



MESSSYSTEM GRINDCONTROL

SEHEN, WAS ANDEREN VERBORGEN BLEIBT.

Moderne Laboranwendungen verlangen maximale Kontrolle, höchste Reproduzierbarkeit und vollständige Prozesstransparenz. Mit der neuesten Generation von GrindControl steht eine Lösung zur Verfügung, die diesen Anforderungen konsequent gerecht wird – leistungsstark, intelligent und intuitiv bedienbar.

GrindControl wird in Kugelmöhlprozessen eingesetzt und erfasst kontinuierlich Druck und Temperatur im Mahlbecher. Das System besteht aus einer Hardware-Messeinheit und einer Analysesoftware, wodurch die zentralen Zustandsgrößen Druck und Temperatur in Echtzeit visualisiert und ausgewertet werden können.

Dadurch wird die Probenvorbereitung effizienter, temperaturempfindliche Materialien werden geschützt und stabile Bedingungen auch bei anspruchsvollen Anwendungen gewährleistet – z.B. bei mechanochemischen Synthesen. GrindControl schafft Transparenz im Kugelmöhlprozess und bildet die Grundlage für zuverlässige und reproduzierbare Ergebnisse.



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

GRINDCONTROL AUF EINEN BLICK

- | Präzise Temperaturüberwachung: von -20 °C bis +100 °C mit 0,1 °C Auflösung.
- | Präzise Messung des Behälterinnendrucks: von 0 bis 5 bar mit 1 mbar Auflösung
- | Einfaches Einleiten oder Ablassen von Gasen über Gewindebohrungen im Deckel.
- | Intuitiv verständliche Software zur Überwachung, Aufzeichnung und Analyse aller Daten in Echtzeit.



VORTEILE DER TECHNOLOGIE

- | Eigenständige Out-of-the-box-Lösung – keine Modifikationen an der Mühle erforderlich.
- | Modulares Deckeldesign für schnellen Wechsel zwischen verschiedenen Behältermaterialien und -größen.
- | GrindControl Center: Mit der neuen Software überwachen Sie bis zu vier GrindControlEinheiten gleichzeitig.
- | Zuverlässige drahtlose Übertragung bis 5 Meter und Akkulaufzeit bis zu 80 Stunden.
- | Schnelle und einfache Bedienung und Reinigung: Werkzeuge sind im Lieferumfang enthalten

GRINDCONTROL

VORTEILE DER TEMPERATUR- UND DRUCKMESSUNG

Die Überwachung von Temperatur und Druck bietet Vorteile bei der Auslegung von Kugelmöhlenprozessen für die Zerkleinerung, Probenvorbereitung oder Forschung.

Ihre Vorteile:

Qualität: Druck und Temperaturüberwachung für verlässliche und reproduzierbare Ergebnisse.

Effizienz: Die Echtzeitüberwachung ermöglicht Ihnen eine präzise Steuerung der Prozessbedingungen. Prozessparameter wie Kühlung, Frequenz, Dauer und Länge von Mahlpausen können bei Bedarf angepasst werden.

Sicherheit: Erkennen Sie rechtzeitig kritische Veränderungen in Druck und Temperatur und Vermeiden Sie Prozessfehler und Verletzungsrisiken.

Forschung & Entwicklung: Gewinnen Sie vertiefte Einblicke in mechanochemische Reaktionen und analysieren Sie den Zusammenhang zwischen den Ergebnissen und den relevanten Zustandsgrößen

Das GrindControl-System ist für die Planetenkugelmøhlen, die Schwingmøhlen MM 500 nano/control und Emax erhältlich. Es umfasst Hardware zur Druck- und Temperaturmessung sowie Analysesoftware.

