TOEPASSINGEN EN CELDISRUPTIE

Kogeltrilmolens worden vaak ingezet voor de homogenisatie van biologische monsters. Het zogenaamde bead beating with small glass beads is an established method for cell disruption of yeasts, microalgae or bacteria. The sample is only moderately warmed in the process which can be reduced to a minimum by pre-cooling.

The MM 400 allows for efficient cell disruption of up to 240 ml cell suspension for DNA/RNA and protein

extraction. For accurate diagnosis of infections, it is possible to isolate intact bacteria from tissue in 8 x 30 ml bottles or 10 x 5 ml vials by using adapters.

The MM 400 can be operated with a range of adapters for single-use vials with the following capacities:

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

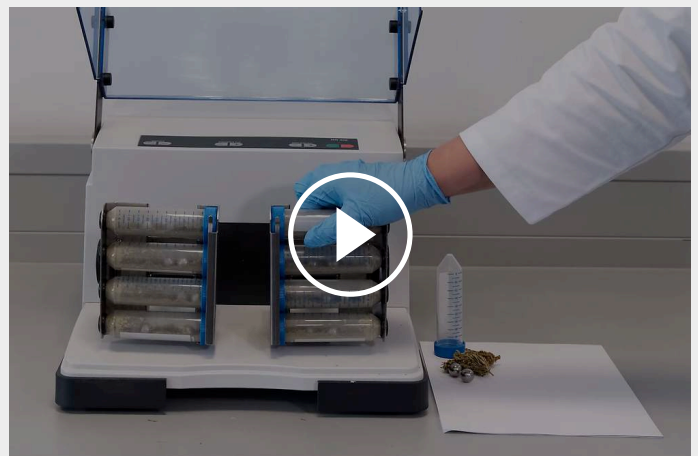
Voor het verpulveren van 25 tot 30 g plantenmateriaal, zoals cannabis bloemen, zijn de konische centrifugebuizen het best geschikt. Tot 8 weefselmonsters, zoals lever in buffer-oplossing, kunnen ook gehomogeniseerd worden in deze 50 ml tubes met behulp van stalen of zirconiumdioxide maalkogels. Om de mechanische belasting van de recipiënten zo laag mogelijk te houden, raden we aan om te werken met verminderde schudfrequentie en een hoge vulgraad van de containers met vloeistof of monster.



[Klik om video te bekijken](#)

Mixer Mill MM 400 - Gist Cel Disruptie\*

\*De video toont het vorige model met hetzelfde functioneringsprincipe.



[Klik om video te bekijken](#)

Kugeltrilmolen MM 400 - Homogenisatie van cannabis\*



KOGELTRILMOLEN MM 400

## OPLOSSINGEN VOOR CRYOGEEN MALEN

De CryoKit is een kosten-effectieve oplossing voor cryogene monsterverwerking met de kogeltrilmolen MM 400. De set bestaat uit twee geïsoleerde bakjes, twee klemmen en een veiligheidsbril.

Het te verwerken monster wordt samen met de maalkogel(s) in een roestvrij stalen maalpot gebracht, die vervolgens goed wordt afgesloten. Indirecte verbrossing wordt bekomen door de afgesloten maalbeker gedurende 2 minuten in een bad met vloeibare stikstof te plaatsen, waardoor het monster voldoende gekoeld wordt voor cryogene verwerking.

Wanneer rechtstreeks contact met vloeibare stikstof moet vermeden worden, dan zijn de CryoMill of Kogeltrilmolen MM 500 control geschikte opties. Beide molens kunnen gebruikt worden met maalkamers uit andere materialen dan staal voor het cryogene malen.



[Klik om video te bekijken](#)

Mixer Mill MM 400 - Cryogeen Malen\*

## KOGELTRILMOLEN MM 400

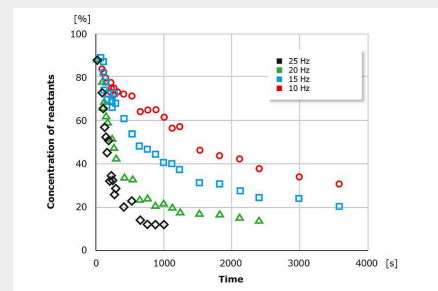
# TOEPASSINGEN IN MECHANOCHEMIE

Mechanochemie maakt snelle reacties van stoffen in een oplosmiddelvrije omgeving mogelijk. Sommige chemische reacties vereisen de wrijvingskrachten van een planetaire kogelmolen, terwijl andere reactietypes energie-invoer door impact nodig hebben - dat is waar de Kogeltrilmolen MM 400 in het spel komt. De beschikbare monstervolumes voor onderzoekstoepassingen zijn vaak erg laag. Dit maakt kleine maalbekers tot 50 ml, zoals ze verkrijgbaar zijn voor de MM 400, voordelig. Vanwege de vaak lange reactietijden is de mogelijkheid om procestijden van meerdere uren te programmeren een ander belangrijk aspect.

