



KATALYSATOREN-ANALYSATOR

BELCAT II

www.microtrac.com/de/produkte/gas-adsorptionsmessung/katalysatorevaluierung/belcat-ii/

BELCAT II

KATALYSATOREN-ANALYSATOR

Erschließen Sie modernste Katalysatorcharakterisierung mit dem BELCAT II. Die Leistungsfähigkeit fester Katalysatoren wird durch spezifische Oberflächeneigenschaften bestimmt; Faktoren wie Art und Verteilung aktiver Zentren, Acidität, Basizität, Redoxverhalten, elektronische Struktur und Oberflächenmorphologie spielen dabei eine entscheidende Rolle für katalytische Aktivität, Selektivität und Stabilität.

Der BELCAT II liefert präzise Analysen des Metalldispersionsgrads, der Metalloberflächen und der mittleren Partikelgröße geträgerter Edelmetallkatalysatoren und unterstützt Forschende so dabei, die Katalysatorleistung zu verbessern und gleichzeitig die Kosten zu senken.

Neben der Bestimmung spezifischer Oberflächen (BET) und der Adsorptionskinetik ermittelt der BELCAT II die Adsorptionskapazität über Durchbruchkurvenanalysen. Diese Daten sind essenziell für die Entwicklung innovativer Adsorbentien.

Als umfassendes Katalysatoranalysegerät vereint er alle Funktionen in einem einzigen System und bietet eine breite Anwendbarkeit sowie umfangreiche Konfigurationsmöglichkeiten zur Unterstützung unterschiedlichster Forschungs- und Entwicklungsziele.



ALL-IN-ONE, VOLLAUTOMATISCHER MEHRZWECKANALYSATOR

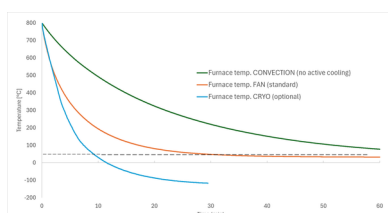
WARUM BELCAT II?

Entdecken Sie die herausragenden Fähigkeiten des BELCAT-II-Instruments. Nachfolgend finden Sie eine Übersicht seiner wichtigsten Merkmale, die für eine umfassende und zuverlässige Katalysatoranalyse ausgelegt sind und gleichzeitig die Flexibilität bieten, unterschiedlichste Anforderungen in Forschung und Entwicklung zu erfüllen.

MULTIFUNKTIONALES GASDOSIERDESIGN

Der integrierte mehrlinige Gasverteiler ermöglicht den gleichzeitigen Anschluss von bis zu acht verschiedenen Gasen – darunter zwei korrosive – die intern im System verteilt werden. Dieses intelligente Design unterstützt eine softwaregesteuerte Gasgemischbildung und erlaubt die präzise Erzeugung kundenspezifischer Gasgemische direkt im Gerät. Diese Gemische können während der Probenvorbehandlung, Analyse, bei Pulse-Loop-Operationen und der automatisierten Kalibrierung eingesetzt werden. Durch den Wegfall vorgemischter Gase und die Minimierung externer Verschlauchung steigert das System die Workflow-Effizienz, senkt die Betriebskosten und reduziert das Leckagerisiko deutlich.

	BELCAT II (Mehrzweck)	Alternative Geräte (Einzweck)
Präparationsgase	1. He, 2. N ₂ , 3. Ar, 4. H ₂	5 Gasleitungen: 1. He, 2. N ₂ , 3. O ₂ /He, 4. H ₂ /Ar, 5. CO/He
Analysegase (Loop)	5. CO, 6. O ₂ , 7. N ₂ O, 8. NH ₃	5 Gasleitungen: 1. H ₂ , 2. CO, 3. NH ₃ /He, 4. O ₂ , 5. N ₂ O
Trärgase	1. He, 2. N ₂ , 3. Ar	3 Gasleitungen: 1. He, 2. N ₂ , 3. Ar
Gesamt	8 Gasleitungen erforderlich, um die gleichen Gase (bzw. Gasgemische) bereitzustellen	13 Gasleitungen werden benötigt



ÜBERLEGENE TEMPERATURKONTROLLE

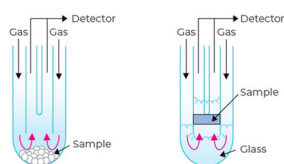
Die Heizraten erreichen bis zu 110 °C/min von 50 bis 500 °C bzw. 80 °C/min von 50 bis 1000 °C, bei einer maximalen Betriebstemperatur von 1100 °C. Die ventilatorunterstützte Kühlung senkt die Temperatur in 30 Minuten von 400 auf 50 °C. CATCryo II kühlt bis auf -120 °C und von 800 auf 30 °C in nur 10 Minuten.

