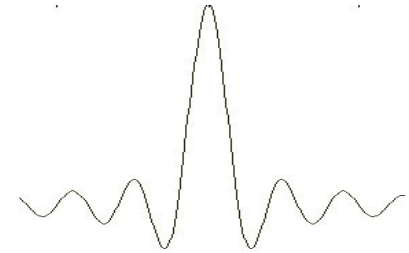


# Signale



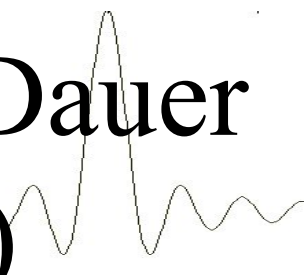
- Zeit-kontinuierliche (CT)-Signale
  - Klassifikation
  - Operationen
  - Katalog
  - Impulsfunktion
- Zeit-diskrete (DT)-Signale
  - Klassifikation
  - Operationen
  - Katalog

# Zeit-kontinuierliche (CT)-Signale



- CT-Klassifikation auf Basis von
  - Dauer und Zeitverhalten
  - Symmetrie
  - Energie und Leistung
- Operationen auf CT-Signale
- Periodische CT Signale
- Katalog wichtiger CT Signale
- Impulsfunktion

# CT-Signalklassifikation: Dauer und Zeitverhalten (1)

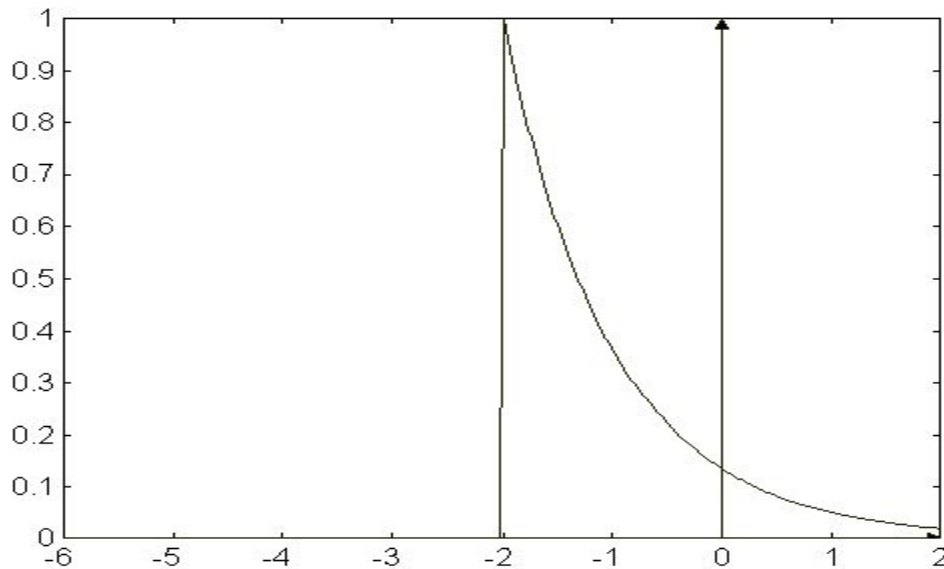


- Rechtsseitige Signale:  $x(t)=0$  @  $t < t_0$ ,  $t_0 \neq \infty$
- Linksseitige Signale:  $x(t)=0$  @  $t > t_0$ ,  $t_0 \neq \infty$
- Zweiseitige Signale:  $x(t) \neq 0$  @  $-\infty < t < \infty$
- Kausale Signale:  $x(t)=0$  @  $t < 0$ , z.B.  $u(t)$
- Anti-Kausale Signale:  $x(t)=0$  @  $t > 0$
- Nicht Kausale Signale:  $x(t) \neq 0$  @  $t < 0$  und  $x(t) \neq 0$  @  $t > 0$

• -> ./.

