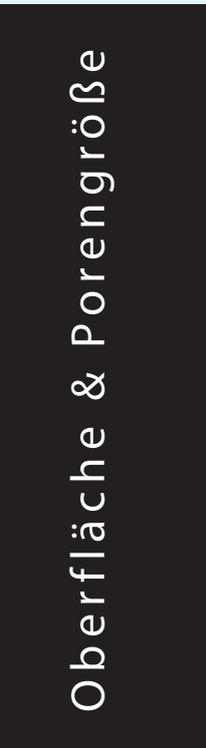
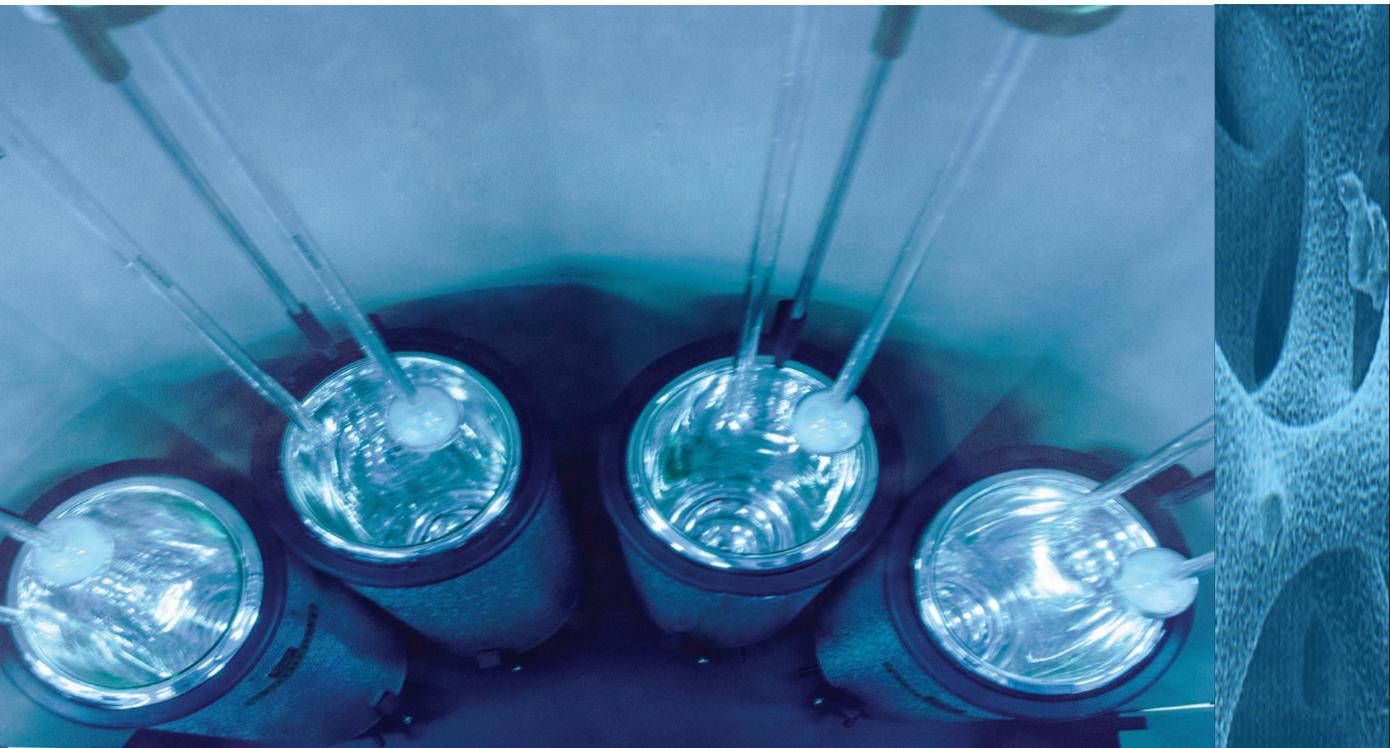


# QUADRASORB *evo*

Messgerät für die Analyse von  
Oberflächen und Porengrößen



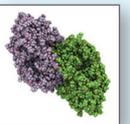
Oberfläche & Porengröße

## evo=Evolution

Die Fähigkeit, sich an ein verändertes Umfeld anzupassen. Ein solches Verhalten verbessert die Überlebenschancen gegenüber Arten, die sich nicht weiterentwickeln.



Katalysatoren



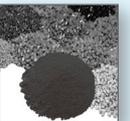
Keramik



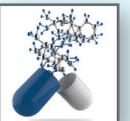
Energie



Kohlenstoff



Pharma



# QUADRASORB *evo*

Messgerät für die Analyse von  
Oberflächen und Porengrößen

## Vorteile – Geschwindigkeit, Genauigkeit und Flexibilität

Das Messgerät QUADRASORB *evo* zur Analyse von Oberflächen und Porengrößen wurde entwickelt, um den Anforderungen von Laboren mit hohem Analysendurchsatz gerecht zu werden, ohne dabei an Präzision, Flexibilität oder Kosteneffizienz einzubüßen. Vier gleichzeitige und unabhängige Analyseanschlüsse beseitigen die Beschränkungen von Systemen mit nur einem Dewar, sodass Messungen direkt aufeinanderfolgend durchgeführt werden können. Für die Messung von  $P_0$  (Adsorbat-gesättigter Dampfdruck) wurde ein spezieller Messwertempfänger vorgesehen, sodass die kontinuierliche Messung von  $P_0$  die Analysefähigkeit nicht verlangsamt. Der neue BET „Quick-Mode“ bietet Laboren für die industrielle Materialcharakterisierung mit hohem Durchsatz die Möglichkeit, Proben mit drastisch verbesserter Geschwindigkeit zu bearbeiten. Diese Messflexibilität war noch nie zuvor in einem so kompakten und kostengünstigen Paket verfügbar.

