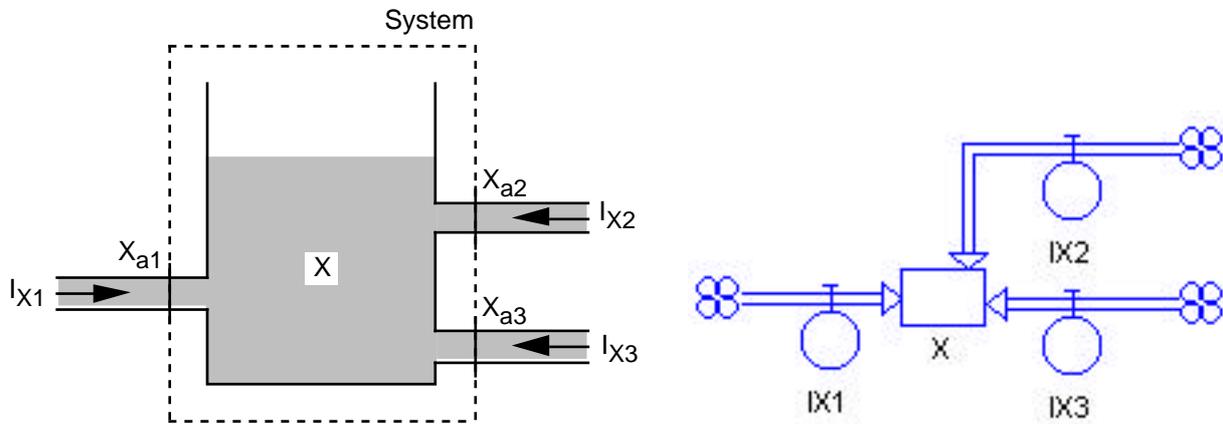


Systemdynamik/Formeln

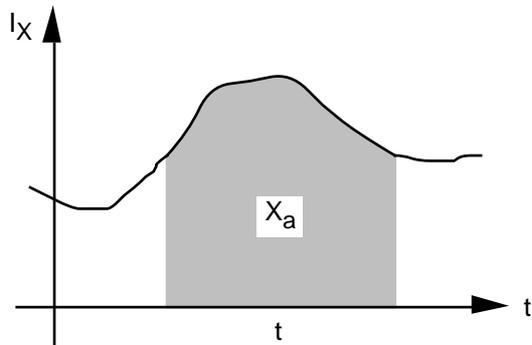
Bilanzieren einer mengenartigen Grösse X, Bilanzgesetze



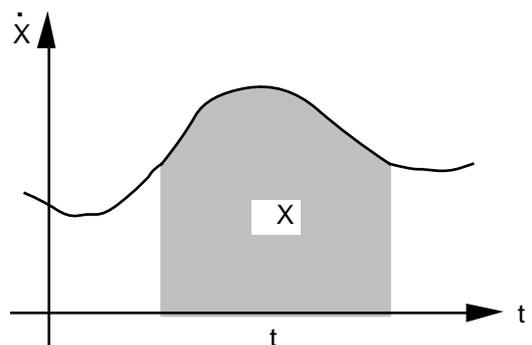
$$I_{X1} + I_{X2} + \dots = \dot{X}$$

$$X_{a1} + X_{a2} + \dots = X$$

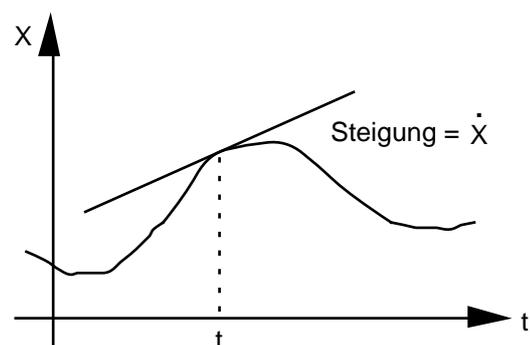
Strom I_X **Ausgetauschte / transportierte Menge X_a**