BELCAT II

FÜR DIE FORSCHUNG ENTWICKELT

**HERAUSRAGENDE SICHERHEITSMASSNAHMEN**

Verfügt über eine selbstverriegelnde Sicherheitstür, Überhitzungsschutz, automatische Abschaltung, integrierte Alarmer und eine optionale Gasdetektion für ein Höchstmaß an Betriebssicherheit. Die mitgelieferte Zeolith-Falle zur Entfernung von Feuchtigkeit während TPR-Experimenten macht flüssigen Stickstoff überflüssig.

**DREIFACH-PROBENZELL-DESIGN**

Das hochmoderne Design gewährleistet eine effiziente Gasvorwärmung und maximiert den Durchsatz für anspruchsvolle Workflows. Die zylindrische Ausführung des Rohres verbessert die Handhabung und erhöht die Sicherheit, da sie spannungsfrei und weniger bruchanfällig ist.

**MODULARES DESIGN MIT AUFRÜSTUNGSMÖGLICHKEIT**

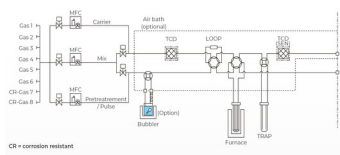
Die erweiterbare Architektur unterstützt die nahtlose Integration einer Dampfdosiereinheit, eines externen Gasmischmoduls und einer kryogenen Option für erweiterte Adsorptionsstudien und beschleunigte Kühlung.

**VIELSEITIGE EINSTELLMÖGLICHKEITEN**

Der sequentielle Messmodus ermöglicht die nahtlose Kombination thermochemischer Methoden und Schritte der Katalysatorprüfung in einem einzigen Workflow.

**KOMPAKTES INSTRUMENTENDESIGN**

Das kompakte und effiziente Design (B 500 × T 500 mm) passt sich mühelos in jedes Labor ein.

**FÜR HÖCHSTE PRÄZISION ENTWICKELT**

Für Pulschemisorption und temperaturprogrammierte Methoden ausgelegt, mit minimiertem Totvolumen, temperaturgeregeltem Wärmeleitfähigkeitsdetektor (TCD) und hochentwickelter Elektronik für ein ausgezeichnetes Signal-Rausch-Verhältnis.

BELCAT II

OPTIONEN

Erweitern Sie Ihre Katalysatorcharakterisierung durch
Dampfdosierung, externe Gasmischung, kryogene
Kühlung, Online-Gasanalyse, luftgeschützte
Probenhandhabung und
Durchbruchkurvenmessungen mit Gasgemischen.



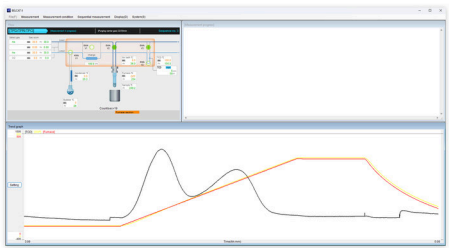
Dampfdosiereinheit	Besteht aus einer Luftthermostateinheit, einem Bubbler, einem Heizer und einem Kondensator. Der Kondensator entfernt überschüssigen Dampf. Der zweistufige Prozess gewährleistet eine präzise Dampfdosierung bei stabilen Konzentrationen.
Externes Gasmischmodul	Ermöglicht das Mischen von drei oder mehr Gasen. In einem Gerät können bis zu sechs Leitungen installiert werden. Korrosive Gase werden unterstützt.
Niedertemperatur-Elektroofen / CATCryo II	Durch die Zufuhr des Flüssigstickstoffsprays kann die Proben temperatur kontinuierlich ab -120 °C geregelt werden. Die Kühlleistung wird durch die optimierte interne Struktur verbessert und der Flüssigstickstoffverbrauch drastisch reduziert.
Online-Gasanalysegerät / BELMASS II	Das Quadrupol-Massenspektrometer BELMASS II kann mit dem BELCAT II verbunden werden. Gasgemische können in Verbindung mit der BELCAT-II-Software mit hoher quantitativer Genauigkeit gemessen werden. Ideal für anspruchsvolle Experimente einschließlich katalytischer Reaktionen.
AIRGUARD-Messsystem	Funktionale Materialien können mit der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit und dem Sauerstoff reagieren, was zu Strukturveränderungen und korrosiven Gasen führen kann. Die AIRGUARD-Lösung ermöglicht eine sichere Probenhandhabung ohne Luftkontakt.
Bewertung der Trennleistung eines Gasgemisches	Für DAC-, CCUS- und CCS-Anwendungen ermöglicht das System Durchbruchkurvenmessungen mit mehreren gasförmigen Komponenten wie CO ₂ und H ₂ O, analysiert mit hochstabilen und reproduzierbaren Sensoren. Optionen: CO ₂ -Sonden; CO ₂ /H ₂ O-Sonden.