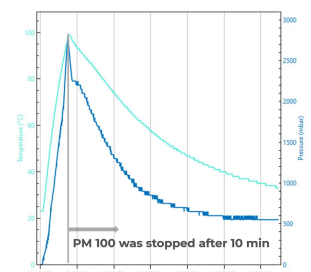
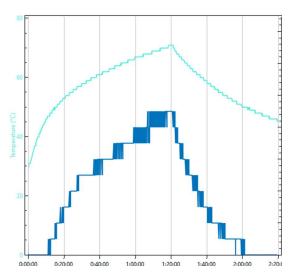


ANALYSE DER DRUCK- UND TEMPERATURVERLÄUFE BEI ZERKLEINERUNGSPROZESSEN

GrindControl unterstützt ein breites Anwendungsspektrum und ermöglicht durch präzise Temperaturüberwachung einen sicheren, kontrollierten und reproduzierbaren Prozess in der Kugelmøhle.

BEISPIEL 1: MAXIMALE SICHERHEIT BEI NASSVERMAHLUNGEN

Bei Zerkleinerungsprozessen können sich Temperatur- und Druckverläufe je nach Füllgrad des Mahlbeckers, Bechermaterial und Prozessparametern unterschiedlich entwickeln. Während Temperatur und Druck bei der Nassvermahlung von Korund in einem 250 ml Mahlbecher in der Planetenkugelmøhle langsam ansteigen (linkes Diagramm), zeigt sich bei gleicher Drehzahl im 500 ml Mahlbecher mit Stahlkugeln größeren Durchmessers ein deutlich stärkerer Anstieg (rechtes Diagramm). Durch die



kontinuierliche Überwachung dieser Zustandsgrößen mit GrindControl lässt sich der Prozess gezielt kontrollieren und die Sicherheit erhöhen. Mahlbecher mit hohen Temperaturen dürfen nur mit Schutzhandschuhen angefasst werden. Unter Druck stehende Mahlbecher dürfen ausschließlich vorsichtig geöffnet werden.

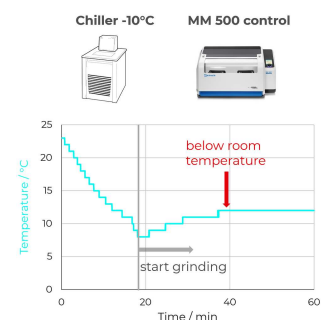
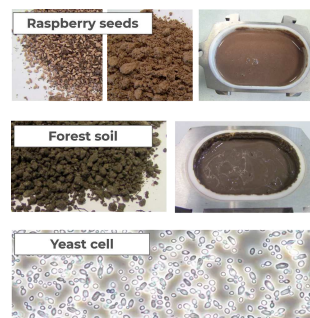
Darüber hinaus ermöglicht GrindControl die optimale Wahl von Mahl- und Pausenzeiten, insbesondere bei Langzeitvermahlungen

BEISPIEL 2: SCHONENDE ZERKLEINERUNG TEMPERATUREMPFINDLICHER PROBEN DURCH KONTROLLIERTE KÜHLUNG

Bei der Zerkleinerung temperaturempfindlicher Materialien spielt die Temperaturkontrolle eine entscheidende Rolle. Oft wird bei diesen Proben auch eine gezielte Kühlung oder Mahlpausen eingesetzt, um sensible Substanzen vor thermischer Schädigung zu schützen. Dies ist besonders vorteilhaft bei der Zerkleinerung von Lebensmitteln, organischen Proben oder beim Zellaufschluss. Der Verlust oder die Denaturierung temperaturempfindlicher Bestandteile wird verhindert.

In diesem Beispiel wird das System mit der MM 500 control betrieben, die an einen externen Chiller angeschlossen ist. Mit dem GrindControl werden die Zustandsgrößen im Mahlraum überwacht. Wie beispielhaft dargestellt, wird der Mahlraum auf unter 10 °C vorgekühlt und bleibt auch während des gesamten Prozesses unterhalb der Raumtemperatur.

Die kontinuierliche Temperaturüberwachung mit GrindControl ermöglicht eine gezielte Prozesskontrolle und sorgt für reproduzierbare Ergebnisse bei gleichzeitigem Schutz empfindlicher Materialien.

