

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Kunick, M.

# Berechnung der thermodynamischen Zustandsgrößen und Transporteigenschaften von Wasserstoff in Prozessmodellierungen

## Algorithmen für Stoffwerte von Normal- u. Para-Wasserstoff

## Realgasverhalten von Wasserstoff

**Zustandsgrößen**  
 Zustandsgleichung von *Younglove*

**Transporteigenschaften**  
 Algorithmen von *Lemmon*

## Programmbibliothek LibH2

Gültigkeitsbereich:

Temperatur:  $-259.35\text{ °C} \leq t \leq 126.85\text{ °C}$   
 Druck:  $0\text{ bar} < p \leq 1210\text{ bar}$

### Stoffwertfunktionen:

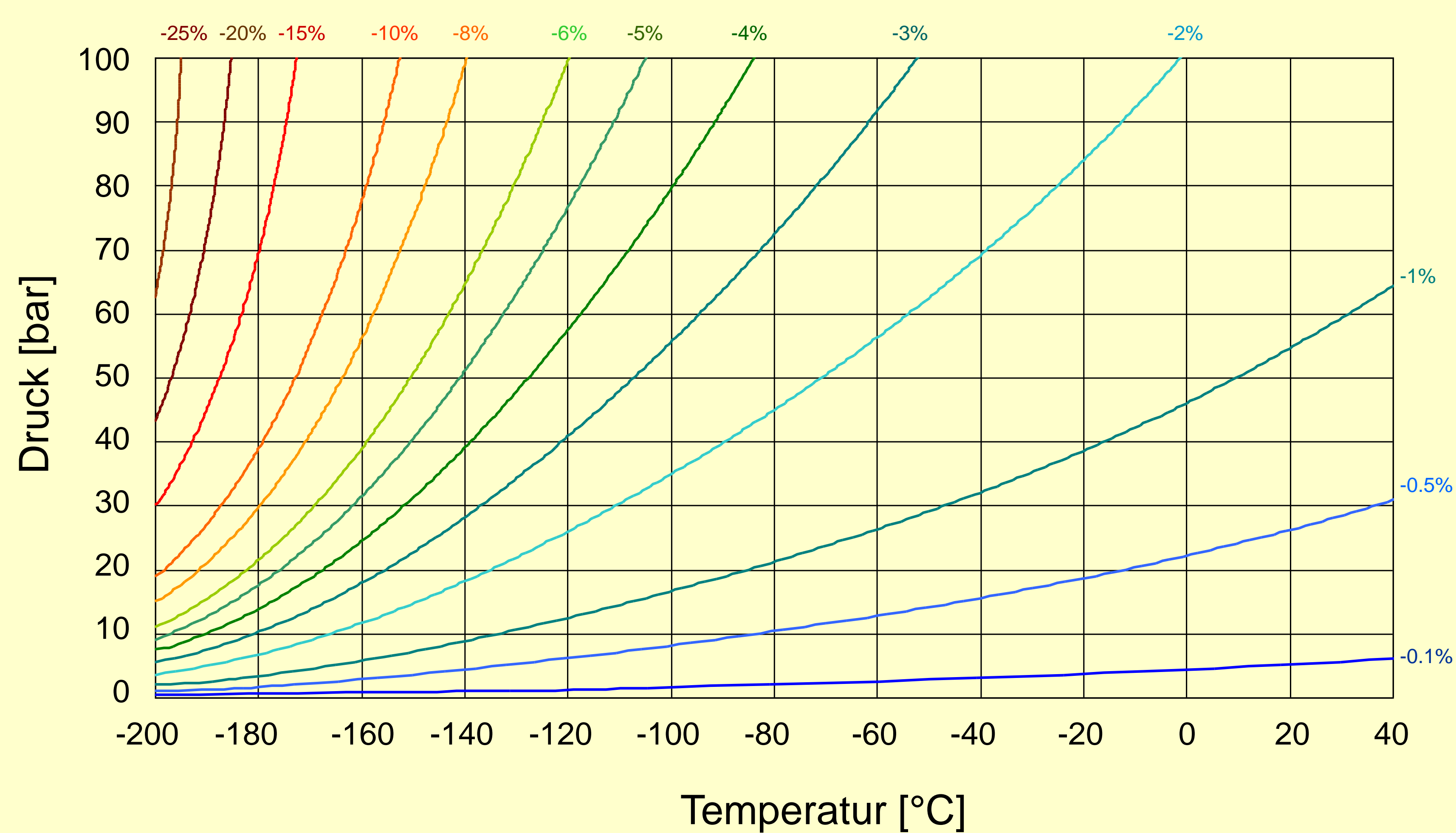
Stoffwert	Funktionale Abhängigkeit	Funktionsname in Excel und Mathcad	Maßeinheit Ergebnis
Temperaturleitfähigkeit	$a = f(p, t, x, NP)$	a_ptx_H2	$\text{m}^2\text{ s}^{-1}$
Spezifische isobare Wärmekapazität	$c_p = f(p, t, x, NP)$	cp_ptx_H2	$\text{kJ kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$
Spezifische isochore Wärmekapazität	$c_v = f(p, t, x, NP)$	cv_ptx_H2	$\text{kJ kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$
Dynamische Zähigkeit	$\eta = f(p, t, x, NP)$	eta_ptx_H2	Pa s
Spezifische Enthalpie	$h = f(p, t, x, NP)$	h_ptx_H2	$\text{kJ kg}^{-1}$
Isentropenexponent	$\kappa = f(p, t, x, NP)$	kappa_ptx_H2	-
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda = f(p, t, x, NP)$	lambda_ptx_H2	$\text{W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$