BELCAT II

SOFTWARE

Die intuitiv bedienbare Software ist mit leistungsstarken Funktionen ausgestattet, die die Produktivität der Anwender steigern. Die über viele Jahre weiterentwickelte BELCAT-II-Plattform ermöglicht die einfache Durchführung komplexer Messungen und gewährleistet zuverlässige und reproduzierbare Ergebnisse.

- | Einfache Mess- und Bediensoftware
- | Automatische Nullpunktkorrektur
- | Sequentieller Messmodus
- | Programmierbare Mehrpunktkalibrierung
- | Software zur Peak Separation
- | BELMASS-II-Link-Software (Option)
- | Pulschemisorptions-Analysefunktion



BELCAT-II-Messansicht

BELCAT II

SOFTWARE-SPEZIFIKATIONEN

Funktion für einfache Messdurchführung	Dedizierte Reiter für Standardanalysen (TPR, TPD, TPO und BET) ermöglichen eine einfache Programmierung und die Echtzeitüberwachung von Betriebsstatus, TCD-Diagrammen, Temperatur und Durchflussraten.
Automatische Nullpunktkorrektur des TCD	Die automatische TCD-Nullpunktkorrektur sorgt für konsistente Basislinien und präzise kontinuierliche Messungen mit unterschiedlichen Trägergasen.
Sequentieller Messmodus	Automatisiert die Katalysatorcharakterisierung durch unabhängige Messungen in festgelegter Reihenfolge ohne Benutzereingriff.
Automatische Mehrpunktkalibrierung	Die Kalibrierung wird nach TPD- oder TPR-Messungen mit den MFCs des Geräts zur Erzeugung verschiedener Gaskonzentrationen durchgeführt.
Software zur Wellenformanalyse	Automatische Peakflächenberechnung, Spektrenüberlagerung zum Vergleich, Peak Separation und zusätzliche Analysetools.

BELCAT II

TYPISCHE APPLIKATIONEN



Katalysatoren



Batteriematerialien



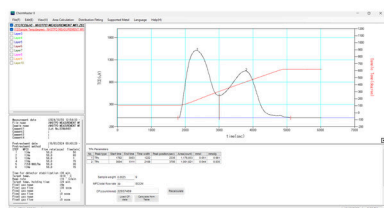
Zement

- | Katalysatoren
- | Batteriematerialien
- | CCUS
- | Kohlenstoff
- | Zeolithe
- | Zement
- | Keramik
- | Brennstoffzellen
- | Gastrennung
- | MOF / PCP
- | Petrochemie

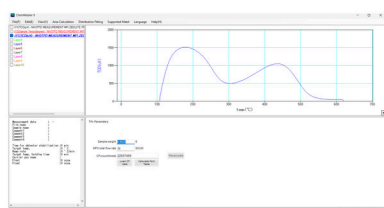
... und viele mehr!

BELCAT II

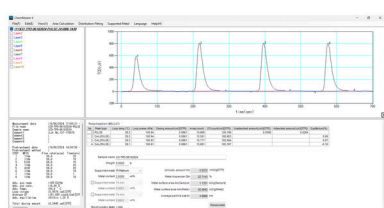
MESSBEISPIELE

**NH₃-TPD-MESSERGEBNIS EINES ZEOLITHS VOM TYP MFI**

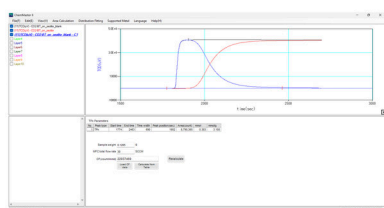
Desorptionsmenge 0,835 mmol/g (2 = H-Peakwert);
Peaktemperatur 440 °C.