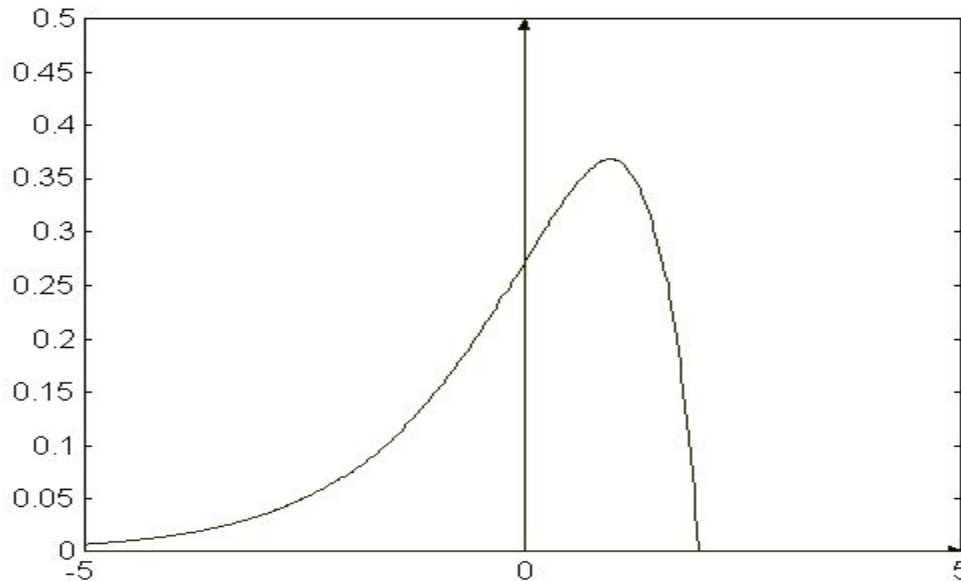
# CT-Signalklassifikation: Dauer und Zeitverhalten (1a)

- Rechtsseitige Signale:  $x(t)=0$  @  $t < t_0$ ,  $t_0 \neq \infty$
- z.B.  $x = \text{ustep}(t) \cdot \exp(-t)$ ,  $t \rightarrow t+2$ ;  $t_0 = -2$ ;



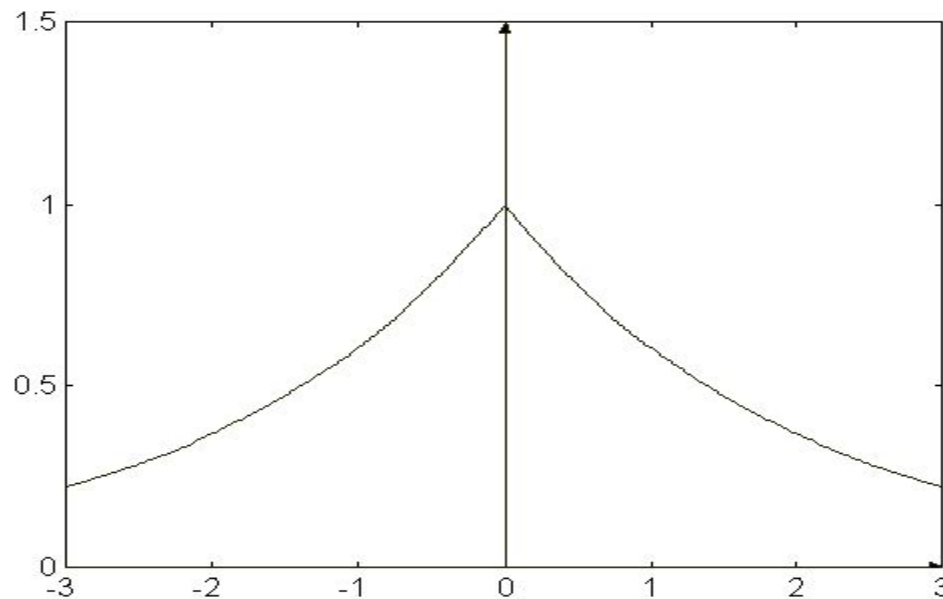
# CT-Signalklassifikation: Dauer und Zeitverhalten (1b)

- Linksseitige Signale:  $x(t)=0$  @  $t>t_0, t_0 \neq \infty$
- z.B.:  $x=t \cdot \text{ustep}(t) \cdot \exp(-t); t \rightarrow -t+2; t_0 = -2;$