Mixermolens bieden een uniek voordeel ten opzichte van planetaire kogelmolens in mechanochemische toepassingen: het gebruik van transparante potten in combinatie met de typische horizontale beweging van de potten maakt in-situ RAMAN-spectroscopie mogelijk. Dit maakt real-time monitoring van het reactieproces mogelijk om de optimale tijd voor maximale opbrengst te identificeren en langdurige verwerking te voorkomen.

De MM 400 biedt vele voordelen voor mechanochemische toepassingen:

- | Procestijd instelbaar tot 99u
- | Diverse maalkamer formaten en materialen
- | Transparent PMMA grinding jars enable in-situ RAMAN spectroscopy
- | Programmeerbare frequentie en pauze-tijden
- | Adaptor voor 4 x 5 ml roestvrij stalen maalkamers om gelijktijdig tot 8 monsters te behandelen



Tijdsverloop van de Knoevenagelreactie tussen vanilline en barbituurzuur onder mechanochemische omstandigheden met behulp van 2x10 mm zirkoniumoxide maalkogels in 19 ml PMMA maalpots bij 30 Hz. Reactie loopt over 30 minuten met zichtbare voortgang aangegeven door kleurverandering.

Met dank aan Dr. Sven Grätz, Ruhr-Universiteit Bochum, Faculteit Scheikunde en Biochemie, AG Prof. Borchardt.

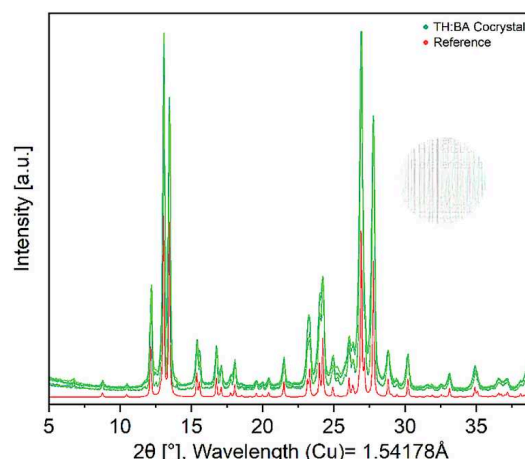


## CO-CRYSTAL SCREENING WITH THE MM 400

Co-crystal screening can be effectively performed in Mixer Mills. In a study [9] using the MM 400, 2 ml steel tubes and the corresponding PTFE adapter were employed to co-crystallize theophylline and benzamide in a 1:1 ratio under the following conditions:

- | 60 min milling time
- | 30 Hz frequency
- | One 6 mm steel ball per tube
- | Four experiments without solvent and four with 20  $\mu$ L ethanol

X-ray powder diffraction patterns of the eight resulting samples (shown in green) align closely with the simulated reference pattern of the target co-crystal. All observed signals correspond to the desired product, with no significant additional signals, indicating successful and reproducible co-crystal formation. The MM 400 with 2 ml steel tubes delivers consistent results, and this compatibility extends to the MM 500 series, which can also accommodate 2 ml steel tubes.



XRD patterns after the co-crystal formation of theophylline and benzamide after 60 min milling time in the MM 400 against a simulated reference. Results presented by experiments of Dominik Al-Sabbagh. [2]

## CHEMISTRY IN THE MILL: TEFLON RECYCLING (PTFE) USING MECHANICAL ENERGY

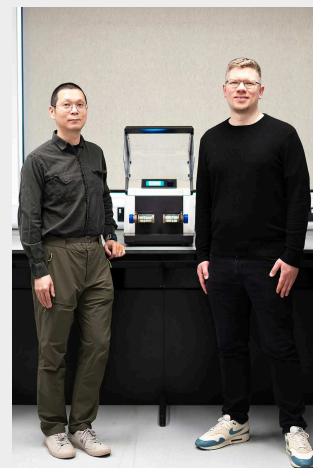
### MECHANOCHEMICAL RECYCLING OF PTFE (TEFLON)

Mechanochemical reactions can also be carried out particularly efficiently using the MM 400. Recent research shows how PTFE (Teflon) can be broken down in the MM 400 through a reaction with sodium, using mechanical energy. The intense movement of the grinding balls provides the energy needed to break the stable carbon-fluorine bonds – without any additional heat or pressure. In this way, large portions of the material can be converted into sodium fluoride and carbon – a promising approach for future recycling processes.

