

Prozessoptimierung mit Microspheres-Katalysatoren

Edelmetallbasierte Katalysatoren schließen die Lücke zwischen Batch- und kontinuierlichen Verfahren

Die pharmazeutische Industrie befindet sich zunehmend im Wandel von Batch-Verfahren hin zu kontinuierlichen Prozessen, um Effizienz und Nachhaltigkeit zu verbessern. In diesem Kontext hat Heraeus Precious Metals einen edelmetallbeschichteten Kohlenstoff(C)-Microspheres-Katalysator entwickelt, der in beiden Betriebsarten eingesetzt werden kann.

Die Umstellung auf kontinuierliche Prozesse birgt zahlreiche Vorteile, darunter günstigere katalytische Eigenschaften, verbesserte Selektivität, geringere Katalysatorverluste und einfachere Skalierbarkeit. Insbesondere in der pharmazeutischen Produktion eröffnet dieser Wandel Möglichkeiten zur Prozessoptimierung, die zu einer verbesserten Produktqualität, höherer betrieblicher Effizienz und Kosteneffizienz führen.

Traditionell werden in der pharmazeutischen Industrie pulverförmige Katalysatoren im Batch-Verfahren verwendet. Mit dem Übergang zu kontinuierlichen Prozessen (Fixed Bed, Fluidized Bed) wird jedoch die Verwendung geformter Katalysatoren erforderlich, um die präzise Kontrolle der Reaktionsparameter zu gewährleisten und hochwertige Produkte zu erzeugen. Die Auswahl des richtigen Katalysators ist von entscheidender Bedeutung, da mehr als 80% der industriellen Prozesse auf dem effizienten Einsatz von Katalysatoren basieren. An dieser Stelle hat Heraeus neben anderen Entwicklungsprojekten die Entwicklung von edelmetallhaltigen Katalysatoren auf C-Microspheres gestartet. Die entwickelten edelmetallbeschichteten C-Microspheres-Katalysatoren erhöhen die Prozesseffizienz und Nachhaltigkeit, da sie flexibel in Batch- und kontinuierlich betriebenen Reaktoren eingesetzt werden können.

Microspheres-Katalysatoren kombinieren die Vorteile

Katalysatoren auf der Basis von C-Microspheres eröffnen neue Möglichkeiten und gehen über die herkömmlichen Formkatalysatoren auf Edelmetallbasis hinaus. Sie vereinen die Vorteile von Pulver- und Formkatalysatoren, aufgrund ihrer geringen Partikelgröße im Vergleich zu herkömmlichen geformten Aluminiumoxid- oder Kohlenstoffkatalysatoren, eignen sie sich ideal für den Einsatz in kleinen Anlagen und Mikroreaktoren.



Artur Gantarev,
Heraeus Precious Metals



Franziska Heck,
Heraeus Precious Metals

Die günstigen physikalischen Eigenschaften der C-Microspheres-Katalysatoren, wie eine enge Partikelgrößenverteilung (300 und 600 µm), eine hohe spezifische Ober-



fläche des Edelmetalls auf den Microspheres und die Sicherstellung einer hohen Aktivität in heterogen-katalytischen Hydrierungsreaktionen. Um die katalytische Aktivität zu bestimmen, wurden Hydrierungen an Testreaktionen wie z. B. der Hydrierung

matische Variation dieser Faktoren wurde eine deutliche Verbesserung der Hydrierungsaktivität erzielt.

Zunächst wurde der Einfluss der Vorbehandlung auf die Katalysatoraktivität untersucht, wobei eine signifikante Erhöhung der Aktivität

rungsaktivität und die Pd-Verteilung bewertet, wobei festgestellt wurde, dass Reduktionsmittel B zu einer Steigerung der Aktivität von 15% führte unter sonst gleichen Reaktionsbedingungen.