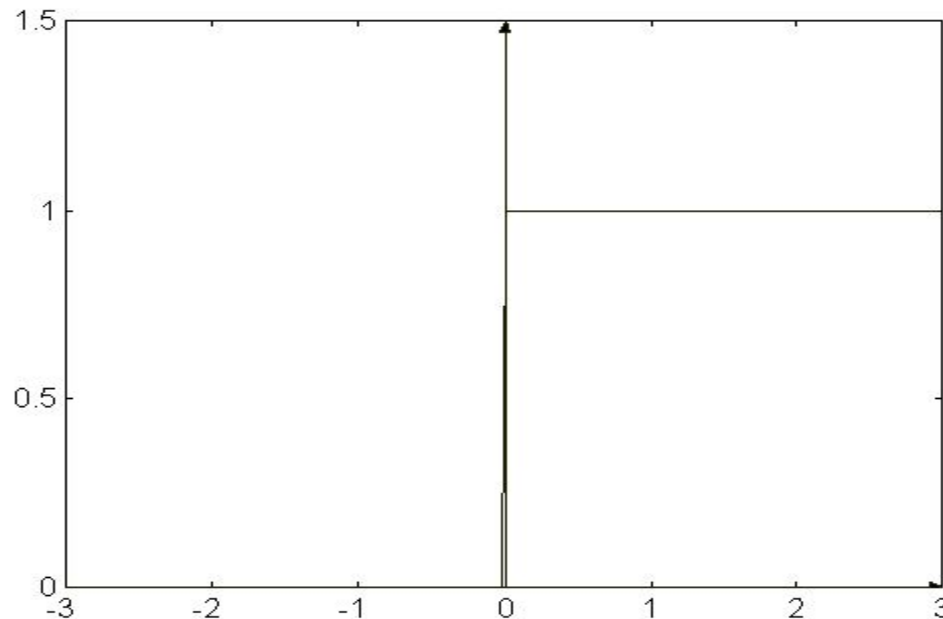
# CT-Signalklassifikation: Dauer und Zeitverhalten (1c)

- Zweiseitige Signale:  $x(t) \neq 0$  @  $-\infty < t < \infty$
- z.B.:  $x(t) = 1/\exp(|-t|)$



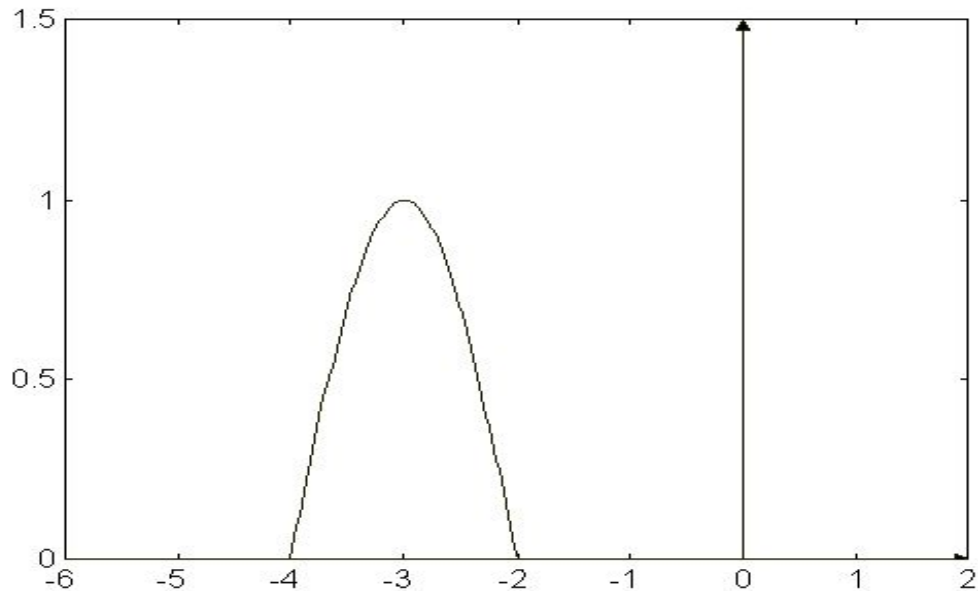
# CT-Signalklassifikation: Dauer und Zeitverhalten (1d)