Image on the right: Dr. Erli Lu and Dr. Dominik Kubicki with the Mixer Mill MM 400, which was used to decompose PFAs. [4]

The process using MM 400 was part of the renowned science program – “Forschung aktuell” on Deutschlandfunk. Give it a listen!

**The radio segment is available only in German.**



## FUNCTIONALIZING BIOMASS FOR PHARMA APPLICATIONS VIA MECHANOCHEMISTRY

Mechanochemistry is transforming how functional biomaterials are made, and cationic cellulose is a prime example. Using a solvent-free process, cotton fibers are combined with a catalytic base and a minimal additive, then milled together with the cationic reagent to activate the reaction using the Mixer Mill MM 400. This solid-state approach eliminates water and bulk solvents, dramatically reducing chemical use and waste compared to conventional methods. After milling, a short aging step completes the reaction, delivering highly charged cellulose fibers with exceptional performance. [3]

Optimal reaction conditions: Cotton fibers were milled in a 50 ml stainless steel jar with 3 x 10 mm balls for 5 min at 25 Hz, then EPTMAC was added, and the mixture was milled for additional 30 min. The subsequent aging of the reaction mixture at 50 °C for 24 h, followed by Soxhlet extraction (48 h) and freeze drying, resulted in the isolation of pure cCF material.

### Why is this exciting for pharma?

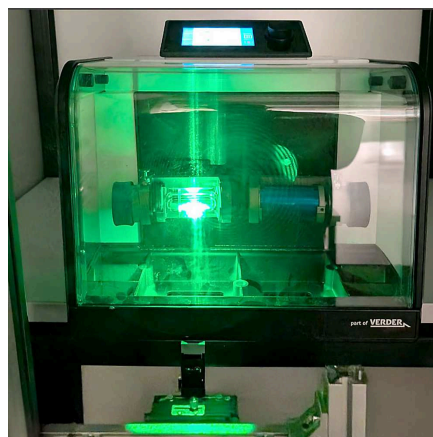
These cationic fibers show strong electrostatic binding to viruses, enabling efficient removal of pathogens from water and process streams—critical for sterile manufacturing and clean water applications. Beyond filtration, the material offers potential in drug delivery, antimicrobial surfaces, and bioprocessing aids. The process achieves outstanding sustainability metrics aligning with green chemistry principles and industry goals. It also allows precise control over charge density for tailored performance.

This innovation demonstrates how mechanochemistry can deliver high-value, eco-friendly solutions for pharmaceutical production—combining safety, efficiency, and sustainability in one breakthrough approach.

## KOGELTRILMOLEN MM 400 IN-SITU RAMAN SPECTROSCOPY

*In-situ Raman* spectroscopy is a powerful analytical technique that allows for the monitoring and analysis of materials in their natural or process environment. This method utilizes Raman scattering, a phenomenon where light interacts with molecular vibrations, leading to shifts in the wavelength of the scattered light. These shifts provide a unique spectral fingerprint for the material being analyzed, offering insights into its chemical composition or molecular structure.

The "*in-situ*" aspect refers to the ability to observe and measure these characteristics directly during an ongoing process. This can include observing changes in the presence of various chemical reactions, also the so called mechanochemistry. Mechanochemistry involves the use of impact, shearing, or friction actions to induce chemical changes in solids. This approach is increasingly popular for its ability to bypass the need for solvents, potentially offering a more environmentally friendly and energy-efficient pathway for chemical synthesis. The Raman spectroscopy can provide invaluable insights into the reaction mechanism, phase transformations, reaction kinetics or for optimization of reaction conditions.



The MM 400 is "Raman-ready", allowing easy removal of the bottom plate inlay. The bottom plate has openings for the Raman probe to consistently measure at the bottom of the jars by placing the Raman probe underneath the mill and thus underneath the jars, where particle interaction is most intense, ensuring accurate data. The Retsch PMMA grinding jars, with their transparency and chemical resistance, enhance spectral data without contamination. The plane outer shapes of the jars further enhance the spectroscopic data. These design adjustments streamline the experimental workflow. Researchers can now perform *in-situ* Raman spectroscopy with greater ease and precision, opening new possibilities for in-depth material analysis.

VOOR VEILIGE EN EFFICIËNTE MAALPROCESSEN

**TOEBEHOREN VOOR DE MM 400**



#### MAALKAMERS IN 7 VERSCHILLENDE MATERIALEN

Het nominale volume van de verschroefbare maalkamers varieert van 1.5 ml tot 50 ml; beschikbare materialen zijn gehard staal, roestvrij staal, agaat, wolframcarbide, zirconiumoxide en PTFE, waarmee een contaminatie-vrije monstervoorbereiding gewaarborgd wordt.