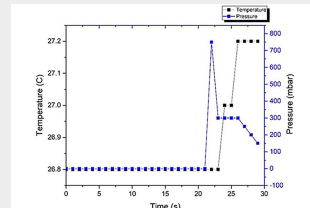


ANALYSE VON EINFLUSSFAKTOREN BEI MECHANOCHEMISCHEN REAKTIONEN

GrindControl bietet bei der Entwicklung von Materialsynthesen wie mechanischem Legieren und anderen mechanochemischen Reaktionen einen deutlichen Mehrwert.

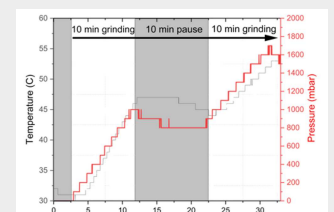
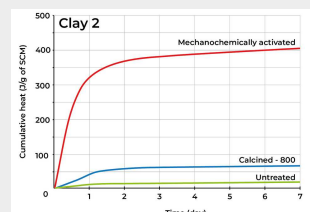
BEISPIEL 1: ÜBERWACHUNG EINER SELBST-FORTSCHREITENDEN MECHANOCHEMISCHEN SYNTHESEREAKTION (MSR)

Eine mechanochemische Synthese wurde in der Schwingmühle MM 500 nano mit einem 125 ml Mahlbecher aus rostfreiem Stahl und GrindControl durchgeführt. Die Edukte wurden bei einer Frequenz von 20 Hz unter natürlicher Luftatmosphäre mit 32 Mahlkugeln mit einem Durchmesser von 10 mm im Mahlbecher gemahlen. Nach etwa 20 Sekunden trat ein Zündungsvorgang auf, der zu einer Temperaturerhöhung und einem Druckanstieg auf ca. 730 mbar führte. GrindControl zeigt diese Zustandsänderung präzise und in Echtzeit auf – ein entscheidender Hinweis für die Erforschung dieser mechanochemischen Reaktion (MSR). [8]



BEISPIEL 2: MECHANOCHEMISCHE AKTIVIERUNG VON TONEN FÜR „GREEN CEMENT“

In der Forschung zu nachhaltigem Zement unterstützt das GrindControl die Analyse der mechanochemischen Aktivierung von Tonmineralen. Dabei wird die puzzolanische Reaktivität im Vergleich zu unbehandelten oder kalzinierten Proben deutlich erhöht (siehe linke Abbildung). Die aktivierten Tone dienen als Supplementary Cementitious Materials (SCMs) und ermöglichen durch den teilweisen Ersatz von Klinker eine Reduktion der CO₂-Emissionen.



Die Verarbeitung erfolgt in der Planetenkugelmühle PM 100 bei 500 rpm in einem 500-ml-Mahlbecher

mit zwölf 20-mm-Edelstahlkugeln (Kugel-zu-Pulver-Verhältnis 25:1). Durch die Verknüpfung der Druck- und Temperaturdaten mit der Reaktivität wird der Aktivierungsprozess gezielt überwacht und gesteuert. [9]

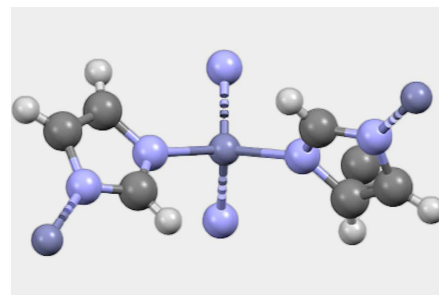
GRINDCONTROL ANWENDUNGSGEBIETE



Bei der Verarbeitung temperaturempfindlicher Materialien muss die Temperatur präzise überwacht werden. Mit dem GrindControl kann das Einhalten der Grenzwerte sicher gestellt werden.



Bei Nassvermahlungen führen lange Mahlzeiten und hohe Energieeinträge zu deutlicher Erwärmung und Druckanstieg. Das GrindControl sorgt für mehr Sicherheit im Handling und optimierte Mahlpausen.



In der Mechanochemie sind spezifische Temperatur- und Druckbedingungen entscheidend. Mit dem GrindControl lassen sich diese Parameter gezielt einstellen und den jeweiligen Reaktionsergebnissen zuordnen.