- Kausale Signale:  $x(t)=0$  @  $t<0$ ,
- z.B.  $u(t)$



# CT-Signalklassifikation: Dauer und Zeitverhalten (1e)

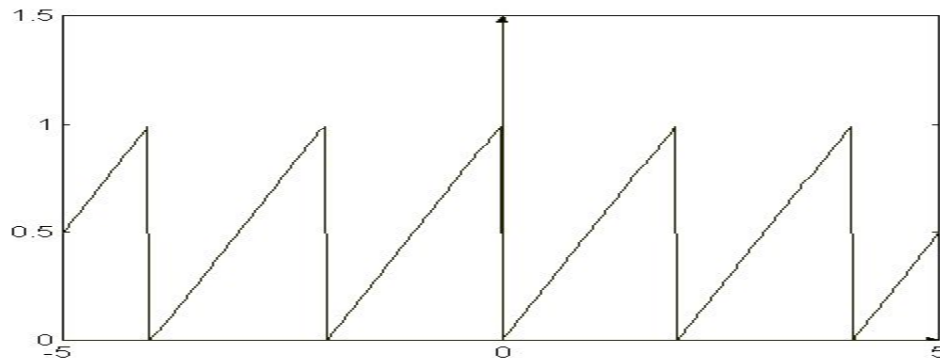
- Anti-Kausale Signale:  $x(t)=0$  @  $t>0$
- z.B.:  $x=\sin(t \cdot \pi/2) \cdot (\text{ustep}(t+4)-\text{ustep}(t+2))$
- zeitlimitiert!





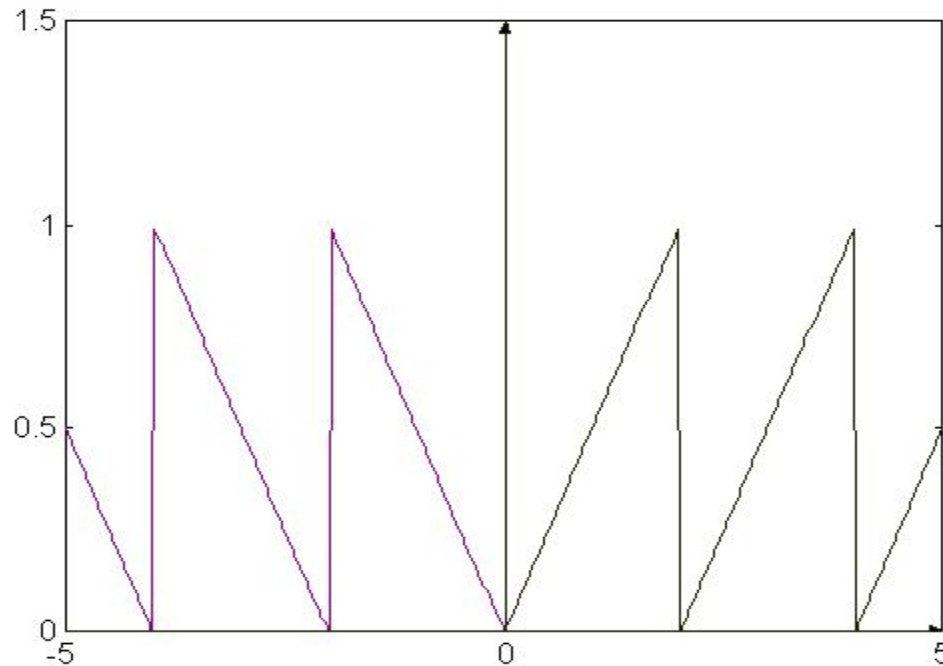
# CT-Signalklassifikation: Dauer und Zeitverhalten (1f)

- Periodische Signale:  $x_p(t) = x_p(t \pm nT)$   
@n:Int.
- darin wiederholt sich ein bestimmtes Muster ohne Ende;  
kleinste Wiederholungsdauer: Periode T
- z.B.: `x=periodic('uramp(t/2)',t,2)`



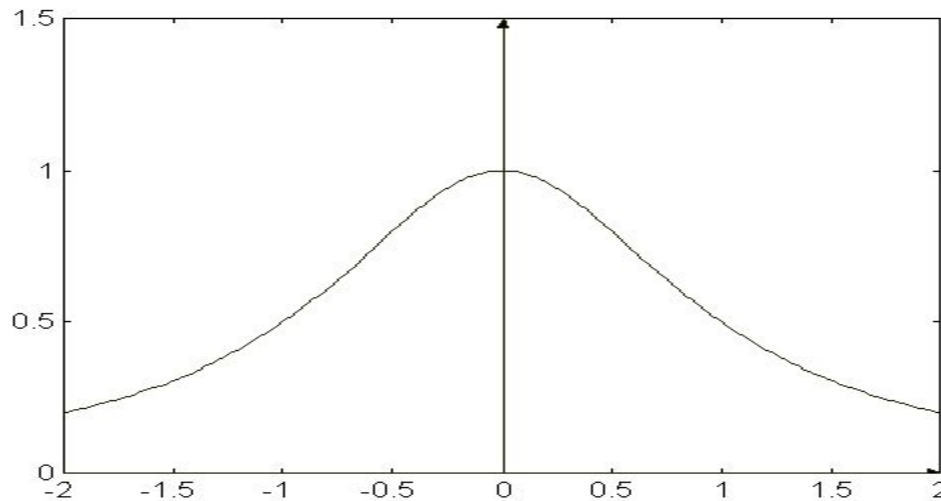
# CT-Signalklassifikation: Dauer und Zeitverhalten (1g)