## QUADRASORB *evo*

### Vorteile & Leistungsmerkmale

- ▶ BET QuickMode – Für industrielle Anwendungen mit hohem Durchsatz – Zeitersparnis bis zu 50 %.
  - Durchläuft die meisten Initialisierungs-, erweiterten Evakuierungs- und Drucksensor-Nullstellungssequenzen.
  - Die Proben können synchron laufen.

### Kann vier (4) Proben in nur 25 Minuten durchführen.\*

- ▶ Dedizierter  $P_0$ -Wandler und Verteiler sorgen für eine ununterbrochene Probendosierung während der Messungen.
  - C kann kontinuierlich gemessen werden.
  - Die Messung muss nicht unterbrochen werden, um  $P_0$  zu aktualisieren.
  - Keine Verlangsamung der Analyse zur Messung von  $P_0$ .
- ▶ Flexible  $P_0$ -Modi:
  - $P_0$  kann anhand des atmosphärischen Umgebungsdrucks geschätzt werden.
  - $P_0$  kann als fester Wert eingegeben werden.
  - $P_0$  kann analytisch gemessen werden.
- ▶ Hardware-Merkmale:
  - Sanft schließende Schutztür mit pneumatischen Scharnieren für die Sicherheit des Bedieners.
  - Integrierte, isolierte Dewar-Abdeckungen, die in den Hebemechanismus integriert sind, um die Lebensdauer zu verlängern und den Dewar-Inhalt zu isolieren.
  - Leichtgängiger Dewar-Lift mit Riemenantrieb für die präzise Steuerung der neuartigen kleinen Kaltzone von Anton Paar QuantaTec.
  - 1 Torr,- Niederdruckmessumformer für Krypton- und MikroP0renmessungen.
  - Gaswege aus rostfreiem Stahl mit Metall-Metall-Dichtungen für optimale Vakuumleistung.
- ▶ Mehr Flexibilität dank Dosisassistent:
  - Kann eine zuvor gemessene Probe als Dosiervorlage verwenden, um die Analysezeit zu verkürzen.
  - Kann mit oder ohne QuickMode verwendet werden.

# QUADRASORB *evo*

## Messgerät für die Analyse von Oberflächen und Porengrößen



### Die neueste Evolutionsstufe in der Gasadsorptionsanalyse

- ▶ Vollautomatischer Analysator mit vier Probenanschlüssen.
- ▶ Jeder der Analyseanschlüsse umfasst einen separaten und unabhängigen Dewar (Kühlmittelkolben), 1.000 Torr Druck Sensor und P<sub>0</sub>-Zelle (Adsorbat-gesättigter Dampfdruck).
- ▶ Jeder der Analyseanschlüsse enthält einen Kühlmittelstandssensor, um eine konstante, kleine Kältezone für maximale Empfindlichkeit zu erhalten.
- ▶ Kommunikationsanschluss für PC-Steuerung über Windows®-basierte Software



- Mit sanft schließenden Scharnieren.
- Bis zu vier unabhängige Probenstationen können jeweils eine Vielzahl von Zellgrößen aufnehmen.
- Schwerkraftringe verlängern die Lebensdauer des Dewars durch formschlüssigen Verschluss (bis zu 30 Stunden).
- Automatisierte, unabhängige Dewar-Lifte.

Die untere Frontplatte lässt sich öffnen und ermöglicht so einen ungehinderten Zugang für die Platzierung des Dewars sowie für Wartungs- und Reinigungsarbeiten.



### Bewährte Merkmale:

- ▶ Jeder Analyseanschluss kann unabhängig mit verschiedenen Analysen und Messbedingungen programmiert werden. Neue Proben können an jedem Anschluss gestartet werden, während frühere Messungen mit geringer Verzögerung für andere, bereits laufende Proben abgeschlossen werden.
- ▶ Wählen Sie zwischen zwei Messverfahren:
  - Patentiertes NOVA-Verfahren ohne Helium
  - Klassische Helium-Totvolumen-Methode
- ▶ Mehrere Gasdosierungsmethoden zur Optimierung der Analysezeit und Auflösung:
  - Standard – passt die Dosisgröße auf intelligente Weise an den Probenbedarf an.
  - Vektordosierung – selbst wählbare Dosiermengen von 0,25 bis 10 cc pro Punkt
  - Delta (Volumen) Max – fügt Datenpunkte in Regionen mit großer Aufnahme hinzu, sodass eine kritische Porenfüllung nicht übersehen wird.
  - Dosisassistent – kann mit oder ohne aktiviertem QuickMode verwendet werden. Dadurch kann das Gerät aggressiver dosieren, was eine erhebliche Zeitersparnis bei der Analyse bedeutet.
- ▶ Wartungsarmes, vakuum-volumetrisches System mit temperaturüberwachtem Dosierteiler.

### Krypton-/Mikroporen-Option für Messungen mit geringer Oberfläche und Mikroporen

- ▶ Umfasst einen Niederdrucksensor (1 Torr) und eine Turbomolekular-Vakuumpumpe. Optional mit ölfreier Vakuumpumpe erhältlich.
- ▶ Führt Krypton-Gasadsorptionsmessungen für die Bestimmung von sehr kleinen Oberflächen durch, z. B. pharmazeutische Wirkstoffe, Metallpulver, etc. an beliebigen oder allen Probenstationen.
- ▶ Adsorptionsdaten bei niedrigem Druck (bis zu  $4 \times 10^{-5}$  P/P<sub>0</sub>), die für eine vollständigere Charakterisierung mikroporöser Materialien, z. B. Zeolithe, Aktivkohlen oder Molekularsiebe, erforderlich sind.

