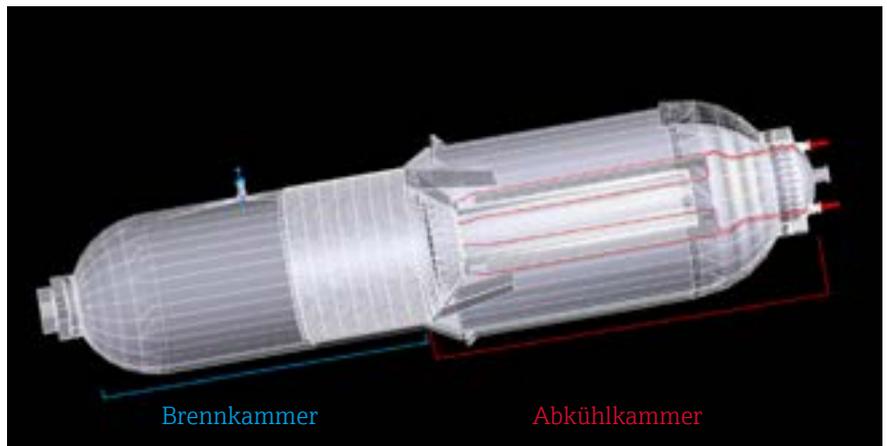


Kombi-Prozess mit integrierter Vergasung (IGCC) Temperaturüberwachung innerhalb der Brennkammer und der Abkühlkammer

Die Vorteile auf einen Blick

- Prozessoptimierung
- Zuverlässigkeit
- Sicherheit
- Leistungsüberwachung und Wartung
- Umweltkonformität



Der Kunde, ein großes europäisches Energieunternehmen, betreibt eine große integrierte Raffinerie und Petrochemieanlagen, die zur Produktion und Lieferung von raffinierten Mineralölprodukten, Energieprodukten und Petrochemikalien beitragen. Hochtemperaturreaktoren (Vergaser) werden zur Herstellung von Synthesegas durch Dampfreformieren oder partielle Oxidation von flüssigen Kohlenwasserstoffen, Erdgas oder Kohle in der Anlage des Kunden verwendet. Diese Anwendung ist auch als Kombi-Prozess mit integrierter Vergasung (IGCC) bekannt.

Anlagenarchitektur

Brennkammer: Die teilweise Oxidationsreaktion von Öl erfolgt mit Druckdampf. Die Brennkammer hat ein durchschnittliches Volumen von 25-30 m³ und hat oben eine Kuppel mit einem Brenner, in dem die Prozessflüssigkeit vorgewärmt wird. Die Brennkammer wird aufgrund der hohen Betriebstemperatur (im Bereich von 1200 bis 1450 °C) mit 3 Lagen feuerfesten Werkstoffs ausgekleidet.

Abkühlkammer: Hier wird das hergestellte Synthesegas heruntergekühlt. Die Abkühlkammer wird durch ein intern prozessberührendes DIP-Rohr mit der Brennkammer verbunden, wobei die Wasserströme die gasförmigen Ströme auf 210 °C abkühlen.

Die Herausforderung

Die größte Herausforderung sind die extremen und rauen Betriebsbedingungen in der Vergasungsanlage. Bei diesen Bedingungen tragen mehrere Faktoren zur Schwierigkeit einer genauen Temperaturmessung bei:

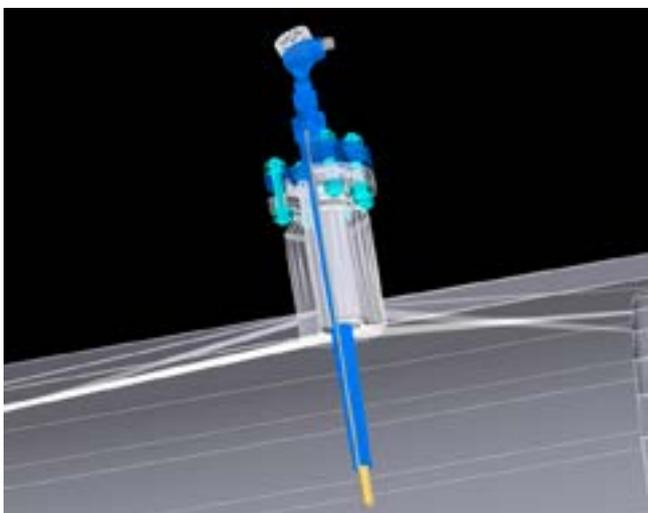
- **Raue Betriebsbedingungen:** Extrem hohe Temperaturen mit mehr als 1200 °C in einigen Bereichen und Hochdruckverbrennung bei 45 bar.
- **Korrosive Atmosphäre:** Vorhandensein von Gasen wie Schwefelwasserstoff, die die Leistung und Lebensdauer von Temperatursensoren verringern können.
- **Eingeschränkter Zugang und Montagemöglichkeiten:** Nur begrenzte Eintrittspunkte in das geschlossene System einer Vergasung und der Reaktorwände unter hohem Druck.