Kinematische Viskosität	$\nu = f(p, t, x, NP)$	ny_ptx_H2(P,T,X)	$\text{m}^2\text{ s}^{-1}$
Dampfdruck aus Temperatur	$p_\beta = f(t, NP)$	ps_t_H2	bar
Schmelzdruck aus Temperatur	$p_{mel} = f(t, NP)$	pmel_t_H2	bar
Prandtl-Zahl	$Pr = f(p, t, x, NP)$	Pr_ptx_H2	-
Dichte	$\rho = f(p, t, x, NP)$	rho_ptx_H2	$\text{kg m}^{-3}$
Spezifische Entropie	$s = f(p, t, x, NP)$	s_ptx_H2	$\text{kJ kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$
Umkehrfunktion: Temperatur aus Druck und Enthalpie	$t = f(p, h, NP)$	t_ph_H2	$^{\circ}\text{C}$
Umkehrfunktion: Temperatur aus Druck und Entropie	$t = f(p, s, NP)$	t_ps_H2	$^{\circ}\text{C}$
Siedetemperatur aus Druck	$t_\beta = f(p, NP)$	ts_p_H2	$^{\circ}\text{C}$
Schmelztemperatur aus Druck	$t_{mel} = f(p, NP)$	tme_l_p_H2	$^{\circ}\text{C}$
Spezifisches Volumen	$v = f(p, t, x, NP)$	v_ptx_H2	$\text{m}^3\text{ kg}^{-1}$
Schalgeschwindigkeit	$w = f(p, t, x, NP)$	w_ptx_H2	$\text{m s}^{-1}$
Umkehrfunktion: Dampfanteil aus Druck und Enthalpie	$x = f(p, h, NP)$	x_ph_H2	$\text{kg kg}^{-1}$
Umkehrfunktion: Dampfanteil aus Druck und Entropie	$x = f(p, s, NP)$	x_ps_H2	$\text{kg kg}^{-1}$

#### Parameter

p - Druck in bar      x - Dampfanteil in (kg trocken gesättigter Dampf) / (kg Nassdampf)  
 t - Temperatur in  $^{\circ}\text{C}$       NP - Berechnungsparameter zur Wahl von  $\text{H}_2$ -Normal oder  $\text{H}_2$ -Para