# QUADRASORB *evo*

Messgerät für die Analyse von  
Oberflächen und Porengrößen

## Spezifikationen/Zubehör

### Physische Spezifikationen

Höhe: 73,6 cm

Höhe offen: 111,6 cm

Breite: 63,7 cm

Tiefe: 53,3 cm

Tiefe offen: 66,5 cm

Gewicht: 57,5 kg\*

Elektrik: 100-240 VAC, 50/60 Hz

Umgebungsbedingungen: 10 °C bis 38 °C  
Betriebsbereich bei 90 %  
maximaler relativer Luftfeuchtigkeit.

\* Standardmodell mit vier (4) Stationen, nicht Kr/MP-Modell.

### Analyse-Spezifikationen

#### Drucksensoren:

Sechs 1.000-Torr-Drucksensoren (einer an jeder Probenahmestation, plus Dosierverteiler und P<sub>0</sub>-Verteiler) plus ein<sup>#</sup> 1-Torr-Drucksensor (Dosierverteiler)

#### Drucksensor-Genauigkeit:

1.000 Torr: 0,11 % Skalenendwert

1 Torr: 0,15 % Ablesung

#### Druckauflösung:

0,016 Torr (Bereich 1.000 Torr).

0,000016 Torr (Bereich 1 Torr).

#### Endvakuum:

<1x10<sup>-2</sup> Torr durch eine spezielle zweistufige (2) Rotationspumpe mit Direktantrieb

1x10<sup>-9</sup> Torr durch Turbo-Molekularvakuum Pumpe in

QUADRASORB *evo*- Kr/MP

#### Adsorbate:

Stickstoff oder beliebige andere nichtkorrosive Gase mit geeignetem Kühlmittel

#### Oberflächenbereich:

0,01 m<sup>2</sup>/g bis zu nicht bekannter oberer Grenze (Stickstoff)

0,0005 m<sup>2</sup>/g bis zu nicht bekannter oberer Grenze (Krypton), (nur Kr/MP-Modell)

#### Minimales Porenvolumen:

(flüssig): 2x10<sup>-6</sup> cc/g

(STP): 0,0001 cc/g

#### Porengrößenbereich:

3,5-4.000 Å / 0,35-400 nm

#### Mindest-P/P<sub>0</sub> (N<sub>2</sub>):

1 x 10<sup>-3</sup> QUADRASORB *evo*

4 x 10<sup>-5</sup> QUADRASORB *evo*- Kr/MP

#### Kühlmittelstand:

Wird automatisch auf einem Niveau im Bereich der Probenzelle gehalten, um das Cold-Zone-Volumen zu minimieren.

# Nur Kr/MP-Version.

# QUADRASORB *evo*

Messgerät für die Analyse von Oberflächen und Porengrößen



## Beschleunigte Analysezeiten für Labors mit hohem Durchsatz

Ist der QUADRASORB *evo* „evolutionär“ oder „revolutionär“? Sie entscheiden! Technische Verbesserungen haben es möglich gemacht, Oberflächenanalysen bis zu 50 % schneller als bisher durchzuführen!



### QuickMode

Entwickelt für Kundinnen und Kunden in der Industrie, die BET-Oberflächenmessungen mit hohem Durchsatz benötigen. Dies ist ideal für Kundinnen und Kunden, die ein erstes Screening von Materialkandidaten als Teil einer Materialerforschungsgruppe durchführen. Unser QuickMode liefert wissenschaftlich genaue Oberflächendaten.

#### QuickMode-Eigenschaften:

- Kürzerer Initialisierungszyklus.
- Alle Proben werden gleichzeitig gestartet und synchron ausgeführt.
- Wenn eine Probe fertig ist, wird sie nicht sofort evakuiert. Stattdessen wird darauf gewartet, dass die übrigen Proben einer Charge ihre Messung ungehindert beenden können.
- Erhältlich im klassischen Helium-Totvolumen-Modus, im heliumfreien Nova-Modus und mit allen P<sub>0</sub>-Modi.



### Dosisassistent

Diese einzigartige proprietäre Methode kann noch mehr Zeit sparen, indem sie eine zuvor gemessene Isotherme als Dosiervorlage verwendet. Dies gibt Aufschluss darüber, wie viel Gas die Probe bei relativem Druck unter Verwendung der Informationen aus einer früheren Analyse wahrscheinlich adsorbieren wird. In diesem Modus muss das Gerät nicht lernen und einstellen, wie viel Gas zugeführt werden muss, um bei jedem relativen Druck einen Datenpunkt zu erhalten. Dies führt zu einer erheblichen Zeitersparnis.

Der Dosisassistent kann mit oder ohne aktiviertem QuickMode verwendet werden. Dadurch kann das Gerät aggressiver dosieren, was eine erhebliche Zeitersparnis bei der Analyse bedeutet.



### Software- & Firmware-Verbesserungen für mehr Geschwindigkeit

Ein neuer proprietärer Dosiernalgorithmus, der in der QUADRASORB *evo* -Firmware implementiert ist, erhöht die Geschwindigkeit und Genauigkeit beim Erreichen des Zieldrucks im Mesoporenbereich. Für die Wiederholungsanalyse wurde in der Software eine Funktion hinzugefügt, die es ermöglicht, frühere Messungen einer kalten und warmen Zone einzugeben. Das spart ebenfalls viel Zeit. Die Dosierungssoftware hat die Berechnung der für jede Dosis erforderlichen Adsorptionsrate optimiert. Dadurch verringert sich die Anzahl der erforderlichen Dosen und die Analysezeiten werden verkürzt.