Transparante PMMA maalbekers worden gebruikt voor in-situ RAMAN spectroscopie maar maken ook toepassingen mogelijk met foto-chemische reacties. Bovendien zijn deze bestand tegen talloze chemicaliën. De maalbekers kunnen gebruikt worden met de voorloper van de MM 400, evenals omgekeerd waarbij de oude maalkamers passen op dit nieuwste model kogeltrilmolen.



#### 2 ML TUBES FOR CRYOGENIC GRINDING

Small 2 ml steel tubes are used for cryogenic applications. Up to 20 of these tubes can be clamped into the MM 400 using an adapter. The advantage: they can withstand low temperatures and mechanical stress and do not break like disposable vessels. Ideal for the smallest sample quantities in the cryogenic range.



#### ADAPTERS VOOR WEGWERPCONTAINERS

Adapters voor 0.5 / 1.5 / 2 / 5 ml wegwerpccontainers kunnen in de MM 400 gebruikt worden. Voor grotere monstervolumes, bvb. voor proteïne-extractie, kunnen konische centrifugeerbuisen van 50 ml ofwel wijdmondsflessen van 30 ml gebruikt worden.



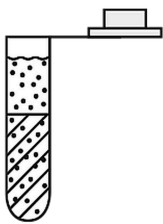
#### ADAPTERS VOOR EEN GROTER AANTAL MONSTERS

De MM 400 kan uitgerust worden met adapters voor gelijktijdige vermaling in vier maalkamers van 5 ml uit roestvrij staal, dus over beide schudarmen gespreid een gelijktijdige vermaling van 8 monsters. Deze verhoogde capaciteit kan met name van voordeel zijn bij mechanochemische toepassingen.

## CUVETTES, FLESSEN EN BUIZEN BESCHIKBAAR VOOR MM 400

### 1.5 of 2 ml

Safe-lock  
wegwerpbuisjes  
2 x 10 buisjes max.



- | Celdisruptie voor DNA/RNA eiwitten/ metabolieten
- | Cryogeen malen van zacht monster (weefsel, planten, cel pellets, insecten)
- | Droog of natte homogenisatie van zachte monsters (weefsel, insecten)

### 5 ml

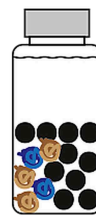
Safe-lock  
wegwerpbuisjes  
2 x 5 buisjes max.



- | Celdisruptie voor DNA/RNA eiwitten/ metabolieten
- | Cryogeen malen van zacht monster (weefsel, planten, cel pellets, insecten)
- | Droog of natte homogenisatie van zachte monsters (weefsel, insecten)

### 30 ml

wegwerp  
wijdmondsflessen  
2 x 4 flessen max.



- | Celdisruptie voor DNA/RNA eiwitten/ metabolieten
- | Droog of natte homogenisatie van zachte monsters (weefsel, insecten)
- | Droog malen van harde monsters (kwartszand)

### 50 ml

wegwerp konische  
centrifugebuisen  
2 x 4 buizen max.



- | Celdisruptie voor DNA/RNA eiwitten/ metabolieten
- | Droog of natte homogenisatie van zachte monsters (weefsel, insecten)
- | Extractie van pesticiden uit voedsel/planten (QuEChERS)
- | Mengen van poeder en wax om tabletten voor XRF te persen



KOGELTRILMOLEN MM 400

## AANBEVOLEN MAALBEKER VULLINGEN

Het maalkamervolume moet aangepast zijn aan de monstergrootte om optimale resultaten te bekomen. Idealiter zijn de maalkogels 3 keer groter dan de grootste te vermalen deeltjes. Het aantal en de aanbevolen afmetingen zijn terug te vinden in onderstaande tabel volgens deze vuistregel. Om bijvoorbeeld 20 ml monster met stukken tot 8 mm te vermalen, gebruikt men best een 50 ml maalkamer en 25 mm maalkogels. Volgens de tabel volstaat 1 maalkogel per maalbeker. bij 20 ml van een monster met deeltjes van 5 mm, neemt men best vier knikker van 15 mm per maalkamer.

| Maalbeker<br>nominaal<br>volume | Monsterhoeveelheid | Max.<br>invoergrootte | Aanbevolen kogelvulling (aantal) |           |            |            |            |            |            |
|---------------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                                 |                    |                       | Ø 5<br>mm                        | Ø 7<br>mm | Ø 10<br>mm | Ø 12<br>mm | Ø 15<br>mm | Ø 20<br>mm | Ø 25<br>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 –<br>14 | 6 – 8      | 3 – 4      | 1          | 1          |

De tabel toont de aanbevolen maalkogel vulling (in aantallen) van kogels van verschillende grootte in verhouding tot het maalpotsvolume, de monsterhoeveelheid en de maximale invoergrootte.

