

Thermische Risiken: Erkennen, bewerten, beherrschen...

Teil III: Hilfe, meine Reaktion geht durch!

In unseren letzten beiden consiLettern haben wir gezeigt, wie man sicherheitsrelevante Größen zur sicheren thermischen Handhabung von Substanzen bestimmen kann. Im Kombination mit weiteren Daten über die eigentliche Reaktion, wie Reaktionsenthalpie oder Wärmestrom, auf deren Messung wir in einem späteren consiLetter eingehen werden, können auf Grundlage der TRAS 410 (Technische Regeln für AnlagenSicherheit) nun Maßnahmen für den Normalbetrieb ausgearbeitet werden, die den sicheren Betrieb der Anlage gewährleisten.

Was aber, wenn der Betrieb vom Normalbetrieb abweicht, beispielsweise aufgrund eines Kühlausfalles oder durch Fehldosierung, und sich hieraus ein ungewollter Temperaturanstieg ergibt, der möglicherweise noch weitere thermische Prozesse (z.B. Zersetzungsreaktionen) initiieren kann? Dann ist es wichtig, die möglichen Auswirkungen abzuschätzen und sicher zu beherrschen. Zuerst sollten realistische Störungsszenarien („worst case“) definiert werden. Diese Abweichungen vom Normalbetrieb sollten daraufhin in einem adiabaten Reaktionskalorimeter (z. B. VSP2) untersucht werden, um die möglichen Auswirkungen einschätzen zu können. Die adiabaten Bedingungen im Laborversuch sind für den Scale-Up unbedingt notwendig, da ein Laborreaktor in der Regel ein sehr viel größeres Oberflächen/Volumen-Verhältnis hat, als ein Produktionsreaktor. Die relativen Wärmeverluste in einem nicht-adiabaten Laborreaktor wären daher zu groß und würden zu einem nicht konservativen Ergebnis führen.

Mit dem adiabaten VSP-Reaktionskalorimeter (Abb. 1) können vom Normalbetrieb abweichende Reaktionen (z. B. höhere Heiztemperatur, Kühlausfall, Fehlchargierung, etc.) unter sicheren Bedingungen im 100 ml-Maßstab untersucht werden. Dabei werden die Edukte in einer meist geschlossenen, sehr dünnwandigen Testzelle mit einem Volumen von 120 ml vorgelegt und diese, gut isoliert, in einen Druckbehälter mit einem zulässigen Betriebsdruck von 120 bar eingebaut. Das Reaktionsgemisch wird dann über den Testzellen-Heizer auf die gewünschte Starttemperatur erwärmt, ab der dann der weitere Temperaturanstieg alleine durch die aus der Reaktion frei werdende Energie erfolgt. Um den Wärmeaustausch mit der Umgebung zu minimieren, wird ständig die Temperatur im Druckbehälter mit Hilfe eines Heizsystems auf der Temperatur in der Testzelle gehalten, wodurch sich ein „quasi“-adiabates System ergibt, das die Bedingungen in einem realen Kessel sehr gut abbildet.

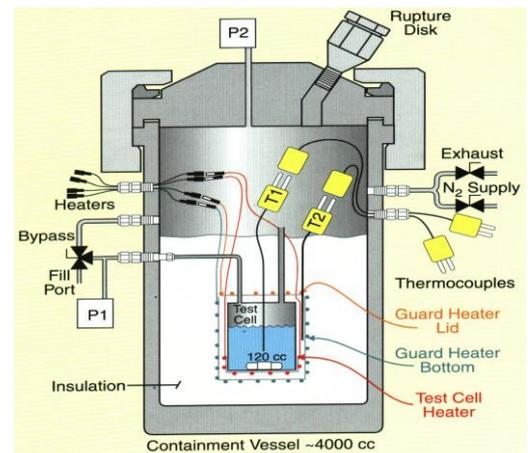


Abbildung 1: Versuchsaufbau VSP (Vent Sizing Package)

In einem VSP-Versuch können nicht nur der maximale (adiabate) Temperatur- und Druckanstieg einer Reaktion für die untersuchte Abweichung vom Normalbetrieb bestimmt werden (Abb. 2), sondern auch die jeweiligen Temperatur- und Druckanstiegsgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Temperatur. Über die Abkühlkurven kann außerdem eine Aussage über die Bildung von Permanentgasen getroffen werden. Auf Basis dieser Daten können nun zum einen geeignete Gegenmaßnahmen zur Minimierung der Auswirkungen der Abweichung entwickelt werden (z.B. Notkühlung), zum andern kann mit den Daten eine Druckentlastungseinrichtung (Sicherheitsventil oder Berst-scheibe) dimensioniert werden, mit der die Anlage vor einem unzulässigen Druckanstieg im Fall einer durchgehenden Reaktion geschützt werden kann.

Falls wir Sie bei einer ähnlichen Fragestellung unterstützen können, sprechen Sie uns an. Unsere Experten helfen Ihnen gerne.

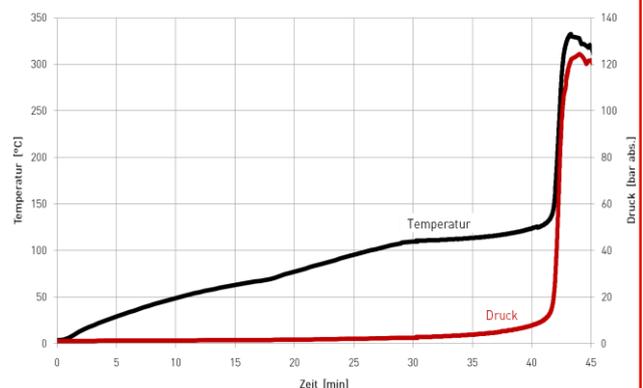


Abbildung 2: Versuchsverlauf einer „durchgehenden“ Reaktion