Brennkammer

- Betriebstemperatur 1200 bis 1450 °C
- Die innere Reaktoroberfläche ist mit drei Schichten aus feuerfestem Material mit unterschiedlicher Wärmeausdehnung ausgekleidet
- Während des Betriebs verschieben sich die feuerfesten Auskleidungen aufgrund des thermischen Gradienten ΔT zwischen den 3 Schichten auf unterschiedliche Weise nach oben
- Thermometer, das beim Durchgang durch die Ziegel jeder feuerfesten Schicht einer hohen mechanischen Belastung ausgesetzt ist
- Schutzrohre müssen aus verschiedenen Materialien hergestellt werden, um mechanische Festigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit zu gewährleisten

Abkühlkammer

- Kurze Übergangszone von der Verbrennung zum Abkühlen mit schnellem Temperaturwechsel (ca. 900 °C)
- Großes Wärmegefälle in nur 50 - 80 cm
- Temperaturmessung an vier repräsentativen Bolzen des Abkühlrings
- Schwierige Installation, da die Übergangszone vom Boden der Kammer aus erreicht werden muss
- Lange Einsätze für den langen Weg von den Düsen zu den Bolzen erforderlich
- Installation entlang der Innenfläche des Tauchrohrs, wo die stärksten Vibrationen auftreten, da das Gemisch aus Gas und Wasser unter hohen Temperaturschwankungen und Druck intensive Turbulenzen erzeugt



Unsere Lösung

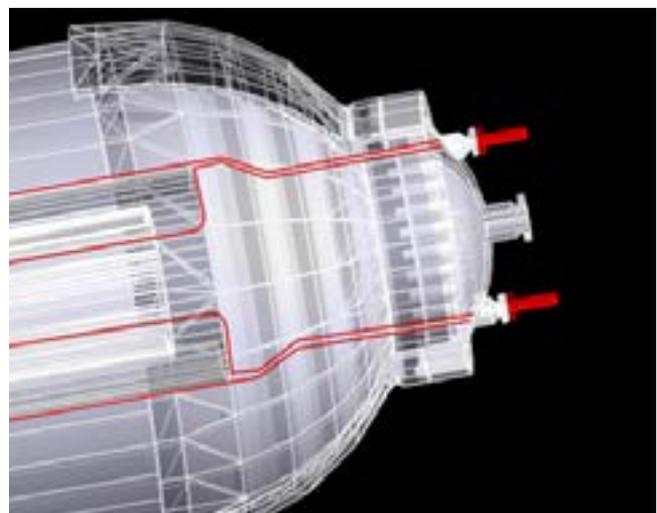
Um den Herausforderungen des Kunden gerecht zu werden, wurden von Endress+Hauser spezielle Temperaturmessverfahren und Sensoren entwickelt, die für hohe Temperaturen und raue Umgebungen ausgelegt sind. Diese sogenannten Temperature Engineered Solutions (TES) basieren auf Standardprodukten, die an spezifische Kundenanforderungen angepasst sind. Beide Baugruppen sind hochgradig modular aufgebaut, um die Wartung durch Ersatzteilplanung zu erleichtern, und enthalten austauschbare Sensoreinsätze.

Brennkammer: TAF16

- Schutzrohr aus hochentwickelten Materialien und mit mehreren Dichtungsmänteln
- Schutzrohr aus mehreren Dichtungsmänteln aus hochentwickeltem, porenfreiem keramischem Aluminiumoxid, wie Typ C799, kombiniert mit einem inneren Schutzrohr aus Tantal für eine nahezu nicht vorhandene Wasserstoffdiffusion
- Das Schutzrohr ist außen durch eine Hülse aus einer Nickel-Chrom-Legierung verstärkt, um der mechanischen Belastung durch die Wärmeausdehnung der feuerfesten Auskleidung standzuhalten
- H₂-Leckerkennung über die in den Prozessanschluss integrierte Dual Seal-Funktion zur Geräteüberwachung
- Dichtungsbarriere bei hohem Druck (60 bar) und hoher Temperatur (270 °C)

Abkühlkammer: iTHERM MultiSens Flex TMS02

- Kontinuierliche und zuverlässige Mehrpunkt-Temperaturmessung während der durchschnittlichen Zeit zwischen zwei Reaktorwartungszyklen (12 - 16 Monate)
- Jedes Thermometer verfügt über vier Messpunkte (zwei aktive Sensoren und zwei Ersatzsensoren)
- Lange Eintauchlänge: 8,2 m
- Messeinsätze mit erhöhter Wandstärke
- Hoch korrosions- und vibrationsbeständiges Ummantelungsmaterial (Incoloy 825)
- Leckerkennung über eine mit Ventilen ausgestattete Diagnosekammer
- Messeinsatzspitzen, die in spezifische, als Schutzrohre gefertigte, repräsentative Bolzen eingepasst/eingesetzt werden