KOGELTRILMOLEN MM 400

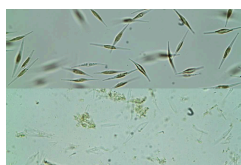
## TYPISCHE MONSTER MATERIALEN

RETSCH kogeltrilmolens zijn echte allrounders. Ze homogeniseren, bijvoorbeeld, legeringen, diervoeder, beenderen, keramiek, granen, chemische producten, kolen, cokes, geneesmiddelen, electro-schroot, glas, haren, mineralen, oliezaden, ertsen, papier, plantenmateriaal, kunststoffen, filterkoek, bodems, stro, tabletten, textiel, weefsels, tabak, afval, hout, wol, enz.



### VEZELIG: HAREN

30 ml monster  
50 ml roestvrij  
stalen maalbeker  
1 x 25 mm roestvrij  
stalen maalkogel  
2 min bij 30 Hz



### CELL DISRUPTIE: MICROALGEN

30 ml  
celsuspensie  
8 x 50 ml  
conische  
centrifuge buizen  
(adapter)  
met 25 ml  
glasparels elk;  
0,5-0,75 mm  
30 s bij 30 Hz



### ELASTISCH- VLOEIBAAR: CAPSULES MET VLOEISTOF

15 ml monster  
50 ml roestvrij  
stalen maalbeker  
1 x 25 mm roestvrij  
stalen maalkogel  
verbrossing in  
LN<sub>2</sub> (vloeibaar  
stikstof)  
gedurende 3 min  
4 x 2 min bij 30 Hz  
met tussentijdse  
koeling



### MEDIUM-HARD/ VEZELIG: BODEMS

20 ml monster  
50 ml roestvrij  
stalen maalbeker  
1 x 25 mm roestvrij  
stalen maalkogel  
1 min bij 30 Hz



[Klik om video te  
bekijken](#)

### PARSLEY



**TAAI-VEZELIG:  
HOUT**

5 ml monster  
10 ml  
zirconiumoxide  
maalbeker  
2 x 12 mm  
zirconiumoxide  
maalkogels  
3 min bij 30 Hz



**ELASTIC-TAAI:  
POLYURETHAAN  
PELLETS**

20 ml monster  
50 ml roestvrij  
stalen maalbeker  
1 x 25 mm roestvrij  
stalen maalkogel  
verbrossing in  
vloeibaar stikstof  
(LN<sub>2</sub>) gedurende 3  
min  
4 x 2 min bij 30 Hz  
met tussentijdse  
koeling



**VEZELIG:  
CANNABIS**

3 g monster  
50 ml roestvrij  
stalen maalbeker  
1 x 25 mm roestvrij  
stalen maalkogel  
verbrossing met  
LN<sub>2</sub> (vloeibaar  
stikstof)  
gedurende 2 min  
90 s bij 30 Hz



**HARD-  
BREEKBAAR:  
BETON**

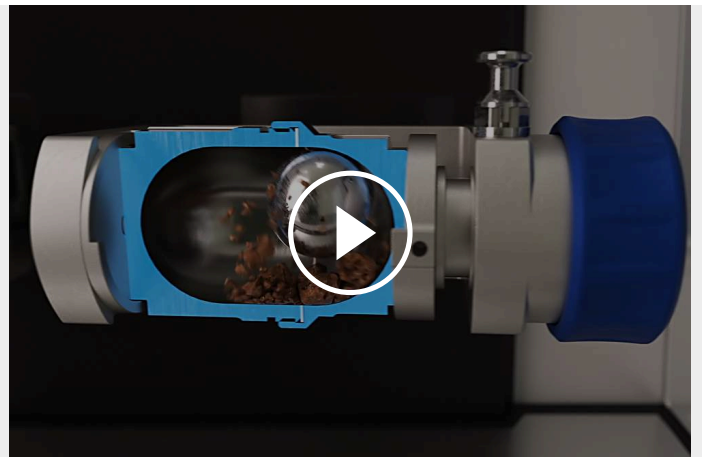
10 ml monster  
25 ml  
zirconiumoxide  
maalbeker  
2 x 15 mm  
zirconiumoxide  
kogels  
2 min bij 30 Hz

KOGELTRILMOLEN MM 400

**PRINCIPE**

De maalbekers van de MM 400 voeren een radiale schudbeweging uit in horizontale positie. Door de inertie van de maalknikkers, ontstaat er een impact met zeer hoge energie op het monstermateriaal ter hoogte van de afgeronde uiteinden van de maalbeker, waardoor verpulvering optreedt. Daarnaast ontstaat er door de gelijktijdige beweging van de maalkogels en de maalbeker een intensief meng-effect.