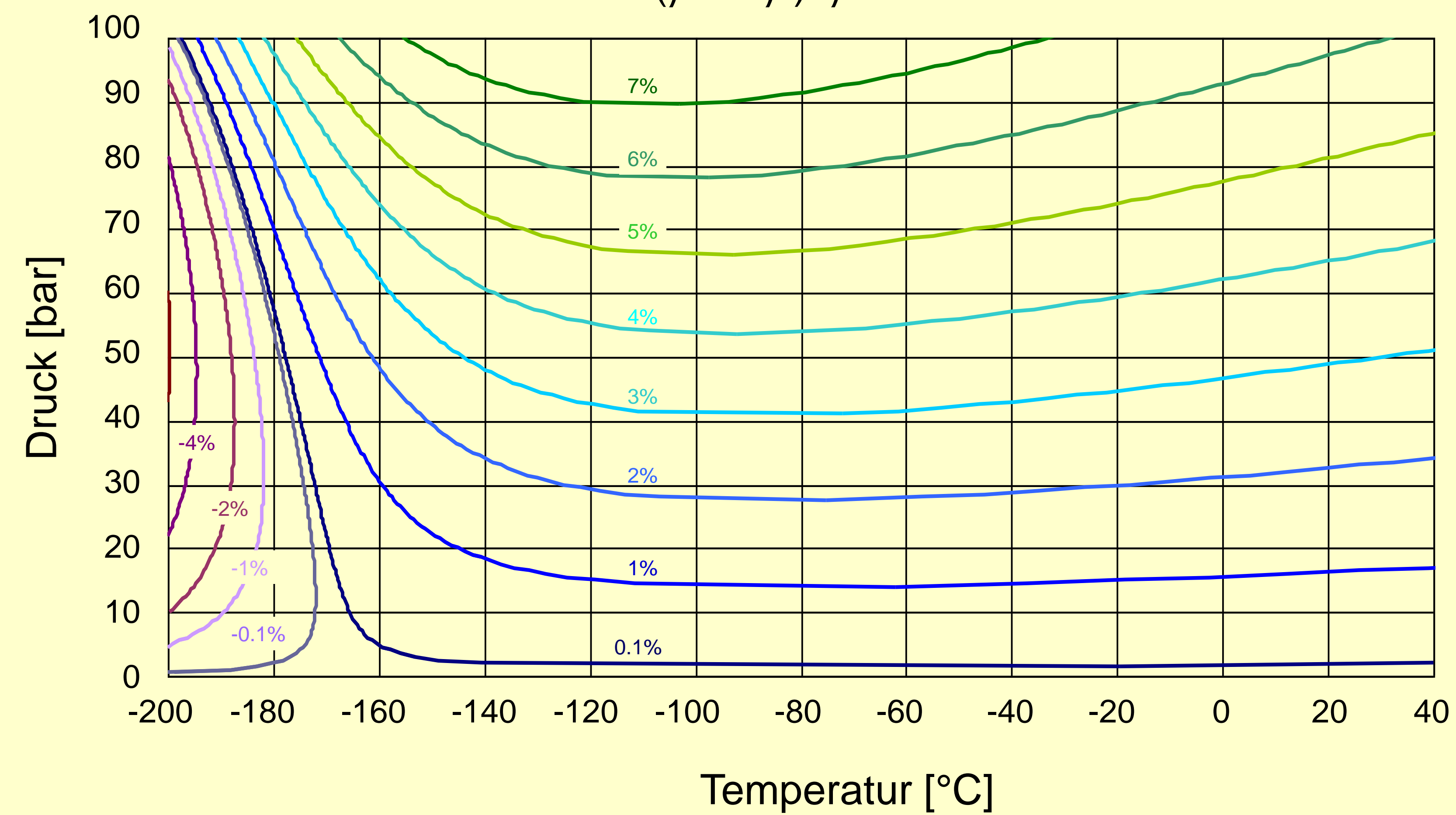
### Isobare Wärmekapazität

$$(c_p^{ig} - c_p) / c_p$$



### Dichte

$$(\rho^{ig} - \rho) / \rho$$



## Add-In FluidEXL Graphics für Excel®