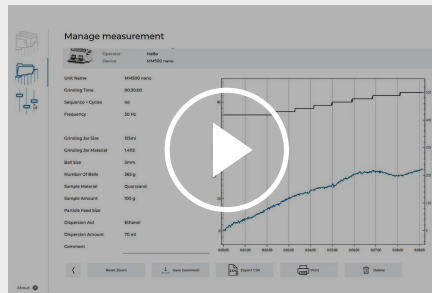
GRINDCONTROL

GRINDCONTROL IN DER PRAXIS

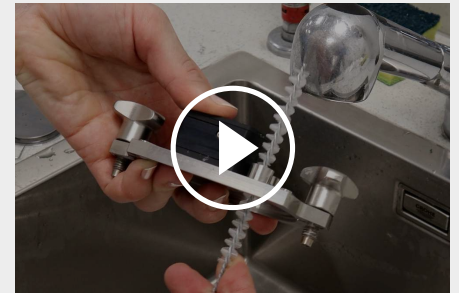
Die folgenden Videos geben einen kompakten Überblick über die verfügbaren Versionen, den Systemaufbau sowie die fachgerechte Reinigung.



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



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



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

HARDWARE

Dieses Video stellt die verschiedenen verfügbaren GrindControl-Versionen vor und erläutert die jeweiligen Hardware-Komponenten. Zudem erhalten Sie einen Überblick über die Kompatibilität mit unterschiedlichen Mühlentypen und Materialien.

SOFTWARE

Dieses Video zeigt die Verwendung und den Aufbau der Software. Zudem wird die Erfassung und Darstellung der Messwerte anschaulich erklärt.

REINIGUNG

Dieses Video demonstriert die fachgerechte Reinigung des GrindControl-Systems nach dem Einsatz. Es werden wichtige Hinweise zur sicheren Handhabung und zur Werterhaltung der Komponenten gegeben, um eine langfristige und zuverlässige Nutzung zu gewährleisten.

FUNKTIONSPRINZIP

Druck und Temperatur werden in Echtzeit per Bluetooth von der Elektronik des GrindControls an einen PC übertragen. Die Software erfasst dabei fünf Messwerte pro Sekunde und erstellt ein detailliertes Messprotokoll des Druck- und Temperaturverlaufs.

Die Sensoren sind im Deckel des Mahlbechers integriert und erfassen die physikalischen Zustände so, dass die Bedingungen im Inneren des Bechers bestmöglich wiedergegeben werden.

Sinterfilter schützen die Sensoren zuverlässig vor dem Kontakt mit Feststoffpartikeln aus dem Mahlgut. Gleichzeitig verhindern sie, dass bei Nutzung der Begasungsöffnungen Material aus dem Mahlbecher austritt.

Die Software ist kostenfrei erhältlich und wird ab Windows 11 unterstützt.



GRINDCONTROL

TECHNISCHE DATEN

Anwendungsbereiche	Druck- und Temperaturmessung für Planetenkugelmøhlen, Emax und Schwingmøhlen MM 500 nano/control
Anwendungsbereich	Agrarwissenschaften, Baustoffe, Biologie, Chemie / Kunststoffe, Geologie / Metallurgie, Glas / Keramik, Lebensmittel, Maschinenbau / Elektrotechnik, Materialsynthese, Medizin / Pharma, Umwelt / Recycling
Messbereiche	Gasdruck: 0 - 500 kPa (5 bar) Temperatur: -20°C - +100 °C
Trockenvermahlung	Ja
Nassvermahlung	Ja
Kryogenvermahlung	Ja, min. -20 °C
Mahlbechertyp	Screw-Lock (MM) und EasyFit Mahlbecher (PM)
Material der Mahlwerkzeuge	gehärteter Stahl, Zirkonoxid
Mahlbechergrößen	125 ml (MM); 50 - 500 ml (PM)
Sendefrequenz	5 /s
Schnittstellen	
Elektrische Anschlusswerte	Batterie (bis zu 80 Stunden Betriebsdauer)
Zubehör	Öffnungshilfe, Reinigungswerkzeuge, O-Ring, Software-Download, Sinterfilter, (Deckel-Einsatz nicht enthalten)
Gewicht, netto	Deckel mit Sensoreinheit 360 g (MM) 1780 g / 1140 g (PM)
Normen / Standards	CE
Technische Voraussetzungen	PC mit Windows 11 und Bluetooth 5.0 oder höher
Software	Live-Überwachung der Messdaten, vollständiges Messprotokoll, speicherbare Vorlagen, Liste der durchgeführten Messungen, Datenexport in .pdf und .csv