De meng-graad kan nog versterkt worden door gebruik te maken van meerdere kleinere knikkers. Wanneer meerdere kleine kogels gebruikt worden (bvb. glasparsels) dan kan men ook biologisch materiaal verwerken (celdisruptie). De hoge wrijvingseffecten tussen de knikkertjes vergroten de efficiëntie in het celmateriaal vrij te maken.



[Klik om video te bekijken](#)

## KOGELTRILMOLEN MM 400

# TECHNISCHE GEGEVENS

|                                           |                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Toepassingen</b>                       | size reduction, mixing, homogenization, cell disruption, cryogenic grinding, mechanochemistry                                                                                                 |
| <b>Toepassingsdomein</b>                  | biologie, bouwmaterialen, chemistrie / kunststoffen, engineering / electronica, geneesmiddelen / farmaceutica, geologie / metallurgie, glas / keramiek, landbouw, milieu / recycling, voeding |
| <b>Toevoermateriaal</b>                   | hard, middel-hard, zacht, breekbaar, elastisch, vezelig                                                                                                                                       |
| <b>Maalprincipe</b>                       | impact, wrijving                                                                                                                                                                              |
| <b>Korrelgrootte materiaal*</b>           | <= 8 mm                                                                                                                                                                                       |
| <b>Eindfijnheid*</b>                      | ~ 5 µm                                                                                                                                                                                        |
| <b>Batchgrootte / Toevoerhoeveelheid*</b> | max. 2 x 20 ml                                                                                                                                                                                |
| <b>Aantal maalstations</b>                | 2                                                                                                                                                                                             |
| <b>Vibrational frequency</b>              | 3 - 30 Hz (180 - 1800 min-1)                                                                                                                                                                  |
| <b>Typische gemiddelde maalduur</b>       | 30 s - 2 min                                                                                                                                                                                  |
| <b>Max. grindig time</b>                  | 99 u                                                                                                                                                                                          |
| <b>Droog malen</b>                        | Ja                                                                                                                                                                                            |
| <b>Nat malen</b>                          | Ja                                                                                                                                                                                            |
| <b>Cryogeen malen</b>                     | Ja                                                                                                                                                                                            |
| <b>Celdisruptie met reactiecups</b>       | ja, tot 20 x 2.0 ml                                                                                                                                                                           |
| <b>Autocentrerend klemsysteem</b>         | Ja                                                                                                                                                                                            |
| <b>Maalbekertypes</b>                     | met schroefdeksel                                                                                                                                                                             |
| <b>Materiaal van maalwerktuigen</b>       | gehard staal, roestvrij staal, wolframcarbide, agaat, zirkoniumoxide, PTFE, PMMA                                                                                                              |
| <b>Maalbeker maten</b>                    | 1.5 ml / 5 ml / 10 ml / 25 ml / 35 ml / 50ml                                                                                                                                                  |
| <b>Instelling maalduur</b>                | digitaal, 10 s - 8 h                                                                                                                                                                          |
| <b>Memoriseerbare standaardprocedures</b> | 12                                                                                                                                                                                            |
| <b>Opbergbare cyclusprogramma's</b>       | 6                                                                                                                                                                                             |
| <b>Gegevens electriciteit</b>             | 100-240 V, 50/60 Hz                                                                                                                                                                           |
| <b>Aansluiting electriciteit</b>          | mono fase                                                                                                                                                                                     |
| <b>Beschermingsklasse</b>                 | IP 30                                                                                                                                                                                         |
| <b>Vermogen</b>                           | 165W                                                                                                                                                                                          |
| <b>B x H x D gesloten</b>                 | 385 x 350 x 470 mm                                                                                                                                                                            |

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>Netto gewicht</b> | ~ 27,5 kg |
|----------------------|-----------|

|                    |    |
|--------------------|----|
| <b>Standaarden</b> | CE |
|--------------------|----|

\*afhankelijk van toegevoerd materiaal en configuratie/instellingen van toestel

## REFERENCES

[1] Reaction scheme and performance of the experiments: Prof. Dr. Claudia Weidenthaler, Research Group Leader Heterogeneous Catalysis Powder Diffraction and Surface Spectroscopy, Max-Planck Institut für Kohlenforschung, Mülheim an der Ruhr.

[2] Reaction scheme and performance of the experiments: Dominik Al-Sabbagh, Chemistry Laboratory Technician, Division 6.3 – Structure Analysis, Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), Berlin.