### Spürbare Auswirkungen auf Geschwindigkeit und Analysezeit

Die verschiedenen Verbesserungen können die Analysezeiten um 30 % bis 50 % gegenüber dem Vorgängermodell Quadrasorb S/beschleunigen. Die größten Steigerungen ergeben sich bei der Verwendung des QuickMode für die Standard-BET-Analyse im NOVA-Modus.

#### Bis zu 50 % schnellere Analysezeit\*

\*Als Quadrasorb SI mit Mesoporenanalyse im Turbo-modus.

#### Vier Mehrpunkt-BET-Messungen in 25 Minuten!\*

\*Mehrpunkt-BET-Analysehh

### Übersicht über die Gasadsorption

#### Der Prozess der Gasadsorption

Vor der Durchführung von Gasadsorptionsexperimenten müssen die festen Oberflächen von Verunreinigungen wie Wasser und Ölen befreit werden. Die Oberflächenreinigung (Entgasung) erfolgt meist durch Einlegen einer Feststoffprobe in eine Glaszelle und Erhitzen unter Vakuum oder strömendem Gas. Abbildung 1 zeigt, wie ein festes Teilchen mit Rissen, Öffnungen und Poren unterschiedlicher Größe und Form nach der Vorbehandlung aussehen kann.

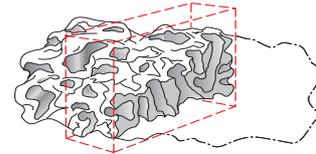


Abbildung 1: Schnitt durch ein stark vergrößertes Teilchen eines Festkörpers.

Nach der Reinigung wird die Probe mit Hilfe eines externen Bades auf eine konstante Temperatur gebracht. Dann werden schrittweise kleine Mengen eines Gases (das Adsorbat) in die evakuierte Probenkammer eingelassen. Gasmoleküle, die an der Oberfläche des Feststoffs (Adsorbens) haften, werden adsorbiert und bilden eine dünne Schicht, die die gesamte Oberfläche des Adsorbens bedeckt. Auf der Grundlage der bekannten Brunauer-, Emmett- und Teller-Theorie (B.E.T.) kann die Anzahl der Moleküle  $N_m$  geschätzt werden, die erforderlich ist, um die Oberfläche des Adsorptionsmittels mit einer Einzelschicht adsorbierter Moleküle zu bedecken (siehe Abbildung 2). Multipliziert man  $N_m$  mit der Querschnittsfläche eines Adsorbatmoleküls, erhält man die Oberfläche der Probe.

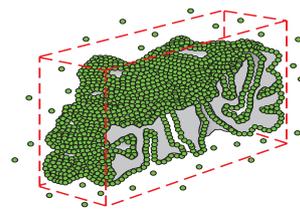


Abbildung 2: Einzelschicht der adsorbierten Moleküle; typischerweise 15–20 % Sättigung.

Die fortgesetzte Zugabe von Gasmolekülen über die Bildung von Einzelschichten hinaus führt zur allmählichen Stapelung von mehreren Schichten (Mehrschichten). Die Bildung erfolgt parallel zur Kapillarkondensation (Abbildung 3). Der letztgenannte Prozess wird näherungsweise durch die Kelvin-Gleichung beschrieben, die den Gleichgewichtsgasdruck mit der Größe der Kapillaren in Beziehung setzt, in denen Gas kondensieren kann.

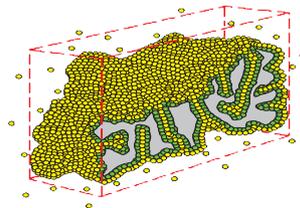


Abbildung 3: Mehrschichtige Kapillarkondensationsstufe bei etwa 70 % Sättigung.

Wenn sich der Gasdruck der Sättigung nähert, füllen sich die Poren weitgehend vollständig mit Adsorbat (Abbildung 4). Wenn man die Dichte des Adsorbats kennt, kann man das Volumen berechnen, das es einnimmt, und folglich das gesamte Porenvolumen der Probe. Wenn man in diesem Stadium den Adsorptionsprozess umkehrt, indem man schrittweise bekannte Gasmengen aus dem System abzieht, erhält man Desorptionsisothermen. Die sich daraus ergebende Hysterese führt zu isothermen Formen, die mechanistisch mit denen in Verbindung gebracht werden können, die von bestimmten Porenformen erwartet werden.

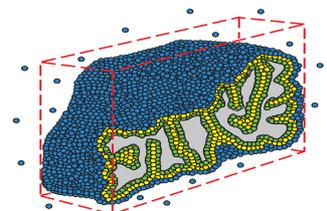


Abbildung 4: Füllung des gesamten Porenvolumens; ca. 100% Sättigung.

Ältere Berechnungsmethoden wie die von Barrett, Joyner und Halenda (B.J.H.) erlauben die Berechnung von Porengrößen aus Gleichgewichtsgasdrücken. Man kann daher experimentelle Kurven (Isothermen) des adsorbierten Gasvolumens in Abhängigkeit vom relativen Druck nehmen und sie in kumulative oder differentielle Porengrößenverteilungen umwandeln.