- Nicht periodische Signale:  $x_{np}(t) \neq x_{np}(t \pm nT)$  @  $n: \text{Int.}$
- z.B.:  $x_1(t) = \text{periodic}(\text{'uramp}(t/2)', t, 2) * u(t)$ ;  $x_2(t) = x_1(-t)$ ;  $x = x_1 + x_2$

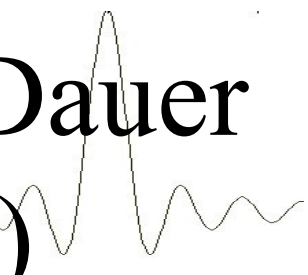


# CT-Signalklassifikation: Dauer und Zeitverhalten (1h)

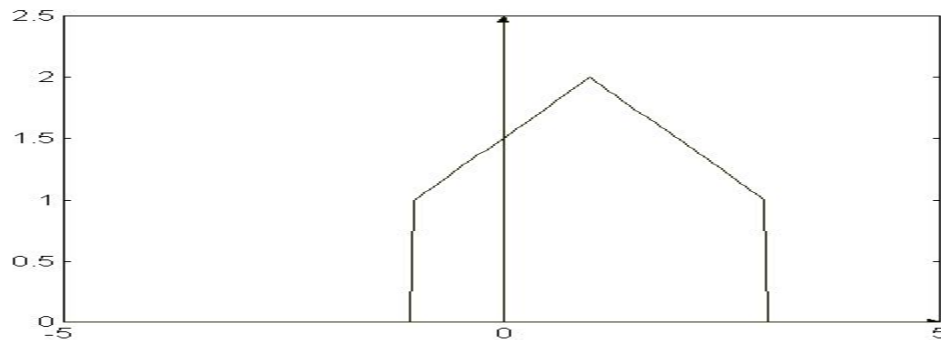
- Kontinuierliche Signale: definiert durch einen einzelnen Ausdruck für  $-\infty < t < \infty$
- z.B.:  $x=1/(1+t^2)$  oder  $x(t)=\sin(t)$  ,  $x(t)=t$



# CT-Signalklassifikation: Dauer und Zeitverhalten (1i)



- Stückweise kontinuierliche Signale: Enthält in verschiedenen t-Intervallen unterschiedliche Ausdrücke, Signal kann auch Sprünge (Diskontinuitäten) aufweisen.
- z.B.:  $x(t) = \text{tri}(t) + \text{urect}(0.5 * t); t \rightarrow t/2 - 1/2$  oder  $x(t) = u(t)$ ,  $x(t) = e^{-|t|}$



# CT-Signalklassifikation: Dauer und Zeitverhalten (2)



- Singularitäts-Signal, z.B.  $x(t)=r(t)=t*u(t)$  (Rampe),  $x(t)=e^{-|t|}$ 
  - Liegt vor, wenn ein Signal  $x(t)$  oder einer seiner Ableitungen Diskontinuitäten aufweist

# CT-Signalklassifikation: Dauer und Zeitverhalten (2)

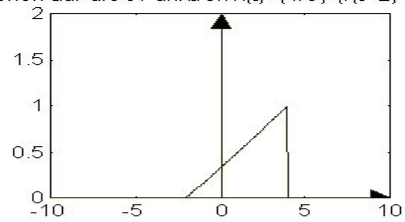


- Singularitäts-Signal, z.B.  $x(t)=r(t)=t*u(t)$  (Rampe),  $x(t)=e^{-|t|}$ 
  - Liegt vor, wenn ein Signal  $x(t)$  oder einer seiner Ableitungen Diskontinuitäten aufweist

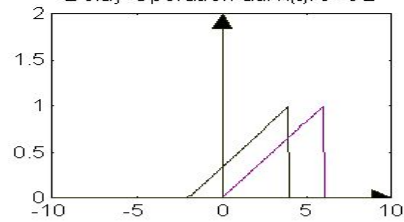
# Operationen auf CT-Signale (1)