**NH₃-TPD-MESSERGEBNIS EINES MFI-ZEOLITHS**

Komfortable Umwandlung zeitbasierter Daten in
temperaturabhängige Profile.

**METALLDISPERSIONSGRAD VON PT/AL₂O₃ MITTELS CO-PULSEN**

Desorptionsmenge: 0,527 cm³/g; Metalldispersionsgrad: 22,7
%; Metalloberfläche: 1,13 m²/g; Metallpartikelgröße: 4,99 nm.
Vollautomatische Basislinienkorrektur und Integration der
Pulse für eine mühelose Datenauswertung.

**MESSUNG DER CO₂-ADSORPTIONS-DURCHBRUCHSKURVE**

Adsorbierte CO₂-Menge: 3,18 mmol/g. Blankmessung
(schwarz), Durchbruch-Adsorptionsexperiment (rot) und
berechnete Differenz als adsorbierte Menge (blau). BELMASS II
ermöglicht eine Mehrkomponenten-Durchbruchsanalyse.

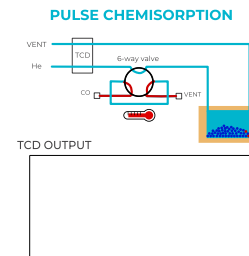
BELCAT II

GRUNDLAGEN DER KATALYSATORCHARAKTERISIERUNG

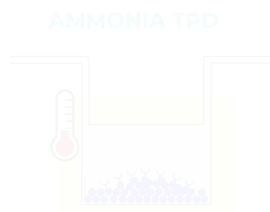
PULSMESSUNG

Der Dispersionsgrad des Metalls ist ein entscheidender Parameter in der heterogenen Katalyse. Er bezeichnet den Anteil der Metallatome auf der Oberfläche eines Katalysators im Verhältnis zur Gesamtzahl der vorhandenen Metallatome (häufig in Prozent angegeben).

Die Metalldispersion kann über Pulschemisorption mit Gasen wie CO oder H₂ bestimmt werden, die selektiv an der Metalloberfläche chemisorbieren. Eine definierte Gasmenge wird wiederholt eingepulst, bis Sättigung erreicht ist. Die Differenz der Peakflächen zwischen ungesättigtem und gesättigtem Zustand entspricht der adsorbierten Menge.



TEMPERATURPROGRAMMIERTE DESORPTIONSMESSUNG (TPD)



Diese Methode untersucht die chemische Adsorption auf festen Oberflächen; im Spektrum ist die Konzentration des desorbierten Gases über der Temperatur aufgetragen. Durch kontinuierliche Erhöhung der Proben temperatur und Detektion des desorbierten Gases lassen sich Menge und Stärke energetisch unterschiedlicher Adsorptionsstellen bestimmen.

NH₃-TPD bewertet saure Zentren, CO₂-TPD basische Zentren; CO-TPD und H₂-TPD charakterisieren aktive Metallzentren.

BELCAT II

TEMPERATURPROGRAMMIERTE METHODEN

TPR, TPO, TPX und TPSR sind leistungsfähige Methoden zur Analyse der Reaktivität fester Katalysatoren. Sie erhöhen schrittweise die Proben temperatur und überwachen zugleich den Eduktverbrauch oder die Produktbildung. So werden Redoxverhalten und Reaktionsdynamik kontinuierlich beobachtet und Eigenschaften wie Reduktionstemperatur, Oxidationsverhalten und Reaktionsschritte ermittelt.

Temperaturprogrammierte Reduktion (TPR)

Temperaturprogrammierte Oxidation (TPO)

- | Temperaturprogrammierte Reduktion (TPR): Charakterisierung der Reduzierbarkeit und der Wechselwirkung von Metalloxiden und geträgerten Katalysatoren unter Temperaturprogrammen mit reduzierenden Gasen.
- | Temperaturprogrammierte Oxidation (TPO): Bewertung von Oxidationszuständen, Koksablagerung und Reaktivität durch programmierte Beaufschlagung mit oxidierenden Gasen.
- | Temperaturprogrammierte Reaktion (TPX): Untersuchung katalytischer Reaktionen unter variierenden Temperaturprogrammen zur Simulation von Betriebsbedingungen.
- | Temperaturprogrammierte Oberflächenreaktionen (TPSR): Präzise Beobachtung katalytischer Oberflächenreaktionen in Abhängigkeit von der Temperatur.

