

Gradmesser im Reaktor

Multipoint-Thermoelemente für zuverlässige Temperaturmessungen in Rohrbündelreaktoren

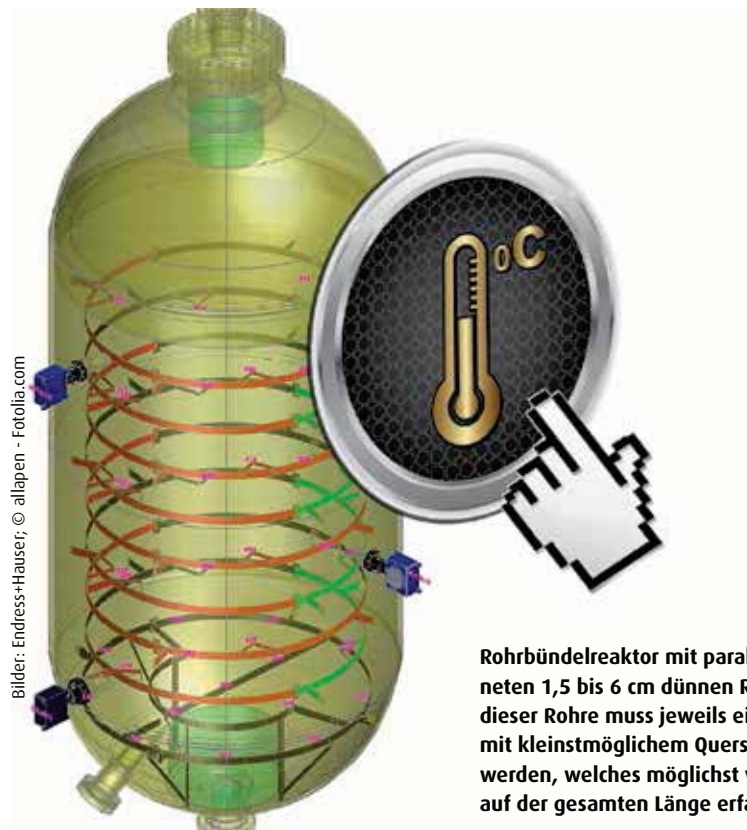
Temperatur ist der meist gemessene Parameter in der Prozessautomatisierung. Dadurch entsteht eine enorme Vielfalt von Anforderungen. Am Beispiel der Temperaturmesstechnik für Reaktoren wird die Wichtigkeit einer zuverlässigen Temperaturerfassung deutlich.

TIMO GAUMERT

● Eine der großen Herausforderungen in der Temperaturmesstechnik sind Multipoint-Thermoelemente in chemischen Reaktoren. Dort haben zuverlässige Temperaturmessungen einen hohen Stellenwert für den sicheren und effizienten Betrieb der Gesamtanlage. Bei einem großen Chemieunternehmen kam 2008 das Thema der Temperaturmessung für die katalytische Hydrierung auf. Damals stand ein geplanter Stillstand des Hydrierreaktors an. Für die vom Erstausrüster verbauten Mehrfach-Thermoelemente sah das Unternehmen einigen Optimierungsbedarf. Beispielsweise gab es Schwierigkeiten in der Handhabung dieser speziellen Sensoren, sodass die einzelnen Elemente während des Ein- bzw. Ausbaus aufgrund der extremen Starrheit für Beschädigungen anfällig waren. Die Folge davon war in der Vergangenheit das Fehlen von einigen Temperaturmesspunkten nach dem Anfahren der Anlage. In Zusammenarbeit mit Endress+Hauser sollte an dieser Stelle Abhilfe geschaffen werden.

Messung des Temperaturprofils bei katalytischen Reaktionsverfahren

Die Tragweite der fehlenden Messpunkte wird deutlich, wenn man sich näher mit den Prozessabläufen in Festbettreaktoren beschäftigt. Festbettreaktoren sind grundsätzlich in zahlreichen chemischen, petrochemischen und Raffinerie-Anlagen anzutreffen. Katalyti-



Bilder: Endress+Hauser; © allapen - Fotolia.com

sche Reaktionsverfahren sind erforderlich, wenn die Reaktion nur in Anwesenheit eines Katalysators mit ausreichend großer Reaktionsgeschwindigkeit abläuft. Hierzu zählen sehr unterschiedliche Bautypen, allgemein werden sie jedoch als Festbettreaktoren bezeichnet. Die Temperatur innerhalb der Katalysatorschüttung, des Bettes, hat eine entscheidende Aussagekraft über den Reaktionsverlauf und die Qualität der Stoffumsetzung. Die Erfassung in den unterschiedlichen Katalysatorschichten ist somit für den Betreiber unverzichtbar.

Ein Festbettreakortyp ist der Rohrbündelreaktor. In diesem befindet sich der Katalysator in parallel angeordneten, dünnen Rohren. Rohrbündelreaktoren dienen der Synthese oder Weiterverarbeitung chemischer Grundstoffe. Das Herzstück innerhalb eines Reaktormantels ist ein Rohrbündel, welches von einem Wärmeträger (siedende Flüssigkeiten, Druckwasser, Salzschmelzen) umspült wird. Jedes einzelne Rohr im Bündel ist mit Katalysatormaterial gefüllt und stellt somit einen Reaktor dar, in dem Hotspots auftreten können. Innerhalb dieser Rohre muss jeweils ein

Rohrbündelreaktor mit parallel angeordneten 1,5 bis 6 cm dünnen Rohren. Innerhalb dieser Rohre muss jeweils ein Thermometer mit kleinstmöglichem Querschnitt platziert werden, welches möglichst viele Messpunkte auf der gesamten Länge erfasst.

