

Synthesereaktoren für Forschung und Entwicklung

Mikrowellensynthese-Reaktoren



Keine Grenzen für Ihre Synthesen

Wärme ist bei der chemischen Synthese von entscheidender Bedeutung, da sie chemische Reaktionen fördert. Manchmal funktionieren Synthesen nicht ohne Wärmezufuhr, oder sie benötigen bei Raumtemperatur Tage oder sogar Wochen, während es bei erhöhten Temperaturen nur Stunden oder Minuten sind.

Im Vergleich zur konventionellen Synthese unter Rückflussbedingungen ermöglicht die mikrowellenunterstützte Synthese in modernen Mikrowellenreaktoren eine Steigerung der Ausbeute bei gleichzeitiger Verkürzung der Reaktionszeiten auf nur wenige Minuten. Darüber hinaus sind die einfache Handhabung und die Sicherheitsmerkmale moderner Mikrowellenreaktoren weitere Gründe, warum immer mehr Chemikerinnen und Chemiker diese in ihren täglichen Laborabläufen nutzen.

Profitieren Sie von der jahrzehntelangen Erfahrung von Anton Paar in der Mikrowellenchemie. Wir bieten nicht nur leistungsstarke Mikrowellensynthesereaktoren, sondern unterstützen Sie auch mit unserem umfassenden Anwendungswissen.

ERFAHREN SIE MEHR



[www.anton-paar.com/
apb-microwave-synthesis](http://www.anton-paar.com/apb-microwave-synthesis)



Monowave-Serie: Die Spitzenreiter im Labor

Leistungsstarke Monomode-Mikrowellenreaktoren von Anton Paar für die Mikrowellensynthese im kleinen bis mittleren Maßstab sorgen für höhere Produktivität und Produktreinheit bei allen Anwendungen in Forschung und Entwicklung.

Eine schnelle, gleichmäßige Erwärmung ist garantiert:

- 850 W ungepulste Mikrowellenleistung, die automatisch an die Probe angepasst wird
- Leistungsstarkes Rühren mit bis zu 1.200 U/min

Präzise interne Temperaturmessung:

- Gleichzeitige Messung der Innentemperatur mit dem faseroptischen Rubinthermometer (optionales Zubehör) für genaueste Kontrolle stark exothermer Reaktionen
- Verbesserte Rückverfolgbarkeit und Reproduzierbarkeit
- Unverzichtbar für Übertragung und Scale-up von Reaktionsprotokollen

Das Ergebnis: Signifikante Steigerung von Ausbeute und Reinheit in allen Bereichen.

Die Mikrowellenreaktoren Monowave 400, Monowave 450 und Monowave 400 R sind vollständig 21 CFR Teil 11-konform. Und mit dem Monowave 400 R und seiner integrierten faseroptischen Raman-Sonde können Sie eine perfekte In-situ-Reaktionsüberwachung von Mikrowellenreaktionen durchführen.