[3] Tatsiana Nikonovich, Yao Yu, Mikko Korkiakoski, Chengji Yang, Iris Seitz, Daniel Langerreiter, Mauri A. Kostiainen, Eduardo Anaya-Plaza, and Sandra Kaabel; Solid-State Synthesis of Cationic Cellulose Fibers from Low-Processed Cotton for Efficient Virus Capture; ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2025 13 (42), DOI: 10.1021/acssuschemeng.5c07884

[4] With permission of Dr Erli Lu, Associate Professor in Mechanochemistry & Sustainable Synthesis School of Chemistry, University of Birmingham

[www.retsch.com/mm400](http://www.retsch.com/mm400)

## BESTELGEGEVENS

### KOGELTRILMOLEN MM 400

**Kogeltrilmolen MM 400 met snelspanklemmen**  
(gelieve maalpotten en -knikkers afzonderlijk te bestellen)

20.715.0001      MM 400      100–240 V, 50/60 Hz



### MAALBEKERS MM 400, MET SCHROEFDEKSEL

#### GEHARD STAAL

01.462.0237      25 ml



#### ROESTVRIJ STAAL

01.462.0230      1.5 ml



01.462.0231      5 ml



01.462.0290      5 ml (for use with adapter 02.706.0351)

01.462.0236      10 ml



01.462.0213      25 ml



01.462.0214      35 ml



01.462.0216      50 ml



#### WOLFRAMCARBIDE

01.462.0235      10 ml



01.462.0217



25 ml

#### AGAAT

01.462.0232



5 ml

01.462.0233



10 ml

#### ZIRCONIUM OXIDE

01.462.0234



10 ml

01.462.0201



25 ml

01.462.0215



35 ml

#### PTFE

01.462.0238



25 ml

01.462.0244



35 ml

22.041.0004



Mixing beakers of polystyrene, 56 ml, 100 pcs.

#### PMMA, TRANSPARENT JARS FOR MECHANOSYNTHESSES

01.462.0539



10 ml, 10 pieces

02.462.0539



10 ml, 2 pieces

#### ACCESSORIES FOR AERATION AND INCREASED PRESSURE

01.462.0548

Jar set incl. aeration jar 28 ml stainless steel, filter 10 µm, sealings and fittings 2 x 1/



8" for hose diameter 3 mm and 0.65 mm wall thickness (2x3 m hose included)

|             |                                                                                                                                       |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22.050.0005 | Conversion kit including 2 connectors for the hoses on grinding arm, bottom plate for leading hoses out of the housing, counterweight |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## TOEBEHOREN VOOR MAALBEKERS MM 400

|             |                                                                                     |                                                                             |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 22.486.0005 |    | Opening aid for grinding jars, 2 pcs.                                       |
| 02.706.0351 |    | Adapter for use of 2/4 grinding jars 5 ml (01.462.0550)                     |
| 22.085.0007 |    | Gasket for grinding jar 1.5 ml, 10 pcs.                                     |
| 22.085.0008 |    | Gasket for grinding jar 5 ml, 10 pcs. (for grinding jar 01.462.0231)        |
| 22.111.0001 |                                                                                     | Gasket for grinding jar 5 ml, 10 pcs. (for grinding jar 01.462.0550)        |
| 22.085.0009 |  | Gasket for grinding jar 10 ml, 10 pcs.                                      |
| 22.085.0006 |  | Gasket for grinding jar 25 ml hardened steel and stainless steel, 10 pcs.   |
| 22.085.0003 |  | Gasket for grinding jar 25 ml zirconium oxide and tungsten carbide, 10 pcs. |
| 22.085.0005 |  | Gasket for grinding jar 35 ml stainless steel, 10 pcs.                      |
| 22.085.0004 |  | Gasket for grinding jar 35 ml zirconium oxide, 10 pcs.                      |
| 22.085.0002 |  | Gasket for grinding jar 50 ml stainless steel, 10 pcs.                      |

## TOEBEHOREN VOOR MENGEN EN CELDISRUPTIE MM 400

|             |                                                                                     |                                                                                          |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22.001.0020 |                                                                                     | Adaptor voor 4 conische centrifugebuizen (bvb. Falcon® buizen), 2 stuks, incl. 20 buizen |
| 05.026.0001 |  | Conische centrifuge buizen, 50 ml, 20 stuks                                              |

22.001.0021



Adaptor voor 4 wijdmondsflessen, 2 stuks, incl. 12 wijdmondsflessen, 30 ml

## TOEBEHOREN VOOR KOUDE VERMALING MM 400

22.354.0001



Cryo kit voor koeling van de maalbekers met vloeibare stikstof (incl. 2 geïsoleerde bakken (1 en 4 liter), 2 grijptangen, 1 veiligheidsbril)