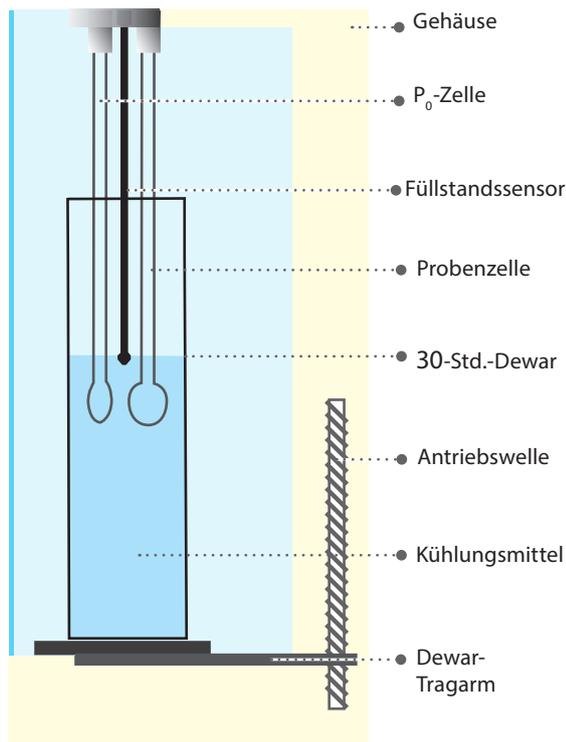
Moderne Porengrößenmodelle basieren auf der nichtlokalen Dichtefunktionaltheorie (DFT) – einem Ansatz der statistischen Mechanik, der es ermöglicht, die Adsorption von Gasmolekülen in nanoporösen Materialien auf molekularer Ebene zu beschreiben. Daher liefert die Anwendung solcher mikroskopischen Methoden die genauesten Ergebnisse in Bezug auf Oberfläche und Porengröße.

# QUADRASORB *evo*

Messgerät für die Analyse von Oberflächen und Porengrößen

## Proprietäre Technologie für verbesserte Empfindlichkeit

**evo** = Intelligenz mit erhöhter Empfindlichkeit



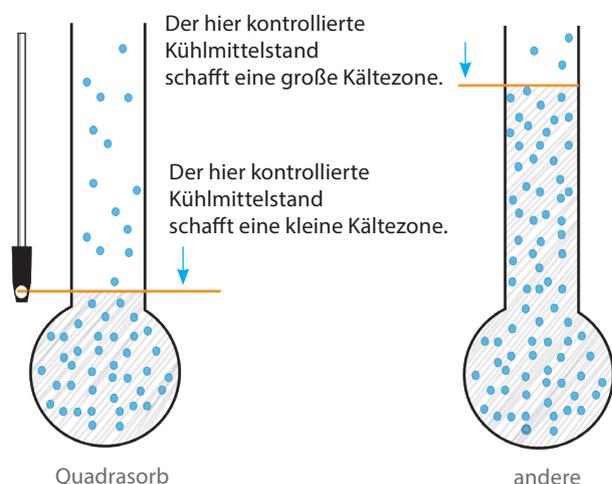
Die transparente blaue Tür umschließt die Physisorptionsstation für zusätzliche Sicherheit und verbesserte Temperaturkontrolle.

Wenn das Kühlmittel verdampft, signalisiert der Füllstandssensor dem Dewar-Antrieb, die Änderung des Füllstands auszugleichen und so eine konstante und *kleine* Kältezone aufrechtzuerhalten.



## Kleine Kältezone für erhöhte Empfindlichkeit

Die Empfindlichkeit eines manometrischen Adsorptionsanalysators hängt vom Innenvolumen der Messzone (freier Raum) und davon ab, wie viele Adsorbatmoleküle nicht adsorbiert werden. Das Ziel ist daher immer, die Menge des nicht adsorbierten Gases, das den freien Raum einnimmt, zu minimieren. So werden beispielsweise häufig Füllstäbe verwendet, die den Stammteil der Probenzelle einnehmen. Darüber hinaus kann der bauchige Teil der Probenzelle so gewählt werden, dass der freie Raum in Übereinstimmung mit dem Schüttvolumen der Probe und ihrer Adsorptionskapazität minimiert wird. Messungen bei niedrigeren Absolutdrücken können ebenfalls sehr effektiv sein. Aus diesem Grund wird Krypton (dessen Sättigungsdruck bei der Temperatur von flüssigem Stickstoff etwa ein Drittel des Sättigungsdrucks von Stickstoff bei der gleichen Temperatur beträgt) häufig bei der Messung extrem kleiner Oberflächen (z. B. weniger als ein Quadratmeter insgesamt) verwendet. Die Menge des nicht adsorbierten Gases hängt auch von der Temperatur des freien Raums ab: Je höher sie ist, desto weniger Moleküle enthält er bei einem bestimmten Druck, und je niedriger sie ist, desto mehr Moleküle sind bei demselben Druck vorhanden. Bei jedem Manometer ist ein Teil des freien Raums „warm“ (nicht in Kühlflüssigkeit) und ein Teil „kalt“ (in Kühlflüssigkeit getaucht). Daher ist es von Vorteil, das Volumen des kalten freien Raums zu minimieren, da jeder cm<sup>3</sup> bei der Temperatur von flüssigem Stickstoff (195,7 K) fast viermal so viele nicht adsorbierte Moleküle enthält wie jeder cm<sup>3</sup> bei Raumtemperatur (z. B. 25 °C). Es stimmt, dass für eine beliebige Zellgeometrie mehr davon warm und weniger kalt sein sollte, um eine maximale Empfindlichkeit zu erreichen.