- Zeitverschiebung
  - Rechtsverschiebung (Shift Right, Delay);  $t \rightarrow t - t_0$
  - Linksverschiebung (Shift Left, Advance);  $t \rightarrow t + t_0$
- Zeitskalierung (Kompression, Expansion);  $t \rightarrow \alpha t$
- Faltung (um (a):  $t=0$  oder um (b):  $t=\tau^*$ ); (a):  $\alpha = -1$
- Kombinationen von Zeitverschiebung, -Skalierung und Faltung (a):  $y(t) = x(\alpha t - t_0)$ ; (b):  $y(t) = x[\alpha(t - t_0/\alpha)]$
- Amplitudenskalierung:  $y(t) = cx(t)$
- Amplitudenverschiebung (Offset):  $y(t) = x(t) + o$

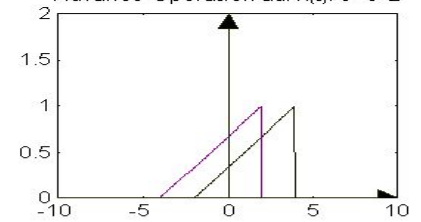
Operationen auf die t-Funktion  $x(t) = (1/6) * (r(t+2) - r(t-4)) - u(t-4)$



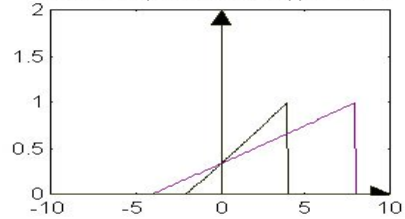
Delay-Operation auf  $x(t)$ :  $t \rightarrow t-2$



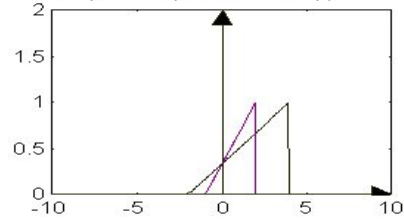
Advance-Operation auf  $x(t)$ :  $t \rightarrow t+2$



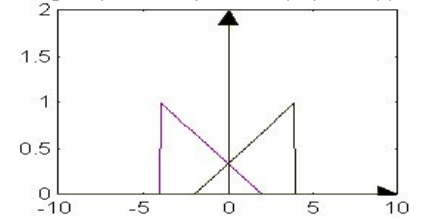
Stretch-Operation auf  $x(t)$ :  $t \rightarrow 0.5 * t$



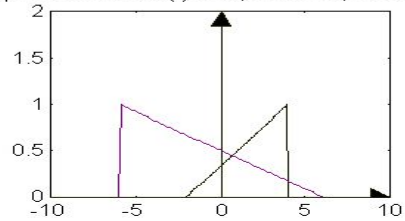
Compress-Operation auf  $x(t)$ :  $t \rightarrow 2 * t$



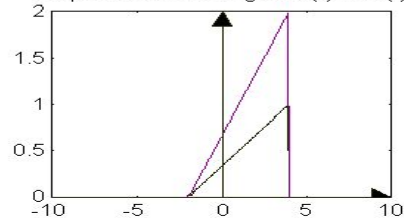
Faltungs-Operation (um t-Urspr.) auf  $x(t)$ :  $t \rightarrow -1 * t$



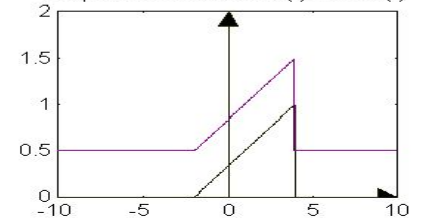
Komb. t-Operationen auf  $x(t)$ : SL1, Falt.um 0, Strch2:  $t \rightarrow (-0.5 * t + 1)$