## TOEBEHOREN MM 400

99.200.0043

IQ/OQ Documentatie voor MM 400

## TOEBEHOREN VOOR CEL- EN WEEFSELDISRUPTIE

22.008.0010



Adapter for 5 reaction vials 5.0 ml, made of PTFE

22.008.0014

Adapter for 10 reaction vials 1.5 and 2.0 ml, made of PTFE or stainless steel

22.008.0005



Adapter for 5 reaction vials 1.5 and 2.0 ml, made of PTFE or stainless steel

22.008.0006



Adaptor voor 10 reactiebuisjes 0.2 ml, uit PTFE

22.749.0006

Safe-lock reactie vials 5.0 ml, 200 stk.

22.749.0001



Safe-lock reactiebuisjes 2.0 ml, 1000 st.

22.749.0002



Safe-lock reactiebuisjes 1.5 ml, 1000 st.

22.749.0004



Safe-lock reactiebuisjes 0.2 ml, 1000 st.

22.749.0008



Reaction vials made of stainless steel 316L, 2.0 ml, 10 pcs.  
(for use with adapter 22.008.0014)

## MAALKOGELS

GEHARD STAAL

05.368.0029 5 mm Ø



05.368.0030 7 mm Ø



05.368.0059 10 mm Ø



05.368.0032 12 mm Ø



05.368.0108 15 mm Ø



#### ROESTVRIJ STAAL

22.455.0010 2 mm Ø, 500 g (ong. 110 ml)



22.455.0011 3 mm Ø, 500 g (ong. 120 ml)



22.455.0002 3 mm Ø, 200 stuks (ong. 6 ml)



22.455.0001 4 mm Ø, 200 stuks (ong. 14 ml)



22.455.0003 5 mm Ø, 200 stuks (ong. 25 ml)



05.368.0034 5 mm Ø



05.368.0035 7 mm Ø



05.368.0063 10 mm Ø



05.368.0037 12 mm Ø



05.368.0109 15 mm Ø



05.368.0062



20 mm Ø

05.368.0105



25 mm Ø

#### WOLFRAMCARBIDE

22.455.0006



3 mm Ø, 200 stuks (ong. 6 ml)

22.455.0005



4 mm Ø, 200 stuks (ong. 14 ml)

22.455.0004



5 mm Ø, 200 stuks (ong. 25 ml)

05.368.0038



5 mm Ø

05.368.0039



7 mm Ø

05.368.0071



10 mm Ø

05.368.0041



12 mm Ø

05.368.0110



15 mm Ø

#### AGAAT

05.368.0024



5 mm Ø

05.368.0025



7 mm Ø

05.368.0067



10 mm Ø

05.368.0027



12 mm Ø

## ZIRCONIUM OXIDE

|             |                                                                                     |                                |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 05.368.0089 |    | 2 mm Ø, 0.5 kg (ong. 135 ml)   |
| 05.368.0090 |    | 3 mm Ø, 0.5 kg (ong. 140 ml)   |
| 22.455.0007 |    | 3 mm Ø, 200 stuks (ong. 6 ml)  |
| 22.455.0009 |    | 5 mm Ø, 200 stuks (ong. 25 ml) |
| 05.368.0146 |                                                                                     | 7 mm Ø                         |
| 05.368.0094 |    | 10 mm Ø                        |
| 05.368.0096 |    | 12 mm Ø                        |
| 05.368.0113 |  | 15 mm Ø                        |
| 05.368.0093 |  | 20 mm Ø                        |
| 05.368.0106 |  | 25 mm Ø                        |

## PTFE MET STALEN KERN

|             |                                                                                     |         |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 05.368.0045 |  | 10 mm Ø |
| 05.368.0046 |  | 12 mm Ø |
| 05.368.0114 |  | 15 mm Ø |
| 05.368.0047 |  | 20 mm Ø |

## POLYAMIDE VOOR MENGBEKERS

05.368.0042 5 mm Ø



05.368.0043 7 mm Ø



05.368.0044 9 mm Ø



05.368.0003 12 mm Ø



#### GLASPARELS

22.222.0001 0.10 – 0.25 mm Ø, 500 g (ong. 320 ml)



22.222.0002 0.25 – 0.50 mm Ø, 500 g (ong. 320 ml)



22.222.0003 0.50 – 0.75 mm Ø, 500 g (ong. 320 ml)



22.222.0004 0.75 – 1.00 mm Ø, 500 g (ong. 320 ml)



22.222.0005 1.00 – 1.50 mm Ø, 500 g (ong. 320 ml)

