

# SVT - ÜBUNG 1

## AUFGABE - GLEICHUNGSORIENTIERTES LÖSUNGSVERFAHREN

Mit Hilfe des Prozesses im Fließschema soll ein Stoff A in einen Stoff B umgewandelt werden. Im Prozess kommt kein Lösungsmittel zum Einsatz. Mit Hilfe eines Separators soll die Ausbeute des Prozesses erhöht werden. Der Wärmeübertrager dient der Rückgewinnung thermischer Energie. Das ist nützlich, da eine höhere Temperatur die Geschwindigkeit der Reaktion erhöhen kann.

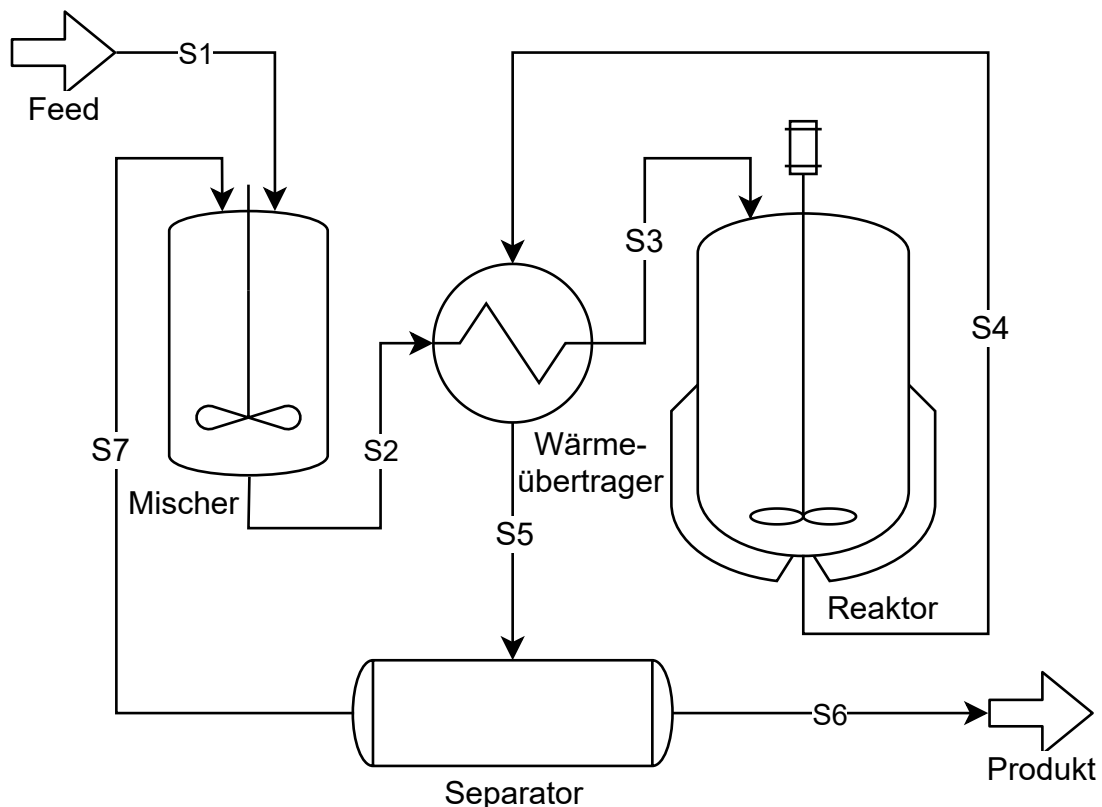


Abb. 1: Fließschema des Prozesses

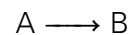
### Stoffsystem:

Der Prozess findet ausschließlich in einer homogenen, flüssigen Phase statt. Das Stoffsystem bildet eine ideale Mischung. Die molare Wärmekapazität beider Komponenten ist konstant und beträgt  $2 \text{ kJ/kmol K}$ . Es ist ein geeigneter Referenzzustand zu wählen. Aufgrund der vereinfachten Modellierung der Energiebilanz im Reaktor, kann die molare Enthalpie bei Referenzzustand einfach auf Null gesetzt werden.

### Prozesseinheiten:

Die Prozesseinheiten sind durch folgende Angaben gekennzeichnet:

- Feed:** Der Feedstrom enthält ausschließlich den Stoff A und beträgt  $100 \text{ kmol h}^{-1}$ . Die Eintrittstemperatur beträgt  $T^F = 300 \text{ K}$ .
- Mischer:** Der Mischer erreicht ideale Durchmischung.
- Wärmeübertrager:** Der Wärmeübertrager wird im Gegenstromprinzip betrieben. Das den Wärmeübertrager kennzeichnende Produkt  $UA$  hat einen Wert von  $300 \text{ kJ/h K}$ .
- Reaktor:** Im ideal durchmischten Rührkesselreaktor läuft eine irreversible, volumenbeständige Reaktion 1. Ordnung ab:



Für die Reaktionsgeschwindigkeitskonstante gilt folgende Temperaturabhängigkeit:

$$\frac{k}{\text{h}^{-1}}(T) = 100 \exp\left(\frac{-1000}{T}\right)$$

Die mittlere Verweilzeit  $\tau$  im Reaktor beträgt  $0,1 \text{ h}$ . Die Temperaturdifferenz zwischen Reaktoreingang und -ausgang  $\Delta T^R$  wurde mit  $100 \text{ K}$  bestimmt. (**Hinweis:** Diese Angabe kann als Vereinfachung für die Energiebilanz verwendet werden.)

- Separator:** Der Separator weist folgende Trenngrade auf:  $\alpha_A = 0.1$  und  $\alpha_B = 1$ . Die Restmenge von A wird vollständig zurückgeführt.

Folgende Teilaufgaben sind zu lösen:

- Stellen Sie eine Berechnungsvorschrift für die molare Enthalpie auf! Dieses wichtige Stoffdatenmodell wird für die weiteren Herleitungen benötigt.
- Stellen Sie die Modellgleichungssysteme für die Teilmodelle (Prozesseinheiten) des Prozesses auf!
- Stellen Sie das Modellgleichungssystem für das Fließschema mit Hilfe der Koppelgleichungen auf! Vereinfachen Sie durch Einsetzen der Koppelgleichungen in die Gleichungen der Prozesseinheiten!
- Berechnen Sie den stationären Zustand des Systems mit Hilfe des gleichungsorientierten Lösungsverfahrens! Vereinfachen Sie das Gleichungssystem dazu soweit wie möglich händisch und berechnen Sie anschließend die Lösung mit einem geeigneten Taschenrechners!