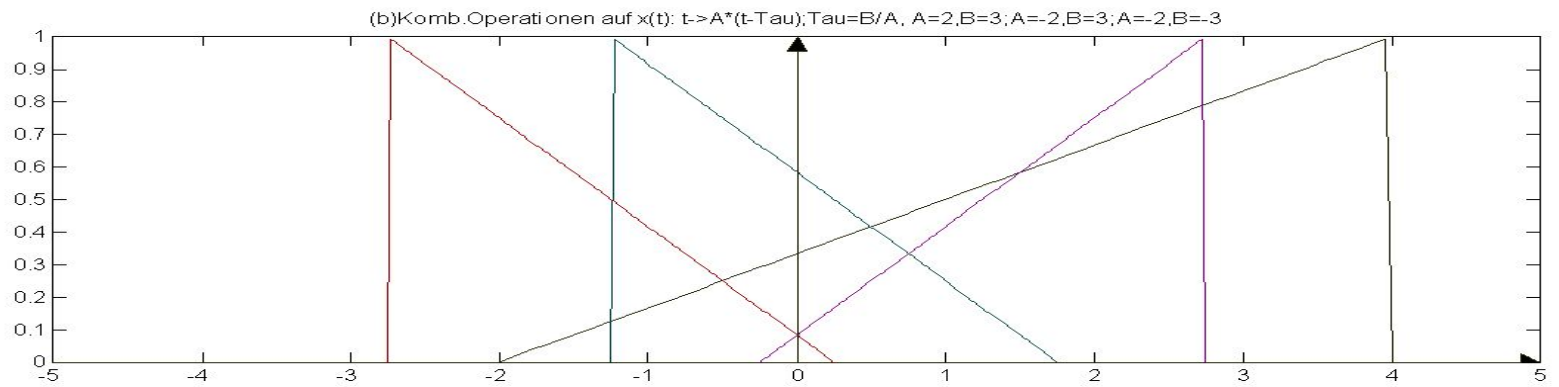
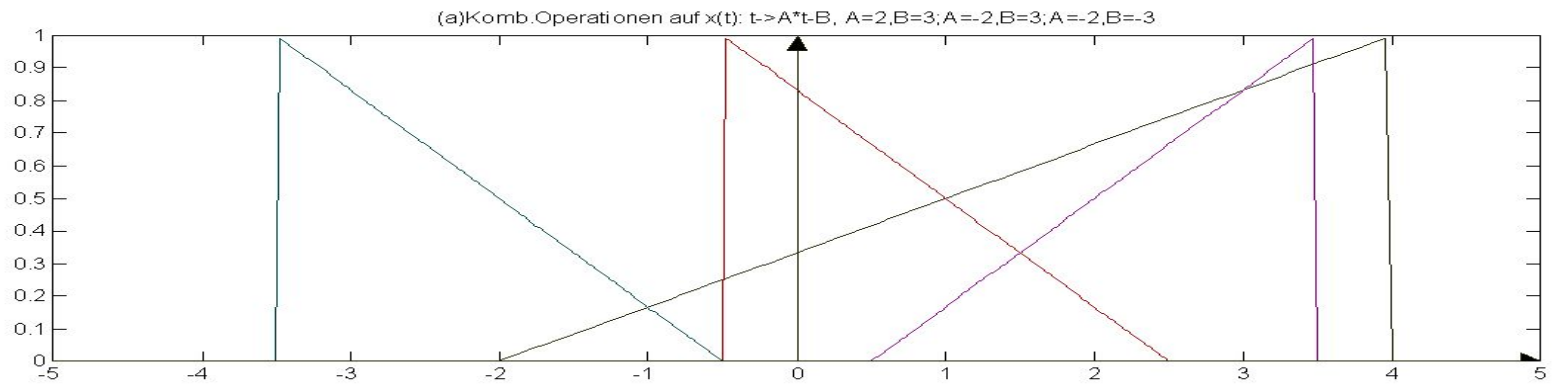
Amplitudensklierung auf  $x(t) \rightarrow 2 * x(t)$



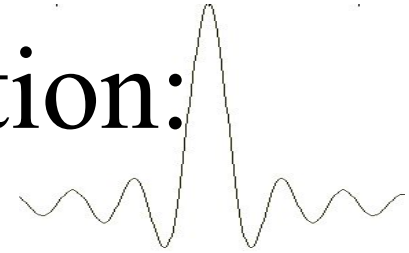
Amplituden-Offset auf  $x(t) \rightarrow 0.5 + x(t)$





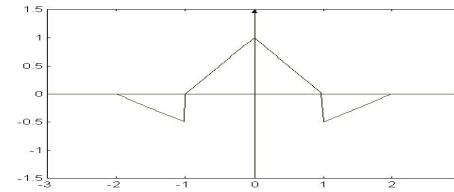


# CT-Signalklassifikation: Symmetrie (1)



- Gerade Symmetrie:

- $x_e(t) = x_e(-t)$  mit:
- $x_e(t) = 0.5[x(t) + x(-t)]$



- Ungerade Symmetrie:

- $x_o(t) = -x_o(-t)$  mit:
- $x_o(t) = 0.5[x(t) - x(-t)]$

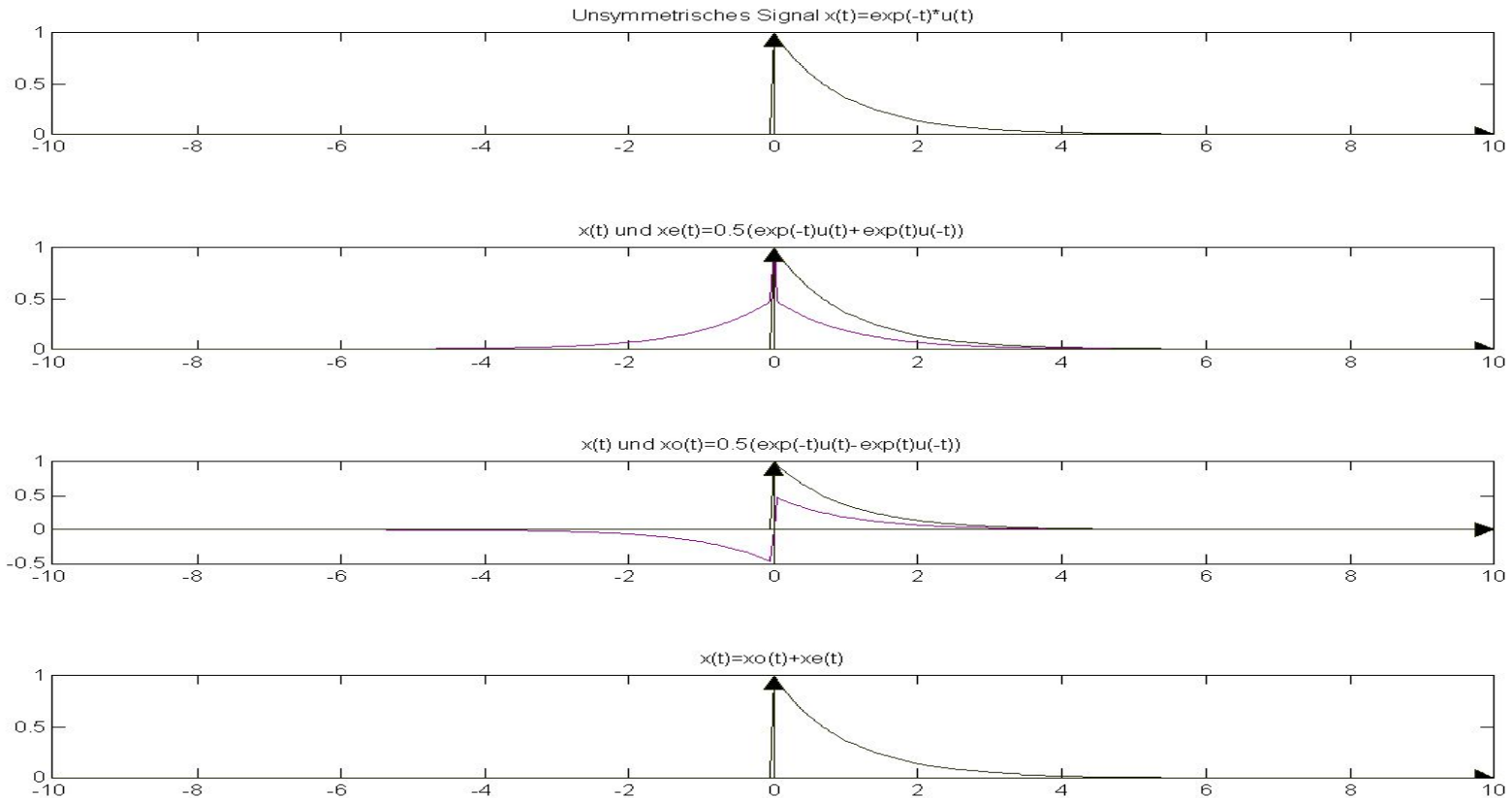
- Unsymmetrische Signale:

- $x(t) = x_e(t) + x_o(t)$

- Halbwellensymmetrie:

- für periodische Signale  $x_p(t)$
- $x_p(t) = -x_p(t \pm 0.5T)$

# Zerlegung eines unsym-metrischen Signals (a)



# Zerlegung eines unsym-metrischen Signals (b)