Vergleich von Pt- und Pd-basierten Microspheres-Katalysatoren

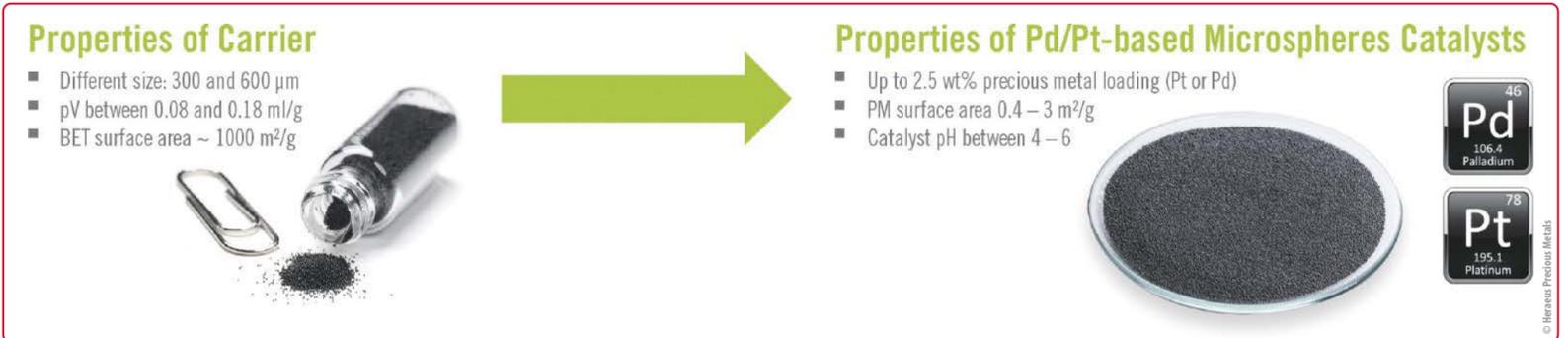
Neben dem Palladium-haltigen Katalysatoren wurden auch Platin-haltige Microspheres-Katalysatoren mit Hilfe einer analogen, optimierten Syntheseroute erfolgreich hergestellt. Die Ergebnisse zeigen Unterschiede in der jeweiligen katalytischen Leistung, wobei Platin-Microspheres-Katalysatoren eine höhere Aktivität bei der Hydrierung von Nitrobenzol und Palladium-haltige Microspheres-Katalysatoren eine höhere Aktivität bei der Hydrierung von Crotonsäure aufweisen. Dieses Verhalten ähnelt dem Verhalten von pulverförmigen kohlenstoffbasierten Katalysatoren aus dem Heraeus Portfolio.

ZU DEN PERSONEN

Artur Gantarev studierte Chemie an der RWTH Aachen. Im Jahre 2022 trat er Heraeus als Global Technical Sales Manager für chemische Katalysatoren bei. Sein Ziel ist es, für Geschäftspartner eine All-in-One-Lösung anzubieten, um sowohl kommerzielle als auch technische Fragen in allen Einzelheiten zu klären.

Franziska Heck studierte Chemie an der TU Darmstadt und ist seit 2022 als Projektleiterin in der „Innovation heterogene Katalyse“ bei Heraeus Precious Metals tätig. In dieser Rolle ist sie für die kontinuierliche Weiterentwicklung des bestehenden Produktportfolios sowie den Übertrag vom Labor- in den Produktionsmaßstab zuständig.

Microsphere-Katalysatoren auf C-Microspheres-Trägern könnte eine vielversprechende Lösung darstellen, um die Lücke zwischen



Graphik 1: Eigenschaften des Kohlenstoff-Microspheres-Trägers und der Pd/Pt-haltigen Katalysatoren auf Microspheres.

fläche und ein hohes Porenvolumen in Kombination mit einer hohen Bruchfestigkeit und reduziertem Abrieb ermöglichen ihren Einsatz unter schwierigen Reaktionsbedingungen in Festbett- und Batch-Reaktoren. Diese Eigenschaften erweitern die Anwendungsmöglichkeiten und machen die Microspheres-Katalysatoren zu einer vielseitigen und robusten Option für verschiedene Produktionsprozesse.