✓ Die Vorteile auf einen Blick

- **Prozessoptimierung:** Genaue Temperaturmessungen in der Brennkammer ermöglichen eine optimierte Vorwärmung der Einsatzmaterialien und ein gleichmäßiges thermisches Verhalten bei der Reaktion mit der gewünschten Temperatur. **Die Optimierung wird erreicht, wenn die ermittelte Temperatur nahe der Nenntemperatur der Reaktion bei minimalem Brennstoffverbrauch des Brenners liegt.**
- **Zuverlässigkeit:** Die genaue Temperaturmessung ermöglicht die Überwachung der Betriebstemperatur der inneren feuerfesten Schichten, die durch mögliche heiße Prozesszonen nach und nach verbraucht werden. Ein hoher Verbrauch an feuerfestem Material kann dazu führen, dass sich die Metallhülle der Brennkammer über ihre maximal zulässige Auslegungstemperatur hinaus erhitzt, was die mechanische und korrosive Beständigkeit der Legierungen beeinträchtigt.
- **Sicherheit:** Die Dual-Seal-Leckerkennung durch die Diagnosekammer erhöht das Sicherheitsniveau und ermöglicht den Betrieb des Geräts auch bei Wasserstoffdiffusion durch die benetzten Komponenten.
- **Leistungsüberwachung und Wartung:** Genaue und sehr punktuelle Temperaturmessungen ermöglichen die Berechnung des thermischen Gradienten durch bestimmte Zonen des Vergasers entlang des Abkühlrings (z. B. durch den Durchgang zwischen Brenn- und Abkühlkammer). Darüber hinaus gibt die Erkennung von unterbrochenen Gradienten rund um den Abkühlring Aufschluss über die Restlebensdauer der Verbindungsbolzen (bzw. der feuerfesten Schichten), die bei einem Anlagenstillstand ersetzt werden müssen.
- **Umweltkonformität:** Der doppelte Dichtungsschutz und die Leckageerkennung stellen sicher, dass der Vergaser die Vorschriften für die Emission giftiger Flüssigkeiten einhält, und verlängern die Lebensdauer der feuerfesten Materialien, die sonst ersetzt werden müssten.

Montage des iTHERM MultiSens Flex TMS02



Dienstleistungen

Bei beiden Produkten wurde die kundenspezifische Entwicklung der Standardprodukte in enger Zusammenarbeit mit dem prozesstechnischen Team des Kunden durchgeführt, um die bestmögliche Produktintegration in den Vergaser zu erreichen. Dieser beratende Ansatz führte dazu, dass Endress+Hauser auch die Detailkonstruktion neuer Verbindungsbolzen des Abkühlrings und neuer Querschnitte der Instrumenteneinführungszone durch die feuerfesten Schichten anbot und lieferte.

- Thermische Modellierung der Produkte
- Platzierung und Befestigung der Einsätze im Inneren der Abkühlkammer
- Modellierung des inneren Reaktors
- Überwachung der Installation

Ergebnis

Die kontinuierliche Temperaturerfassung in der Brennkammer mit Messgeräten von Endress+Hauser und deren lange Lebensdauer von 12 - 16 Monaten sorgt für minimale Wartungsstillstände und optimierten Brennstoffverbrauch der Prozessbrenner. Durch die ständige Temperaturüberwachung wird die Überhitzung der Metallwände des Behälters vermieden. Das robuste Thermometer gewährleistet die Leistung der feuerfesten Auskleidung und zeigt die Verbrauchsrate an. Es ermöglicht die Erfassung schneller Temperaturänderungen, um die vollständige Dichtheit des Produkts gegenüber den gefährlichen Prozessmedien sicherzustellen, falls sich unvorhergesehene feuerfeste Ziegel im Installationsbereich des Geräts lösen.

In der Abkühlkammer wird das thermische Verhalten der inneren feuerfesten Schicht genau überwacht, um die maximale Temperatur an der Oberfläche des Innenkonus zu ermitteln, an dem der wichtige Abkühlring für die Wassereinspritzung angeschlossen ist. Durch die Überwachung der Betriebstemperatur der Bolzen, die den Abkühlring mit dem Tauchrohr verbinden, wird die Unversehrtheit des gesamten Bolzensatzes über einen langen Zeitraum sichergestellt und die durchschnittliche Zeit zwischen zwei Inspektionen verringert.