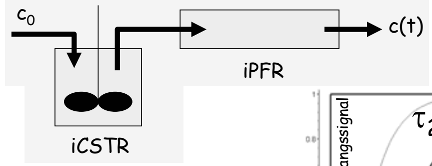
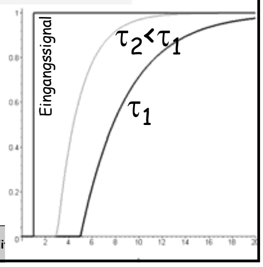
Auf das folgende Reaktorsystem wird ein stufenförmiges Eingangssignal c_0 (Spurstoff) gegeben. Wie sieht das Ausgangssignal c(t) aus. Wie ändert sich das Ausgangssignal, wenn die hydrodynamische Verweilzeit erniedrigt wird.

Auf das folgende Reaktorsystem wird ein stufenförmiges Eingangssignal c_0 (Spurstoff) gegeben. Wie sieht das Ausgangssignal c(t) aus. Wie ändert sich das Ausgangssignal, wenn die hydrodynamische Verweilzeit erniedrigt wird.



hydrodynamische Verweilzeit $\tau = \frac{V}{\dot{V}}$



Bitte berechnen Sie den Umsatz einer volumenbeständigen irreversiblen Reaktion 1. Ordnung aus der Verweilzeitverteilung für einen iCSTR.

$$U = \int_0^\infty U_{kin}(t)E(t)dt$$

Umsatz $U_{kin}(t) = 1 - \frac{c(t)}{c_0}$

VWZ_{CSTR}: $E_{CSTR}(t) = \frac{e^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau}$

DGL STR: $\frac{dc}{dt} = -kc$ ⟶ $\frac{dc}{c} = -kdt$ $\quad \int_{c_0}^{c(t')} \frac{dc}{c} = -k\int_0^{t'} dt$

$c(t) = c_0 e^{-kt}$ $\quad U_{kin}(t) = 1 - e^{-kt}$

Bitte berechnen Sie den Umsatz einer volumenbeständigen irreversiblen Reaktion 1. Ordnung aus der Verweilzeitverteilung für einen iCSTR.

$$U = \int_0^\infty U_{kin}(t)E(t)dt \qquad U_{kin}(t) = 1 - e^{-kt} \qquad E_{CSTR}(t) = \frac{e^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau}$$

$$U = \int_0^\infty \left(1 - e^{-kt}\right)\frac{e^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau}dt \qquad U = \frac{1}{\tau}\int_0^\infty e^{-\frac{t}{\tau}}dt - \frac{1}{\tau}\int_0^\infty e^{-\left(k+\frac{1}{\tau}\right)t}dt$$

$$U = -e^{-\frac{t}{\tau}}\Big|_0^\infty + \frac{1}{\tau}\frac{1}{\left(k+\frac{1}{\tau}\right)}e^{-\left(k+\frac{1}{\tau}\right)t}\Bigg|_0^\infty$$

Bitte berechnen Sie den Umsatz einer volumenbeständigen irreversiblen Reaktion 1. Ordnung aus der Verweilzeitverteilung für einen iCSTR.

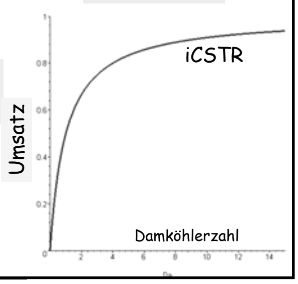
$$U = -e^{-\frac{t}{\tau}}\Big|_0^\infty + \frac{1}{\tau}\frac{1}{\left(k+\frac{1}{\tau}\right)}e^{-\left(k+\frac{1}{\tau}\right)t}\Bigg|_0^\infty = -(0-1) + \frac{1}{\tau k+1}(0-1)$$

$$U = 1 - \frac{1}{\tau k+1} = \frac{\tau k+1}{\tau k+1} - \frac{1}{\tau k+1}$$

$$U = \frac{\tau k}{\tau k+1}$$

Damköhlerzahl $D_a = \tau k$

$$\boxed{U = \frac{D_a}{1+D_a}}$$



Bitte berechnen Sie den Umsatz einer volumenbeständigen irreversiblen Reaktion 1. Ordnung aus der Verweilzeitverteilung für einen PFR.