Änderungsrate \dot{X} **Änderung X**



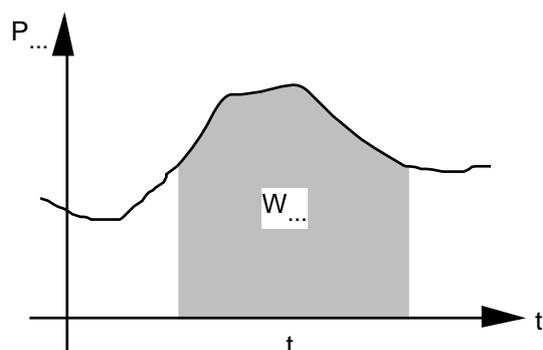
Menge X **Änderungsrate \dot{X}**



Energieträgermodell, Analogien

		Gravitation	Hydraulik	Elektrizität	Mechanik	Wärme
Energieträger	X	m Masse	V Volumen	Q elektrische Ladung	p Impuls	S Entropie
Trägerstrom	I_X	I_m	I_V	I_Q	I_p	I_S
Potential		g·h Gravitations- potential	p Druck	el elektrisches Potential	v Geschwindig- keit	T Temperatur
Energiestrom	$I_W = \dot{X}$	$I_W = g \cdot h \cdot I_m$	$I_W = p \cdot I_V$	$I_W = el \cdot I_Q$	$I_W = v \cdot I_p$	$I_W = T \cdot I_S$
Prozessleistung	$P = \dot{X}$	$P_{grav} = g \cdot h \cdot I_m$	$P_{hyd} = p \cdot I_V$	$P_{el} = U \cdot I_Q$	$P_{mech} = v \cdot I_p$	$P_{th} = T \cdot I_S$
Widerstand	$R = \frac{X}{I_X}$		$R_V = \frac{p}{I_V}$	$R_Q = \frac{U}{I_Q}$		
Kapazität	$C = \frac{X}{\dot{X}}$					
Induktivität	$L = \frac{X}{\ddot{X}}$					

Prozessleistung P... **Freigesetzte / gebundene Energie W...** (z.B. P_{el} W_{el})



Weitere Formeln

	Wirkungsgrad	$= \frac{P_{\text{gewünschter Prozess}}}{P_{\text{antreibender Prozess}}}$
	Masse Volumen	$m = \rho \cdot V$
Hydraulik	Schweredruck	$p_s = \rho \cdot g \cdot h$
Elektrizität	Knotensatz	$I_{Q1} + I_{Q2} + \dots = 0$
	Maschensatz	$U_1 + U_2 + \dots = 0$
	Spezifischer Widerstand	$R = \rho_{el} \cdot \frac{l}{A}$
	Widerstände seriell	$R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + \dots$
	" parallel	$\frac{1}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$
Mechanik	Impuls	$p = m \cdot v$
	Impulsbilanz / Grundgesetz der Mechanik	$I_{p1} + I_{p2} + \dots = F_1 + F_2 + \dots = \dot{p} = m \cdot \dot{v}$
	Gravitationskraft	$F_G = m \cdot g$
	Reibungskraft	$F_R = \mu \cdot F_N$
	Mittlere Geschwindigkeit	$v_{\text{mittel}} = \frac{x}{t}$
	Mittlere Beschleunigung	$a_{\text{mittel}} = \frac{v}{t}$
	Geschwindigkeit Ort	$v = \dot{x}$
	Beschleunigung Geschwindigkeit	$a = \dot{v}$
	Gleichmässig beschleunigte Bewegung	$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$
	"	$v = v_0 + a \cdot t$
	Kinetische Energie	$W_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
	Potentielle Energie	$W_G = m \cdot g \cdot h$
Wärme	Energie Temperatur	$W_a = c \cdot m \cdot \Delta T$
	Verdampfen / Kondensieren	$W_a = q_v \cdot m$
	Schmelzen / Erstarren	$W_a = q_s \cdot m$