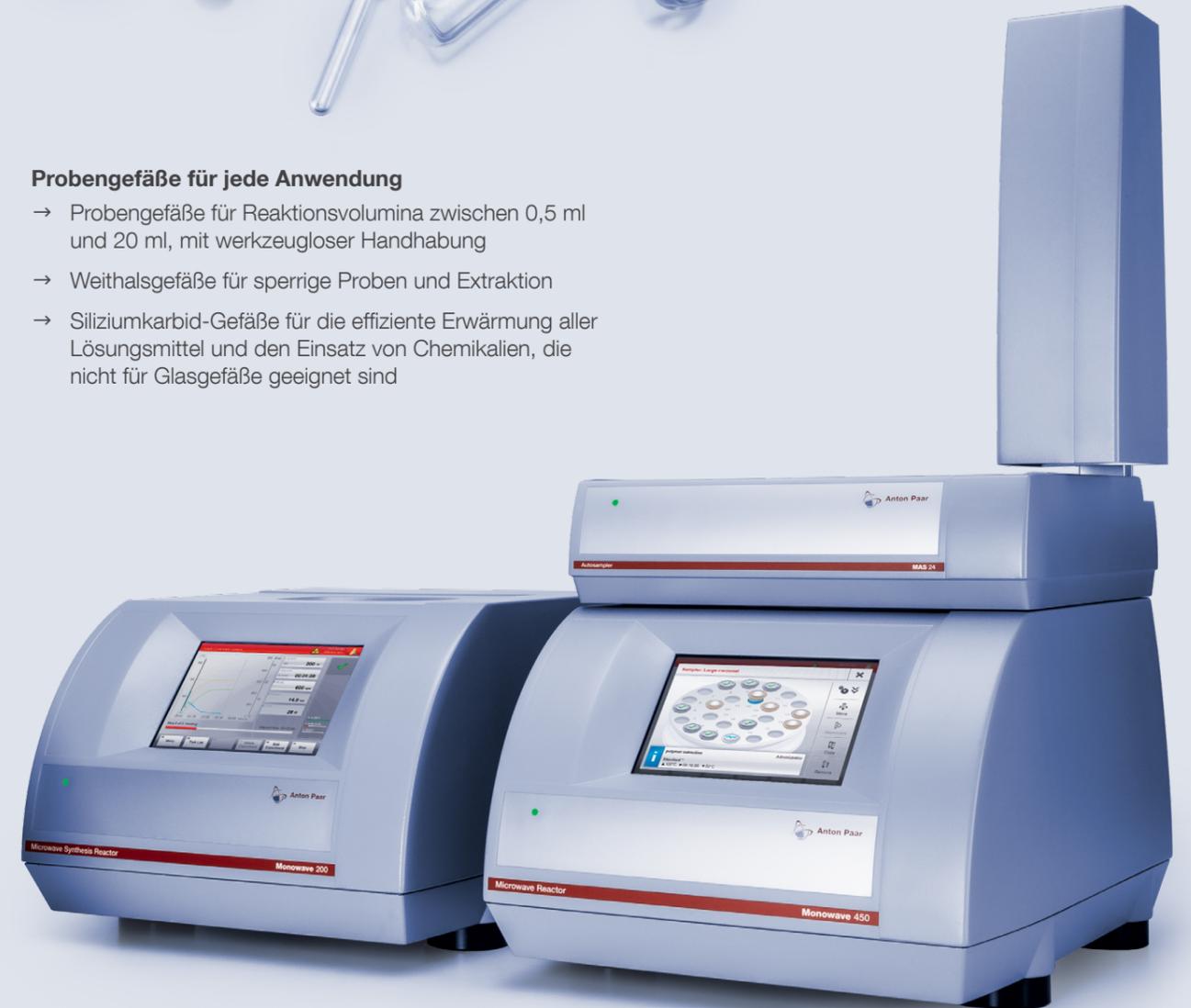
Monowave 400: Setzt den Standard für anspruchsvolle chemische Reaktionen

- Hochgeschwindigkeits-Mikrowellenchemie in geschlossenen Gefäßen bei Temperaturen von bis zu 300 °C, Drücken von bis zu 30 bar und Reaktionszeiten von bis zu 100 h
- Optimieren Sie Ihren Arbeitsablauf durch Echtzeitbeobachtung mit einer eingebauten Digitalkamera und VNC-Fernsteuerung



Probengefäße für jede Anwendung

- Probengefäße für Reaktionsvolumina zwischen 0,5 ml und 20 ml, mit werkzeugloser Handhabung
- Weithalsgefäße für sperrige Proben und Extraktion
- Siliziumkarbid-Gefäße für die effiziente Erwärmung aller Lösungsmittel und den Einsatz von Chemikalien, die nicht für Glasgefäße geeignet sind



Monowave 200: Ein starkes Fundament

- Vollständig aufrüstbares Einstiegsgerät – Erweiterung der Spezifikationen, zusätzliche Funktionen, Werkzeuge und Zubehör über ein Software-Upgrade verfügbar
- Hochgeschwindigkeits-Mikrowellenchemie in geschlossenen Gefäßen bei Temperaturen von bis zu 260 °C und Drücken von bis zu 20 bar

Monowave 450: Automatisierung – für erhöhte Produktivität

- Der Autosampler MAS 24 stellt bis zu 24 Probengefäße unterschiedlicher Größen in die Warteschlange und verarbeitet sie automatisch
- Geringer Platzbedarf – es wird kein zusätzlicher Laborplatz benötigt, da der Autosampler MAS 24 direkt auf dem Gerät positioniert wird