### Datenberichtsfunktionen von QuadraWin

#### NLDFT-Methoden

- N<sub>2</sub> bei 77 K auf Kohlenstoff (Schlitzpore, Gleichgewichtsmodell)
- N<sub>2</sub> bei 77 K auf Kohlenstoff (zylindrische Pore, Gleichgewichtsmodell)
- N<sub>2</sub> bei 77 K auf Kohlenstoff (Schlitzporen & zylindrische Poren, Gleichgewichtsmodell)
- Ar bei 77 K auf Kohlenstoff (Schlitzpore, Gleichgewichtsmodell)
- Ar bei 87 K auf Kohlenstoff (Schlitzpore, Gleichgewichtsmodell)
- Ar bei 87 K auf Kohlenstoff (zylindrische Pore, Gleichgewichtsmodell)
- CO<sub>2</sub> bei 273 K auf Kohlenstoff (Schlitzpore, Gleichgewichtsmodell)
- N<sub>2</sub> bei 77 K auf Siliziumdioxid (zylindrische Pore, Gleichgewichtsmodell)
- N<sub>2</sub> bei 77 K auf Siliziumdioxid (zylindrische Pore, Adsorptionszweigmodell)
- N<sub>2</sub> bei 77 K auf Siliziumdioxid (zylindrische und sphärische Poren, Adsorptionszweigmodell)
- Ar bei 87 K auf Zeolithen/Siliziumdioxid (sphärische/zylindrische Pore, Gleichgewichtsmodell)
- Ar bei 87 K auf Zeolithen/Siliziumdioxid (sphärische/zylindrische Pore, Adsorptionszweigmodell)
- Ar bei 87 K auf Zeolithen/Siliziumdioxid (zylindrische Pore, Gleichgewichtsmodell)
- Ar bei 87 K auf Zeolithen/Siliziumdioxid (zylindrische Pore, Adsorptionszweigmodell)

#### GCMC-Methoden

- CO<sub>2</sub> – Kohlenstoff bei 273 K auf Grundlage eines Schlitzporenmodells

#### Fraktale Dimension

- Neimark-Kiselev (NK), Frenkel-Halsey-Hill (FHH)

#### QSDFT

- QSDFT - N<sub>2</sub> – Kohlenstoff-Gleichgewichtsübergangskern bei 77 K auf Grundlage eines Schlitzporenmodells
- QSDFT – Ar – Kohlenstoff-Gleichgewichtsübergangskern bei 87 K auf Grundlage eines Schlitzporenmodells
- QSDFT – N<sub>2</sub> – Kohlenstoff-Adsorptionszweigkern bei 77 K auf Grundlage eines zylindrischen Porenmodells
- QSDFT – N<sub>2</sub> – Kohlenstoff-Adsorptionszweigkern bei 77 K auf Grundlage eines zylindrischen Porenmodells
- QSDFT - N<sub>2</sub> – Kohlenstoff-Gleichgewichtsübergangskern bei 77 K auf Grundlage eines Schlitzporenmodells
- QSDFT, N<sub>2</sub>, Kohlenstoff-Adsorptionszweigkern bei 77 K auf Grundlage eines Schlitzporenmodells (Porendurchmesser <2 nm) und eines zylindrischen Porenmodells (Porendurchmesser > 2 nm)
- QSDFT, N<sub>2</sub>, Kohlenstoff-Adsorptionszweigkern bei 77 K auf Grundlage eines zylindrischen P<sub>0</sub> renmodells (Porendurchmesser <5 nm) und eines sphärischen Porenmodells (Porendurchmesser > 5 nm)

# QUADRASORB *evo*

## Messgerät für die Analyse von Oberflächen und Porengrößen



### Software

Das QUADRASORB *evo* -Analysegerät ist mikroprozessorgesteuert und kommuniziert mit einem PC (Betriebssystem Windows Vista, 2000, XP oder Windows 7), der die hochmoderne Datenerfassungs- und Datenreduktionssoftware QuadraWin von Anton Paar QuantaTec nutzt. Für die Pharmaindustrie ist eine mit 21 CFR Part 11 konforme Version der Software erhältlich.

### Hochmoderne Funktionalität

Die QuadraWin-Software ist leistungsstark und benutzerfreundlich. QuadraWin eignet sich hervorragend für die Datenreduktion und bezieht die neuesten DFT-Modelle (Dichtefunktionaltheorie) ein. Die Software führt Sie durch die Analyseeinrichtung, die Datenreduktion, die Erstellung von Grafiken und den Ausdruck von Berichten. Während des Betriebs können die akkumulierten Daten, die Isotherme und alle zugehörigen Diagramme und Analyseergebnisse bis zu diesem Punkt eingesehen werden. Nach einem Lauf werden Berichte und Diagramme automatisch gedruckt, oder Sie können mithilfe der Software die beste Anpassungsmethode bestimmen, um Daten durch Überlagerung von Kurven zu vergleichen oder um Diagramm, Größe, Skalierung, Titel, Plotmarkierungen und Linienfarben für einen optimalen Ausdruck anzupassen.

### Datendarstellung

Es steht ein umfassendes Angebot an Methoden für Oberfläche und Porengröße zur Verfügung:

- ▶ Adsorptions- und Desorptionsisotherme.
- ▶ Mehrfach- und Einzelpunkt-BET-Oberfläche.
- ▶ Langmuir-Oberfläche.
- ▶ Mesoporengrößenverteilungen (BJH- und DH-Methoden).
- ▶ t-Methode von deBoer, Halsey, Ruß (STSA).
- ▶ Alpha-s- und MP-Mikroporenverfahren.
- ▶ Gesamtes Porenvolumen und durchschnittliche Porengröße.
- ▶ Dubinin-Raduschkewitsch (DR) Mikroporenoberfläche.
- ▶ Mikroporenverfahren nach Horvath-Kawazoe, (HK) Dubinin-Astakhov (DA) und Saito-Foley (SF).
- ▶ Umfangreiche Bibliothek der Dichtefunktionaltheorie (DFT) für die einheitliche Analyse von Mikro- und Mesoporen mit  $N_2$ , Ar und  $CO_2$ .
- ▶ Fraktale Dimension durch Frenkel-Halsey-Hill- (FHH) oder Neimark-Kiselev- (NK) Modelle.

### Softwarefunktionen für 21 CFR Part 11

Umfasst viele Funktionen, die diese Vorschriften unterstützen und die notwendigen Werkzeuge für die Einhaltung von Kundenanforderungen bereitstellen.