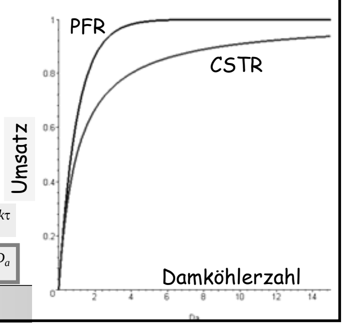
$$U = \int_0^\infty U_{kin}(t)E(t)dt \qquad U_{kin}(t) = 1 - e^{-kt}$$

VWZ_{PFR} $\quad E_{PFR}(t) = \delta(t-\tau)$

$$U = \int_0^\infty \left(1 - e^{-kt}\right)\delta(t-\tau)dt$$

Aufgrund der Eigenschaft der δ-Funktion: $U = 1 - e^{-k\tau}$

$$\boxed{U = 1 - e^{-D_a}}$$



Graphische Ermittlung des Umsatzes nach Schönemann/Hofmann bei vollständiger Segregation in einem realen Reaktor. (=Makrovermischung)

$$U = \int_0^\infty U_{kin}(t) E(t) dt$$

$$E(t) = \frac{dF(t)}{dt}$$

$$E(t)dt = dF(t)$$

$$U = \int_0^1 U_{kin}(F) dF(t)$$

rechnerisch für CSTR, Reaktion 1. Ordnung

$$U_{kin}(t) = 1 - e^{-kt}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \qquad \frac{dF(t)}{dt} = \frac{1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} dt = dF(t)$$

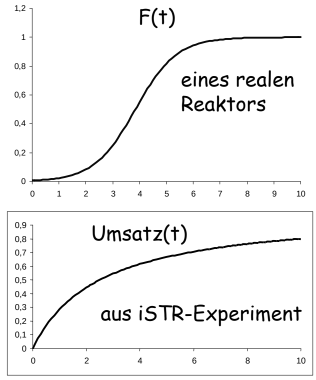
$$t = -\tau \ln\left(1 - F(t)\right)$$

$$U = 1 - e^{-k(-\tau)\ln(1-F(t))}$$

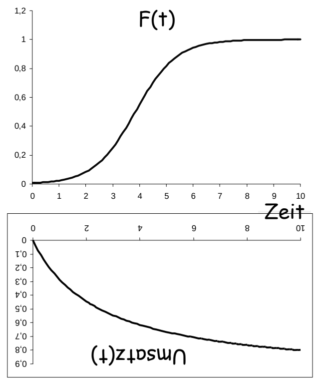
$$U = 1 - \left(1 - F(t)\right)^{k\tau}$$

$$U = \int_0^1 1 - \left(1 - F(t)\right)^{k\tau} dF(t) = \frac{\tau k}{1 + \tau k}$$

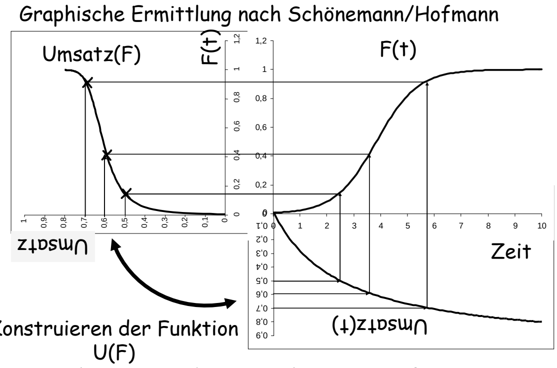
Graphische Ermittlung nach Schönemann/Hofmann



Graphische Ermittlung nach Schönemann/Hofmann



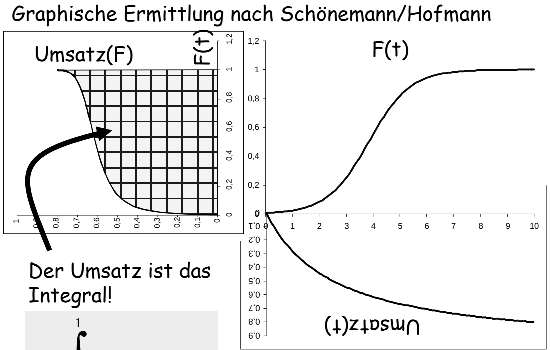
Graphische Ermittlung nach Schönemann/Hofmann



Konstruieren der Funktion U(F)

Umsatz als Funktion der Verweilzeitsummenfunktion

Graphische Ermittlung nach Schönemann/Hofmann



Der Umsatz ist das Integral!

$$U = \int_0^1 U_{kin}(F) dF(t)$$

U_{kin} aus einem Experiment im iSTR oder iPFR (Umrechnung Ort=>Zeit