Monowave 400 R: In-situ-Reaktions- überwachung

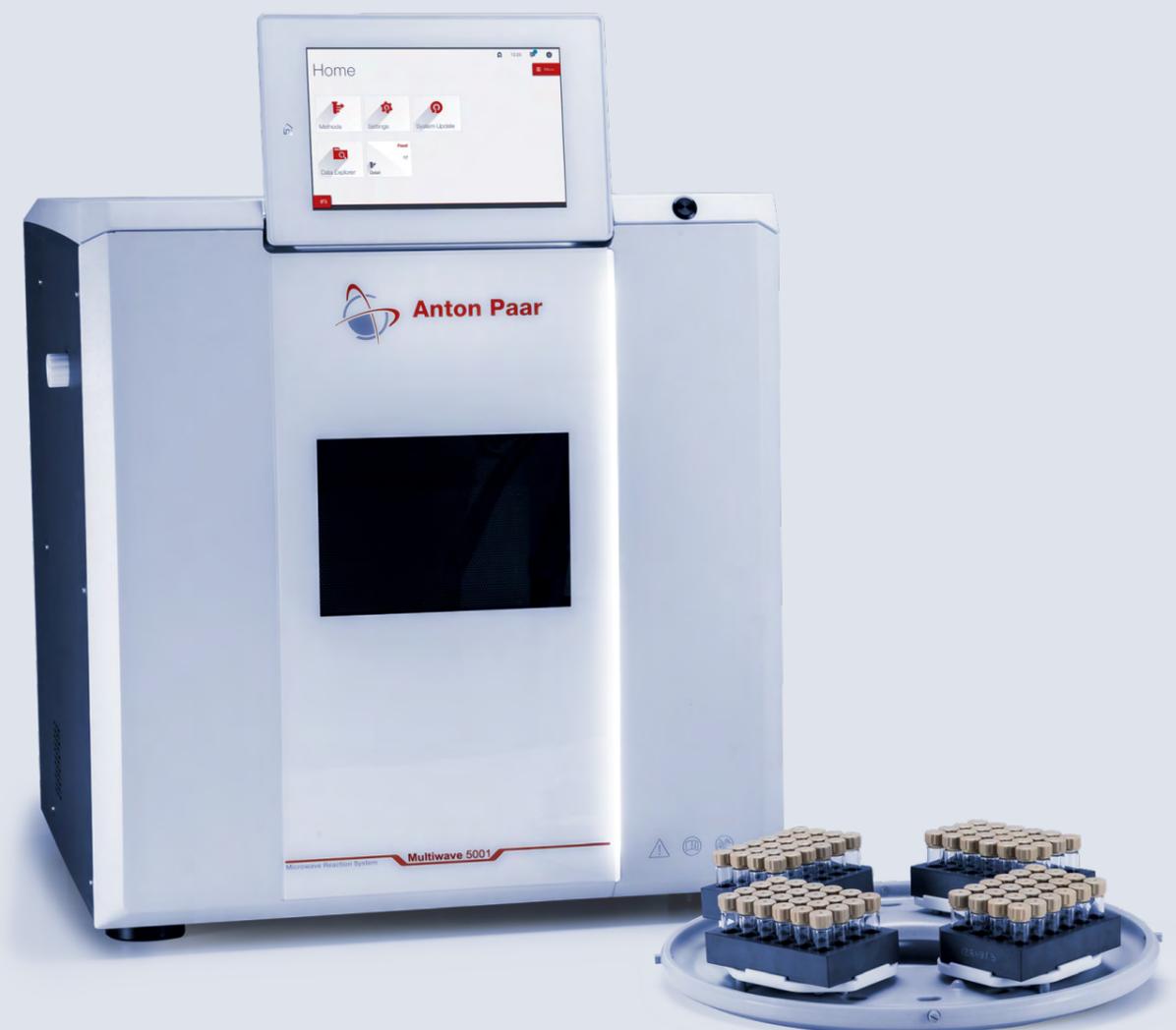
Kombinieren Sie den Mikrowellenreaktor Monowave 400 R mit dem Raman-Spektrometer Cora 5001, das Molekülspektroskopie zur Charakterisierung von mikrowellenunterstützten Reaktionen durchführt.

Kombinieren Sie präzise Temperaturprofile mit Echtzeitinformationen über die chemische Zusammensetzung einer Reaktionsmischung und Sie erhalten ein besseres Verständnis über Reaktionsmechanismen und Kinetik. Auf diese Weise können Sie die Reaktionsbedingungen auf der Grundlage tieferer Erkenntnisse optimieren, z. B. über den Einfluss von Parametern, die Rolle verschiedener Reagenzien oder die Ermittlung des idealen Endpunkts einer Reaktion. Der kombinierte Aufbau erfüllt die zugänglichen Expositionsgrenzen (AEL) der Laserklasse 1.



Multiwave 5001: Mikrowellen- reaktionsplattform

Ein System, grenzenlose Möglichkeiten. Liefert für jede Aufgabe die passende Konfiguration – von der Hochleistungsschmelze in Materialsynthese und Nanotechnologie, dem Hochdurchsatz-Screening und der Erstellung von Substanzbibliotheken bis hin zum parallelen Scale-up und der Lösungsmittel-extraktion. Die Multiwave 5001-Mikrowellenreaktionsplattform bietet unübertroffene Betriebsparameter von bis zu 300 °C und 60 bar und ermöglicht bis zu 96 chemische Reaktionen gleichzeitig.



Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung in der Mikrowellensynthese

1 Schnelle Ein-Schritt-Synthese von Batteriematerialien (Monowave 400)

Mit einer schnellen, einstufigen hydrothermalen Methode konnte hochreines LiFePO_4 (LFP) in nur 10 Minuten bei 200 °C hergestellt werden, wodurch eine zusätzliche thermische Behandlung überflüssig wurde. Dieser effiziente Prozess erzeugt LFP mit hervorragender struktureller Integrität und sichert die elektrochemische Leistung, was es zu einem geeigneten Kathodenmaterial für Lithium-Ionen-Batterien macht, während sowohl Zeit als auch Energie gespart wird.

→ *High-purity LiFePO_4 prepared by a rapid one-step microwave-assisted hydrothermal synthesis*, C. A. G. Bezerra et al., *J. Mater. Sci.* **2021**, 56, 10018–10029.

2 In-situ-Raman-Überwachung von chemischen Reaktionen (Monowave 400 R, Cora 5001)

Eine Reihe von mehrfach funktionalisierten 4H-Chromenen wurde durch eine mikrowellenunterstützte, katalysatorfreie Reaktion synthetisiert. Echtzeitüberwachung durch Raman-Spektroskopie ermöglichte eine effiziente Optimierung der Parameter und zeigte die Fähigkeit des Systems, mit nachhaltigen Lösungsmitteln umzugehen, wobei sich Ethanol für diese komplexe Synthese als am effektivsten erwies.

→ *Monitoring of catalyst-free microwave-assisted MCR-type synthesis of 2-amino-3-cyano-4H-chromene derivatives using Raman spectrometry*, O. Hebert et al., *Synthesis* **2022**, 53, 5215-5225.

3 Synthese funktioneller Polymere (Monowave 400)

Forschende synthetisierten einen mit Iridium beladenen Polymer-Photokatalysator (P10), der Wasserspaltung ermöglicht und über 60 Stunden hinweg Wasserstoff und Sauerstoff in stöchiometrischen Mengen produziert. Diese Studie zeigt das Potenzial konjugierter Polymere als Einkomponenten-Photokatalysatorsysteme für die nachhaltige Wasserstoffproduktion.

→ *Photocatalytic overall water splitting under visible light enabled by a particulate conjugated polymer loaded with palladium and iridium*, Y. Bai et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* **2022**, 61, e202201299.

4 Präzise Synthese von magnetischen Nanokristallen (Monowave 400)

Forschende synthetisierten HfO_2 -Nanopartikel durch eine mikrowellenunterstützte hydrothermale Methode und bildeten damit die Grundlage für einen innovativen $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{HfO}_2$ -Nanoreaktor. Dieses fortschrittliche Komposit kombiniert die chemodynamische Therapie mit der Strahlentherapie und bietet einen synergistischen Ansatz, der die Wirksamkeit der Tumorbehandlung verbessert und den Weg für zukünftige Krebstherapien ebnet.

→ *Camouflaged Nanoreactors Mediated Radiotherapy-Adjuvant Chemodynamic Synergistic Therapy*, M. Lu et al. *ACS Nano* **2023**, 17, 24170-24186.

5 Hochdurchsatzsynthese von MOFs (Multiwave 5001, 2 x 24MG5)

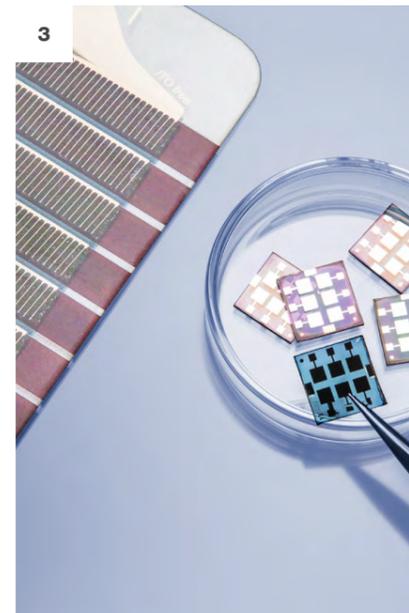
Mit Hilfe einer mikrowellenunterstützten Methode wurden mehrere Ce(IV)-MOF-Proben (Metallorganisches Gerüst) gleichzeitig in nur 30 Minuten synthetisiert. Dieser effiziente Prozess mit hohem Durchsatz ermöglichte die schnelle Herstellung verschiedener MOFs mit unterschiedlichen Topologien durch die Einbindung chiraler und achiraler C4-Säuren als Linker. Damit wurde die Fähigkeit demonstriert, in einem einzigen Durchlauf unter milden, wasserbasierten Bedingungen eine große Vielfalt an Materialien zu erzeugen.