#### QuadraWin-CFR Software

Funktionen in Bezug auf den Systemzugang, elektronische Signaturen und Sicherheit.

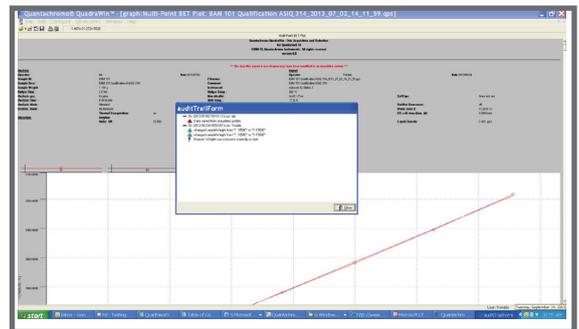
Erforderliche Anmeldung mit eindeutiger Kombination aus Benutzer-ID und vollständigem Namen.

- ▶ Passwortalterung und erzwungene Änderung.
- ▶ Automatischer Ablauf des Benutzerkontos und/oder manuelle Sperrung.
- ▶ Wählbare Mindest-ID und Passwortlänge.
- ▶ Drei Benutzerebenen ergeben drei Berechtigungsstufen.
- ▶ Zugriffsebene programmierbar auf Administratorebene.
- ▶ Programmierbares Sitzungs-Timeout (automatische Abmeldung bei Inaktivität).
- ▶ Manipulationssichere binär kodierte Dateien.
- ▶ Die Datensicherheit wird durch das geschlossene System QUADRASORB/QuadraWin hergestellt.
- ▶ Die für die Berechnung der Endergebnisse verwendeten Datenreduktionsparameter (Metadaten) sind als Teil der Datendatei enthalten.
- ▶ Die Benutzerebene „Operator“ verfügt nicht über die Zugriffsrechte, um Metadaten zu ändern.
- ▶ Änderungen an den Metadaten werden in den Audit-Trail aufgenommen.
- ▶ Datendateien, die mit anderen Mitteln als direkt vom QUADRASORB-Gerät erfasst wurden, werden im Audit-Trail als solche gekennzeichnet.

### CFR 21 Part 11

Das QUADRASORB *evo* ist in Verbindung mit der Software QuadraWin in der 21 CFR Part 11 Version so konzipiert, dass die Anwenderin oder der Anwender die von der US-amerikanischen Food and Drug Administration (FDA) festgelegten Anforderungen an elektronische Aufzeichnungen in der pharmazeutischen Industrie und verwandten Branchen erfüllen kann. Die FDA beabsichtigt, die Einhaltung von Part 11\* gemäß den FDA-Vorschriften, dem Federal Food, Drug, and Cosmetic Act und dem Public Health Service Act durchzusetzen, wie in der 2003 vom Office of Compliance im Center for Drug Evaluation and Research (CDER) erstellten Guidance for Industry "Part 11, Electronic Records; Electronic Signatures - Scope and Application" dargelegt. Diese Version der QUADRASORB *evo*-Software verfügt über ein Softwaredesign, das eine einfache Integration in pharmazeutische und andere GLP-Laboratorien ermöglicht.

\* Endgültiger Beschluss, Federal Register / Vol. 62, No. 54, S. 13429–13466, 1997



▶ CFRSoftware – Audit-Trail.

### Audit-Trail-Funktionen und Berichtsfunktionen

Der Audit-Trail macht frühere Eingaben nicht unkenntlich; alte und neue Werte werden sowohl aufgezeichnet als auch sichtbar. Der Audit-Trail selbst kann nicht bearbeitet werden und ist Teil der sicher verschlüsselten Datendatei, die nicht getrennt werden kann. Änderungen an Metadaten erfordern, dass der Benutzer einen Grund eingibt, der mit den zugrundeliegenden Prädikatsregeln für Dokumentation übereinstimmen muss und der dann als Teil des Audit-Trails gespeichert wird. Der Audit-Trail ist in allen menschenlesbaren Formaten, in der Bildschirmdarstellung, in der Druckvorschau, im PDF-Format und in Papierformaten enthalten. Mehrseitige Berichtssätze sind durch eine eindeutige, von QuadraWin automatisch generierte Berichtskennung verknüpft.

# QUADRASORB *evo*

Messgerät für die Analyse von Oberflächen und Porengrößen



## Zubehör

### Montage des Reglers

Die ordnungsgemäße Funktion des Quadrasorb ist gewährleistet, wenn hochwertige Gasregler verwendet werden. Anton Paar QuantaTec liefert komplette Baugruppen, die zweistufige Druckregler mit zwei Manometern, Flaschenanschluss, Absperrventil und 1/8"-Gasleitungsanschluss umfassen. Die Regler sind mit entlüftungsfreien Metallmembranen und den entsprechenden CGA-Anschlüssen für spezifische Gase ausgestattet. Verschiedene Baugruppen sind erhältlich für Stickstoff (und andere Inertstoffe einschließlich Helium), Wasserstoff, Kohlenmonoxid, oxidierende Gase usw.

### Vakuumpumpe (Standardanwendungen)

Alle vakuumvolumetrischen Gassorptionsanalysatoren benötigen eine gute Vakuumpumpe, auch QUADRASORB *evo* bildet keine Ausnahme. Die Pumpe muss in der Lage sein, ein Endvakuum von 10 Millitorr oder weniger zu erzeugen. Anton Paar QuantaTec kann die richtig dimensionierte Pumpe komplett mit Öl, Schläuchen und Anschlüssen liefern. Sie sind nicht verpflichtet, die erforderliche Vakuumpumpe von Anton Paar QuantaTec zu kaufen, aber wenn Sie es tun, wird das gesamte System in unserem Werk als Set qualifiziert worden sein, was für eine gleichbleibende Leistung sorgt.