MESSUNG DER ADSORPTIONS-DURCHBRUCHSKURVE

Die Durchbruchskurve beschreibt die Konzentration eines Adsorptivs, das eine Adsorptionssäule im Zeitverlauf passiert. Anfangsphase: Das Adsorbens nimmt das Adsorptiv effektiv auf.

Durchbruchpunkt: Die Konzentration im Ablauf beginnt anzusteigen. Gleichgewichtsphase: Die Konzentration im Ablauf entspricht der Zulaufkonzentration, da das Adsorbens gesättigt ist.

BET-ANALYSE DER SPEZIFISCHEN OBERFLÄCHE

Die spezifische Oberfläche ist die Gesamtoberfläche pro Masseneinheit trockener Substanz. Die BET-Methode misst die desorbierte Gasmenge, nachdem die Probe bei Flüssigstickstofftemperatur unter einem mit Helium verdünnten Adsorptivgasstrom abgekühlt und anschließend wieder auf Raumtemperatur gebracht wurde.

BELCAT II

TECHNISCHE DATEN

Messmethode	Dynamische Durchflussmethode
Detektor	4-Element-Wärmeleitfähigkeitsdetektor (TCD)
Mess- / Vorbehandlungspoints	1
Adsorptionsgase	He, Ar, N ₂ , O ₂ , H ₂ , CO, CO ₂ , NH ₃ , N ₂ O, NO, etc.
Gasanschlüsse: Gesamt	8
Gasanschlüsse: Carrier gas line	3 von 8 (nicht korrosionsbeständige Gasanschlüsse)
Gasanschlüsse: Mix line	8 von 8 (inklusive 2 korrosionsbeständige Gasanschlüsse)
Gasanschlüsse: Pretreatment / pulse line	8 von 8 (inklusive 2 korrosionsbeständige Gasanschlüsse)
Massendurchflussregler: Carrier gas line	F.S. 100 sccm
Massendurchflussregler: Mix line	F.S. 30 sccm
Massendurchflussregler: Pretreatment / pulse line	F.S. 100 sccm
Elektrischer Ofen	Maximale Temperatur: 1.200 °C (1.100 °C für die Standardnutzung) Quick Cooling: 30 Min. (400→50 °C) Cryo Cooling: 10 Min. (800→30 °C) CATCryo II: bis zu -120 °C Heizraten: bis zu 110 °C/Min. (50–500 °C) / bis zu 80 °C/Min. (50–1000 °C)
Adsorptionsdämpfe (Option)	H ₂ O, CH ₃ OH, C ₂ H ₅ OH, Toluol, Benzol, etc.
Abmessungen (B x H x T), Gewicht	500 x 750 x 500 mm, 80 kg
Voraussetzungen: Gas	Messgas: 0,1 MPa (Überdruck) Druckluft: 0,45 bis 0,55 MPa (Überdruck); Anschluss: 1/8" Swagelok-Verbindung
Voraussetzung: Stromversorgung	Einphasig, AC110 / 220V
CE-zertifiziert	ja
Dampf (optional): Temperaturbereich	Bubbling bottle: Pyrex, 100 cc, 3 to 100 °C, temperature control via Peltier element
CATCryo II (optional): Verfahren zur Temperaturregelung	LN ₂ -Spray + Heizelement
CATCryo II (optional): Temperaturbereich	Temperaturbereich: -120 ~ 1200 °C (1.100 °C für die Standardnutzung)
CATCryo II (optional): LN ₂ Dewar-Volumen	10 L
Externe Gasmischeinheit (optional): Gasanschluss	1 ~ 3 (upgradable to a maximum of 3 MFCs) Joint: 1/8-inch Swagelok connection
Externe Gasmischeinheit (optional): Massendurchflussregler	F.S.: 30 sccm (0,6 ~ 30 sccm (N ₂)) Korrosionsbeständige Massendurchflussregler.

BELCAT II

KONTAKT →

www.microtrac.com/de/contact-services/general-request/?prefilltext=contact_form.request&product=605

ANGEBOTSANFRAGE →

www.microtrac.com/de/contact-services/quote-request-form/?prefilltext=contact_form.quote_request&product=605



MICROTRAC
a **VERDER** company

www.microtrac.com/de/produkte/gas-adsorptionsmessung/katalysatorevaluierung/belcat-ii/

© Microtrac – www.microtrac.com / Inhalte können Änderungen oder Korrekturen unterliegen