

## NEWSLETTER 2018-01

### Sicherheitsaspekte bei Hydrierungen

**Hydrierungen sind mit erheblichen Risiken behaftet. Da ist auf der einen Seite der Umgang mit Wasserstoff unter Anwesenheit von zuweilen pyrophoren Katalysatoren und auf der anderen Seite noch das hohe thermische Potential der Haupt- und z.T. auch Nebenreaktionen. Es ist daher ratsam die einzelnen Prozessschritte genau zu betrachten, um geeignete Sicherheitsmassnahmen zu ergreifen.**

Wasserstoff ist besonders gefährlich aufgrund seines breiten Explosionsbereiches mit einer unteren Explosionsgrenze von 4 Vol.-% und einer oberen Explosionsgrenze von 77 Vol.-% in Luft. Dazu kommt eine sehr geringe Mindestzündenergie MZE von 17  $\mu$ J. Als sehr kleines Molekül mit einer geringen Viskosität diffundiert Wasserstoff sehr leicht durch viele Materialien und kann damit zu Leckagen führen. Ausserdem werden bei Hydrierungen oft brennbare Lösemittel verwendet sowie pyrophore Katalysatoren.

Hydrierungen werden üblicherweise als heterogene Reaktionen durchgeführt: die Ausgangsstoffe in der flüssigen Phase, der Katalysator als Feststoff suspendiert und Wasserstoff in der Gasphase. Dementsprechend ist die Reaktionsgeschwindigkeit oft stofftransportkontrolliert (Wasserstoffübergang von der Gasphase in die flüssige Phase und Transport von Reaktand und Wasserstoff zum Katalysator). Diese Besonderheit erlaubt es bei Störungen die Wasserstoffdosierung und den Rührer zu stoppen und den Reaktor zu entlasten. Allerdings setzen diese Massnahmen Kenntnisse des Reaktionsmechanismus voraus: bilden sich Zwischenprodukte und sind diese stabil?

Messungen im Reaktionskalorimeter unter Wasserstoffdruck erlauben die Bestimmung der Reaktionswärme und Reaktionsgeschwindigkeit sowie deren Begrenzung durch Stofftransport abzuklären. Wir verfügen über verschiedene Rührer, die es erlauben das Kalorimeter als ein Modell des Betriebsreaktors zu betrachten. Damit ist es letztlich möglich das Stoppen des Rührers als wirksame Massnahme zum Anhalten der Reaktion zu prüfen. Die Messung des Wasserstoffverbrauchs dient der Berechnung der Akkumulation und gibt Hinweise auf eine Änderung des Reaktionsmechanismus.



Differentialthermoanalyse (DSC) gibt Aufschluss über die Stabilität der Reaktionsmasse zu verschiedenen Zeitpunkten: Anfangsreaktionsmasse, Endreaktionsmasse sowie auch von Zwischenstufen. Ausserdem ist es möglich die Auswirkungen einer Reihe typischer Abweichungen wie z.B. das Absetzen des Katalysators zu prüfen: eine erhöhte lokale Konzentration von Katalysator kann die Stabilität der Reaktionsmasse beeinträchtigen.

Nach erfolgter Reaktion muss der Reaktor sicher entlastet werden. Es gilt dabei eine explosionsfähige Atmosphäre in der Entlastungsleitung zu verhindern. Genauso wichtig ist es Verunreinigungen zu verhindern, sei es durch das Eindringen von Wasserstoff in andere Anlagenteile, oder durch das mitschleppen von Katalysator. Wenn die Entlastung zu schnell erfolgt, kann der Gasstrom Flüssigkeit und darin

suspendierten Katalysator mitreissen. Feuchter Katalysator kann in der Entlastungsleitung austrocknen und stellt dann eine potentielle Zündquelle dar. Verschiedene Vorgehensweisen erlauben es diese unerwünschten Phänomene zu vermeiden. Die Auslegung der Entlastungsleitung sowie der Ablauf des Entlastungsvorgangs verlangen besondere Aufmerksamkeit.

Die Filtration des Katalysators zur Wiederverwendung ist eine weitere Gefahrenquelle: feuchter Katalysator mit Restmengen an Reaktionsmasse kann zur Selbsterhitzung neigen.

Hydrierungen stellen uns vor einige sicherheitstechnische Herausforderungen: ATEX und thermische Prozesssicherheit. Dennoch gibt es Methoden die es ermöglichen diese Prozesse sicher durchzuführen und zwar Dank einer breiten Palette von geeigneten und zuverlässigen Sicherheitsmassnahmen.

Gerne stellen wir Ihnen unsere Messmöglichkeiten und Expertise zur Verfügung um Sie bei der sicheren Durchführung von Hydrierungen zu unterstützen. Zögern Sie nicht uns anzusprechen, um Sie kompetent und umfassend zu beraten.

#### Kontakt

**Markus H. Schmid**  
**TÜV SÜD Process Safety**  
**Mattenstrasse 24**  
**CH-4058 Basel**

**Telefon: +41 58 517 80 45**

**E-Mail: [markus.schmid@tuev-sued.ch](mailto:markus.schmid@tuev-sued.ch)**