## QUADRASORB *evo*



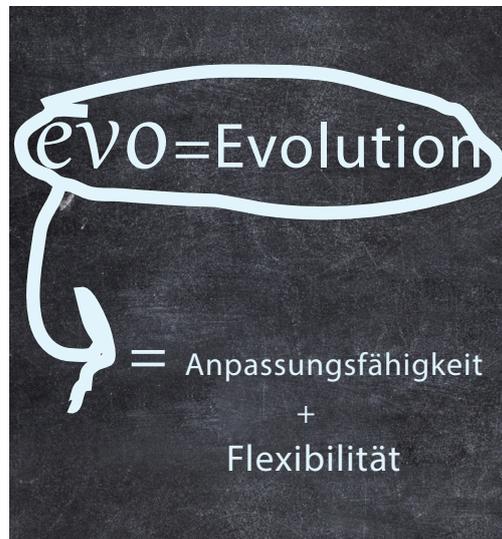
### Vakuumpumpen

(Krypton-/Mikroporen-Modell)

Niederdruckanwendungen erfordern ein tieferes Vakuum, das nur mit einer Turbomolekularpumpe erreicht werden kann. Die Turbopumpe ist im Lieferumfang enthalten, und die richtige Vorpumpe kann von Anton Paar QuantaTec entweder als Rotationsölpumpe oder als ölfreie, trockene Membran (Membranpumpe) geliefert werden.

### Lagerungsdewars

Um größere Mengen verflüssigter Gase jederzeit zur Hand haben zu können, bietet Anton Paar QuantaTec Lagerungsdewars in Größen von 5 Litern bis 30 Litern an, sowie eine Transfervorrichtung und einen Wagen für die größte Größe.



Sie sind dafür verantwortlich, ein Gerät zu kaufen, das den heutigen Anforderungen Ihres Labors entspricht. Wissen Sie, wie der Bedarf Ihres Labors in fünf Jahren aussehen wird?

Nur **Quadrasorb *evo*** bietet Ihnen die Möglichkeit, Ihre heutigen Anforderungen zu erfüllen und gleichzeitig die Gewissheit, dass Sie **sich anpassen und weiterentwickeln** können, um Ihre Anforderungen von morgen zu erfüllen, ohne ein völlig neues Analysegerät kaufen zu müssen.

## Außendienst

Unsere weltweiten Servicemitarbeiterinnen und -mitarbeiter stellen sicher, dass die Geräte von Anton Paar QuantaTec weiterhin die zuverlässige Lösung für Labore zur Materialcharakterisierung sein werden. Wir bieten Ihnen die Flexibilität, aus Serviceverträgen mit zugeschnittenen Reaktionszeiten, Servicepaketen und Rabatten für Ersatzteile auszuwählen, die Ihren Bedürfnissen am besten entsprechen.

## Ersatzteile

Ersatzteile von Anton Paar QuantaTec sind für die Verwendung mit unseren Geräten zertifiziert. Wir ermöglichen schnelle Ersatzteilbestellungen und halten große Lagerbestände an Ersatzteilen und Hardware bereit.

## Anwendungslabor

Unser voll ausgestattetes, hochmodernes Pulvercharakterisierungslabor (e-mail: [application-sp@anton-paar.com](mailto:application-sp@anton-paar.com)) bietet die Möglichkeit, fachkundige Prüfdienstleistungen in Auftrag zu geben. Wir bieten auch Labordienstleistungen, um die Anwendbarkeit unserer Produkte vor dem Kauf anhand Ihrer tatsächlichen Proben zu prüfen.

## Lebenslanger Anwendungssupport

Wir betrachten den Support unserer Geräte vor Ort als eine wesentliche Komponente unserer Geschäftsstrategie. Unsere erfahrenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler stehen Ihnen jederzeit zur Verfügung, um Fragen zu Anwendungen oder zur Verwendung unserer Geräte zu beantworten. Wir tun dies als Standarddienstleistung, unabhängig davon, ob Sie einen Vertrag mit uns haben oder nicht.

## Partner der Wissenschaft

Anton Paar QuantaTec verfügt über eine Forschungsabteilung, in der weltweit anerkannte Expertinnen und Experten für Materialcharakterisierung beschäftigt sind. Unser Team führt gemeinschaftliche Forschungsprojekte mit führenden Materialforschungslabors auf der ganzen Welt durch. Wir veröffentlichen regelmäßig Artikel in führenden Fachzeitschriften und halten weltweit Vorträge auf technischen Symposien.

Seit fast einem halben Jahrhundert haben die Forscherinnen und Forscher von Anton Paar QuantaTec Messtechniken revolutioniert und Geräte entwickelt, um die genaue, präzise und zuverlässige Charakterisierung von pulverförmigen und porösen Materialien zu ermöglichen.

Wir engagieren uns unermüdlich für die Bereitstellung von moderner Technologie mit überragendem und unvergleichlichem Kundendienst und Support.

Uns ist es ein wesentliches Anliegen, unsere Kundinnen und Kunden vor, während und nach dem Kauf sowie die gesamte Lebensdauer unserer Geräte zu unterstützen. Das ist eine große Verpflichtung, denn unsere Produkte sind so robust und zuverlässig, dass viele von ihnen noch nach Jahrzehnten im Einsatz sind.

## Hauptsitz (USA)

Quantachrome Instruments  
eine Marke von Anton Paar  
1900 Corporate Drive  
Boynton Beach, FL 33426

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

Erfüllung von Bedürfnissen bei der Charakterisierung von porösen Materialien und Pulvern seit 1968



Warenzeichen und eingetragene Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

© 2021 Quantachrome Corporation I07IP001DE-B