Thermometer mit kleinstmöglichem Querschnitt platziert werden, welches möglichst viele Messpunkte auf der gesamten Länge erfasst. Für diese Anforderungen kommen stabförmige Multipoint-Thermoelemente zum Einsatz.

Multipoint-Thermoelemente – verschiedene Bauarten

Stabförmige Multipoint-Thermometer zur Messung von Temperaturprofilen in Festbettreaktoren werden häufig mit Schutzrohr verwendet. Ein solches Thermometer besteht aus einem Schutzrohr mit Prozessanschluss, mehreren Sensoren (meist Thermoelemente) und dem Anschlussgehäuse oder einem Übergang auf wetterbeständige Thermoleitungen. Zudem ist ein Aufbau mit einzeln austauschbaren Messelementen möglich. Um hohe Reaktionsgeschwindigkeiten zu erreichen, sind die einzelnen Messpunkte wärmeleitend mit dem Schutzrohr kontaktiert. Im Anschlussgehäuse, das entweder direkt auf dem Sensor angebracht oder getrennt davon montiert wird, finden Anschlussklemmen oder Transmitter Platz.



Octopus-Systeme zur dreidimensionalen Messung im Reaktor

Octopus-Systeme bieten die Möglichkeit Messpunkte dreidimensional im Reaktor zu verteilen. Über einen gemeinsamen Prozessanschluss werden flexible Leitungen in den Reaktor eingebracht. Innerhalb des Reaktors werden die Thermoelemente entsprechend der Spezifikation verlegt, um die gewünschten Positionen der Messstellen zu erreichen. Der sichere Austausch einzelner Thermoelemente während des Stillstandes oder im laufenden Betrieb ist ein zusätzlicher Vorteil spezieller Octopus-Systeme. Durch die gewonnene Flexibilität werden Betriebs- und Wartungskosten deutlich gesenkt.

Beide Systeme werden individuell für die Messaufgabe ausgelegt. Prozessbedingungen wie Druck, Temperatur und die Art des Medi-



Anschlussgehäuse (EEx d-Ausführung) mit Transmittern für mehrere Messpunkte

ums sind hierbei entscheidend für die Auswahl von Material und Design.

Ausgewählte Konstruktionsmerkmale

Nach dieser Betrachtung der Prozessseite und der verschiedenen Multipoint-Bauarten wird deutlich, dass das zweckmäßige Design und die Zuverlässigkeit der Temperaturmesstechnik einen entscheidenden Beitrag zum sicheren und wirtschaftlichen Betrieb der Anlage leisten. Das eingesetzte Mehrfach-Messelement hat eine verantwortungsvolle Aufgabe und trägt zum reibungslosen Ablauf des Prozesses bei. Dabei misst solch ein 15-fach-Thermoelement nur sechs Millimeter im Durchmesser. Gerade dieser kleine Außendurchmesser ist entscheidend für aussagekräftige Messwerte: Denn ein Einzelrohr innerhalb des Rohrbündels von insgesamt etwa 100 Rohren bietet lediglich einen Innendurchmesser von 30 mm. Gleichzeitig muss die darin eingebettete Messkette gleichmäßig vom Katalysator umgeben sein, um die tatsächliche Reaktionstemperatur zu erfassen. Aus gleichem Grund wird jede der Messketten zunächst innerhalb des Reaktionsrohres fixiert, um nach der Befüllung mit dem Katalysator eine definierte Position zu gewährleisten und die Kontaktierung der Messkette zu den Innenwänden zu vermeiden.

Die mechanische Konstruktion der Multipoint-Thermoelemente wurde gemäß den

Anforderungen des Kunden daraufhin optimiert, bei vorliegenden bautechnischen Gegebenheiten (beispielsweise ein spezieller Reaktordeckel mit Prozessanschlüssen) den Ein- und Ausbau zu erleichtern und die etwaige Beschädigung der Sensoren auszuschließen.

Des Weiteren mussten die Bestimmungen der Druckgeräterichtlinie berücksichtigt werden. Als wichtige Qualitätsprüfung wurde bei Endress+Hauser für die gelieferten Multipoint-Thermoelemente ein kombinierter Druck- und Dichtigkeitstest bei 15 bar im Werk durchgeführt (Designdruck des Hydrierreaktors: 8 bar).

Fazit: Trotz der Unterschiede in den Bauformen und Prozessabläufen in chemischen Reaktoren bieten Multipoint-Thermoelemente in vielen Fällen eine robuste Lösung, die eine dichte Erfassung von Messpunkten unmittelbar im Prozess bei gleichzeitig geringem Platzbedarf ermöglicht. Endress+Hauser bietet hier in enger Abstimmung mit dem Betreiber maßgeschneiderte Lösungen, die langjährige Erfahrung und die Leidenschaft für die Branche Chemie erkennen lassen. Angefangen bei der Sensorik, über die Konstruktion des Prozessanschlusses und die benötigten Zeugnisse bzw. Zertifikate, bis zur Anbindung an die Prozessleitebene und die Visualisierung finden die Anforderungen in Bezug auf Sicherheit und Effizienz Berücksichtigung.

PROCESS PLUS

Digital • Mehr zu diesem Thema finden Sie unter dem Stichwort „Multipoint-Thermoelemente“ auf process.de.

Services • Lernen Sie in einem Webinar auf process.de verschiedene Varianten von Temperatursensoren und Tipps für deren richtigen Einsatz kennen (Suche „Webinar Temperatursensorik“).

Kompetenz in Temperatur und Dichte.

Ludwig Schneider

www.ludwig-schneider.com

Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-K-15223-01-00