→ *The first water-based synthesis of Ce(IV)-MOFs with saturated chiral and achiral C4-dicarboxylate linkers*, J. Jacobsen, et al. *Dalton Trans.* **2019**, 48, 8433–8441.

6 Hydrothermale Modifikation von Graphen (Multiwave 5001)

Eine mikrowellenhydrothermale Methode wurde optimiert, um reduziertes Graphenoxid (M-rGO) mit einer vernetzten dreidimensional porösen Struktur herzustellen. Dieser schnelle Prozess ohne Reduktionsmittel führte zu M-rGO mit außergewöhnlichen Energiespeichereigenschaften, einschließlich hoher Kapazität und Energiedichte – ideal für die skalierbare Produktion fortschrittlicher Superkondensatoren.

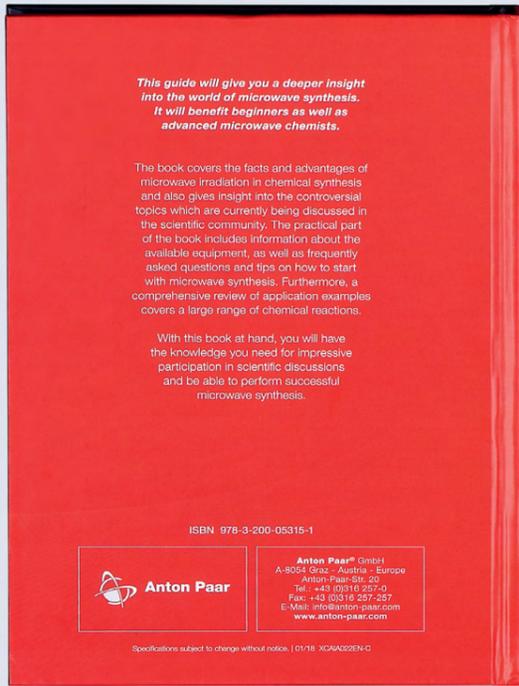
→ *Effective microwave-hydrothermal reduction of graphene oxide for efficient energy storage*, A. R. Thiruppathi, et al., *J. Energy Storage* **2022**, 48, 103962.



Noch auf der Suche nach Ihrer perfekten Anwendung?



Bestellen Sie Ihr kostenloses Exemplar



Entdecken Sie die Welt der Mikrowellensynthese: www.anton-paar.com/synthesis

Finden Sie die richtigen Reaktionsbedingungen in unserer Anwendungsdatenbank. Entdecken Sie unsere Sammlung von über 3.500 chemischen Reaktionen, die in unseren Reaktoren erfolgreich durchgeführt wurden.

Für einen schnellen Einstieg in die Synthese mit geschlossenen Gefäßen verwenden Sie unseren Protokollkonverter und finden Sie den richtigen Reaktor mit Hilfe unseres Konfigurationsfinders.

ERFAHREN SIE MEHR



www.anton-paar.com/apb-application-database

	Monowave 200	Monowave 400	Monowave 450	Monowave 400 R	Multiwave 5001
Max. MW-Leistung			850 W		2.000 W
Max. Temp.	260 °C (erweiterbar)		300 °C		260 °C
Max. Druck	20 bar (erweiterbar)		30 bar		60 bar
Gefäße			-		100 ml
Glas-Reaktionsgefäße	4/10/30 ml		4/10/30 ml 30 ml Weithalsgefäß		5 ml
SiC-Probengefäße*	10 ml		10 ml 30 ml Weithalsgefäß		-
Betriebsvolumen		0,5 ml bis 20 ml			0,3 ml bis 60 ml
Kamera	Nein	Ja	Ja	Nein	Optional
Faseroptiksensor		Optional			Nein
Automation	Nein (aufrüstbar)	Optional	Ja	Optional	k. A.
Raman-Konnektivität	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein
Rühren		0 U/min bis 1.200 U/min			Niedrig/Hoch

* SiC-Probengefäße können nicht gleichzeitig mit der Raman-Sonde im Monowave 400 R verwendet werden

Zuverlässig. Konform. Qualifiziert.

Unsere gut ausgebildeten und zertifizierten Servicetechnikerinnen und -techniker stehen bereit, um Ihr Gerät optimal instand zu halten.

ERFAHREN SIE MEHR



www.anton-paar.com/service



Maximale Betriebsdauer



Garantieprogramm



Kurze Antwortzeiten



Ein weltweites Servicenetzwerk