Optimierung der Herstellverfahren von Microspheres-Katalysatoren

Das Hauptziel der systematischen Optimierung der Präparationsbedingungen war die homogene Verteilung

von Nitrobenzol und Crotonsäure durchgeführt. Während die homogene Verteilung des Edelmetalls auf dem Träger mittels Rasterelektronenmikroskopie mit energiedispersiver Röntgenspektroskopie (SEM/EDX) bewertet wurde.

Die Optimierung der Katalysatorherstellung umfasste die Untersuchung der Vorbehandlung der C-Microspheres, die Auswahl der Edelmetallvorläuferlösung und die Wahl des Reduktionsmittels, wie Natriumformiat, Ameisensäure oder Formiergas. Durch die syste-

bei der Hydrierung von Nitrobenzol unter optimierten Bedingungen beobachtet wurde. In einem weiteren Schritt wurden verschiedene Edelmetallvorläuferlösungen getestet, wobei eine Steigerung der Hydrieraktivität von etwa 50% für die Testreaktion mit Nitrobenzol erzielt wurde. Die Verwendung von Vorläufer B führte zu einer deutlich homogeneren Verteilung des Edelmetalls auf dem Träger im Vergleich zu Vorläufer A. Schließlich wurde der Einfluss verschiedener Reduktionsmittel auf die Hydrie-

Vergleich mit pulverförmigen Katalysatoren

Um den Übergang von Batch- zu kontinuierlichen Verfahren zu erleichtern, werden Katalysatoren benötigt, die in beiden Betriebsarten eingesetzt werden können. Um die neuartigen Microspheres-Katalysatoren mit herkömmlichen Pulverkatalysatoren zu vergleichen, wurden zwei Katalysatoren mit gleicher Edelmetallbeladung (1 Gew.-% Pt) sowohl auf Kohlenstoffpulver als auch auf einem Microspheres-Träger hergestellt.

Mit vergleichbaren Oberflächen von etwa 1.230 und 1.330 m²/g zeigen beide Katalysatoren ähnliche Eigenschaften. In den Hydrierreaktionen wurden beide Katalysatoren getestet und ihre Aktivität in Graphik 2 verglichen. Es konnte eine verbesserte Hydrierungsreaktivität sowohl bei der Umsetzung von Nitrobenzol als auch bei der Umsetzung von Crotonsäure beobachtet werden. Die Vermutung liegt nahe, dass die geringere Partikelgröße der aktiven Phase auf der Oberfläche des Microspheres-Katalysators für die höhere Umsatzrate verantwortlich ist. Weitere Untersuchungen werden derzeit durchgeführt, um diese Hypothese zu bestätigen.

Zusammenfassung und Ausblick

Die präsentierte Entwicklung von Platin- und Palladium-haltige

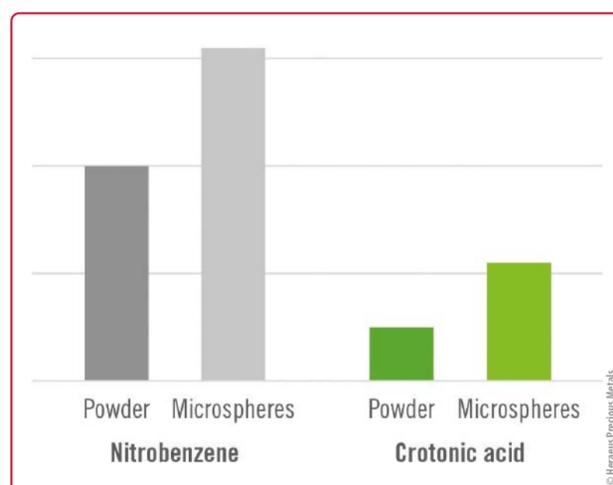
Batch- und kontinuierlichen Prozessen zu überbrücken. Durch die Optimierung der Präparationsmethode wurde eine signifikante Steigerung der Hydrieraktivität erreicht, während gleichzeitig eine homogene Verteilung des Edelmetalls auf den Microspheres gewährleistet wurde. Die Verwendung von C-Microspheres als Trägermaterial bietet zahlreiche Vorteile wie eine hohe spezifische BET-Oberfläche, mechanische Robustheit und leichtes Filtrationsverhalten.