MM = Schwingmøhle; PM = Planeten-Kugelmøhle | Das GrindControl für die Planeten-Kugelmøhlen ist nur mit den EasyFit Mahlbechern kompatibel. Mahlbecher im "comfort" Design weisen andere Dimensionen auf und sind nicht kompatibel.

REFERENZEN

[8] Reaktionsschema und Durchführung der Experimente: Dr. Matej Balaz, Institute of Geotechnics, Slovak Academy of Sciences (SAS).

[9]: Department of Architecture & Civil Engineering, Centre for Climate Adaptation & Environment Research, University of Bath

www.retsched.com/grindcontrol

BESTELLDATEN

DRUCK- UND TEMPERATUR-MESSSYSTEM GRINDCONTROL FÜR SCHWINGMÜHLEN

inkl. Mess- und Sendeeinheit, Koffer, Öffnungshilfe und Zubehör zur Reinigung für MM 500 control/nano/Emax (bitte Deckeleinsatz und Mahlbecher separat bestellen)

22.782.0032	GrindControl für MM 500 control/nano/Emax-Mahlbecher 125 ml
03.474.0242	GrindControl Deckeleinsatz für MM 500 control/nano und Emax Mahlbecher 125 ml, rostfreier Stahl
03.474.0245	GrindControl Deckeleinsatz für MM 500 control/nano und Emax Mahlbecher 125 ml, Zirkonoxid

ZUBEHÖR FÜR MM 500 CONTROL/NANO/EMAX GRINDCONTROL

05.114.0122	 O-Ring für 125 ml Mahlbecher (MM 500 control/nano und Emax)
22.186.0007	Sinterfilter mit O-Ring, Set a 10 Stück
22.864.0001	 Ventilset M8x1 für GrindControl und Ventilationsdeckel

DRUCK- UND TEMPERATUR-MESSSYSTEM GRINDCONTROL FÜR PLANETEN-KUGELMÜHLEN

inkl. Mess- und Sendeeinheit, Deckeleinsatz, Software, Koffer, Öffnungshilfe und Zubehör zur Reinigung für PM (Mahlbecher bitte separat bestellen)

22.782.0033	 GrindControl für PM Mahlbecher EasyFit 50 - 125 ml
22.782.0034	 GrindControl für PM Mahlbecher EasyFit 250 - 500 ml

GRINDCONTROL DECKELEINSÄTZE

03.474.0243	GrindControl Deckeleinsatz für 50, 80 oder 125 ml, rostfreier Stahl
03.474.0246	GrindControl Deckeleinsatz für 50, 80 oder 125 ml, Zirkonoxid

03.474.0244 GrindControl Deckeleinsatz für 250 oder 500 ml, rostfreier Stahl

03.474.0247 GrindControl Deckeleinsatz für 250 oder 500 ml, Zirkonoxid

ZUBEHÖR FÜR PM GRINDCONTROL MIT MAHLBECHER EASYFIT

05.114.0056 O-Ring für 50 ml, 80 ml oder 125 ml



05.114.0054 O-Ring für 250 ml - 500 ml PM Mahlbecher EasyFit



03.111.0438 Flachdichtung für 50 ml, 80 ml oder 125 ml

03.111.0439 Flachdichtung für 250 ml - 500 ml

22.186.0007 Sinterfilter mit O-Ring, Set a 10 Stück

22.864.0001 Ventilset M8x1 für GrindControl und Ventilationsdeckel