Die zukünftige Forschung und Optimierung von Microspheres-Katalysatoren wird auf einer Erweiterung des Katalysatorportfolios sowie einer Verbesserung der Katalysatorsysteme abzielen. Aktuell wird die Entwicklung von Ruthenium-haltigen Microspheres-Katalysatoren gestartet.

Franziska Heck, Projektleiterin, und Artur Gantarev, Global Technical Sales Manager, Heraeus Precious Metals GmbH & Co. KG, Hanau

■ franziska.heck@heraeus.com
■ artur.gantarev@heraeus.com

Literaturangaben können bei den Autoren angefordert werden.



Graphik 2: Vergleich der Hydrierungsaktivität von 1%igen platinbasierten Microspheres-Katalysatoren und Pulverkatalysatoren.

Partnerschaft soll frühen Einstieg in die Flow-Chemie erleichtern

Taros Chemicals und Ehrfeld Mikrotechnik vereinbaren kombiniertes Marktangebot

Ehrfeld Mikrotechnik und Taros Chemicals haben eine Partnerschaft vereinbart, um Unternehmen der Chemie- und Pharmaindustrie den frühen Zugang und Einsatz von Flow-Chemie als performantes und zukunftsweisendes Forschungs- und Syntheseverfahren zu erleichtern.

Die Zusammenarbeit kommt zu einer Zeit, in der die Branche weltweit mit strengeren Regularien im internationalen Chemikalienrecht sowie

gleichzeitig steigenden Anforderungen an Produktqualität und Produktionssicherheit konfrontiert ist und sich um innovative Lösungen abseits tradierter Produktionsmethoden bemühen muss.

Ehrfeld ist ein führender Anbieter von Reaktoren, Mischern und Wärmeüberträgern für die Mikroreaktionstechnik. Taros ist ein international tätiges Auftragsforschungs- und Produktionsunter-

nehmen (CDMO). Die Partnerschaft der beiden Schlüsselakteure, die erstmalig Hochleistungshardware mit fundierter chemischer Syntheseforschungsexzellenz verbindet, ermöglicht es Kunden, bereits sehr früh im chemischen F&E Prozess die Flow-Chemie als Alternative zur herkömmlichen Batch-Chemie schnell und effizient zu validieren und künftige Synthesen im Großmaßstab auf die Einsatzvorteile

von praxiserprobten, hochmodernen Flow-Reaktoren vom Labor bis zum Tausend-Tonnenmaßstab vorzubereiten. Rafael Kuwertz, Geschäftsführer von Ehrfeld Mikrotechnik: „Die Kombination unserer Stärken eröffnet spannende neue Möglichkeiten für Innovation und Wachstum; dies insbesondere für mittelständische Unternehmen, die schnell und flexibel im globalen Wettbewerb agieren wollen.“ (mr) ■

Der Karriereservice für Chemie und Life Sciences

Von Chemikern für Chemiker

Nutzen Sie das Netzwerk der GDCh:

- Stellenmarkt – Online und in den *Nachrichten aus der Chemie*
- CheMento – das GDCh-Mentoringprogramm für chemische Nachwuchskräfte
- Publikationen rund um die Karriere
- Coachings und Workshops
- Jobbörsen und Vorträge
- Einkommensumfrage und Rechtsberatung