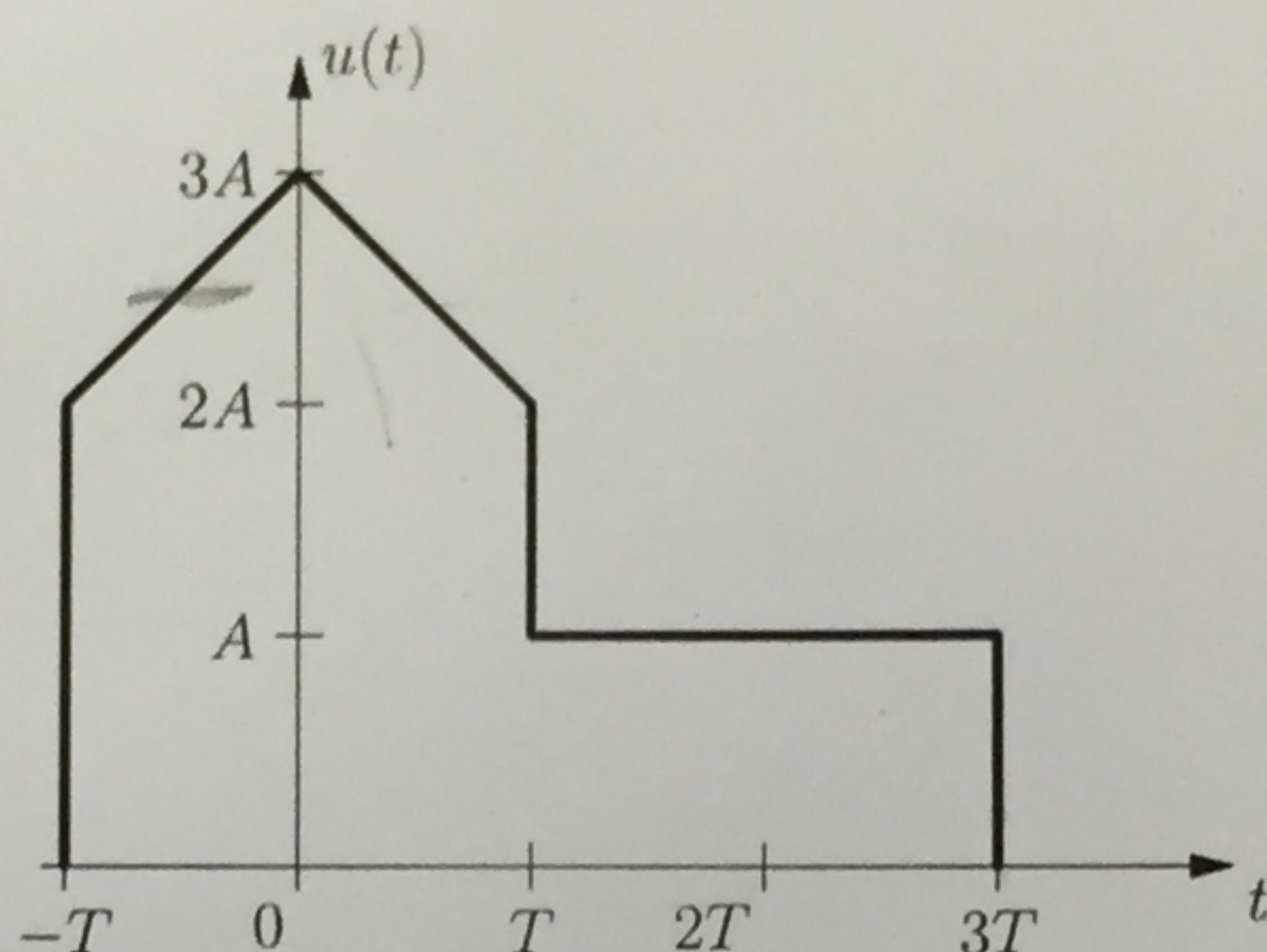


## 1 Zeitkontinuierliche Signale

12 Punkte

1.1 Gegeben sei das folgende zeitkontinuierliche Signal  $u(t)$ .

3,5 P



- a) Berechnen Sie Energie  $W_u(-T, 3T)$  und Mittelwert  $m_u(-T, 3T)$  des Signals im Bereich  $-T \leq t \leq 3T$ . 1,5 P

$$m_u = \frac{1}{4T} \left( \frac{5}{2}AT + \frac{5}{2}AT + 2AT \right) \quad \mathbf{0,5 \text{ Punkte}}$$

$$= \frac{7}{4}A$$

$$W_u = \int_{-T}^{3T} u^2(t) dt = 2 \cdot \int_{-T}^0 \left( 3A + \frac{A}{T}t \right)^2 dt + \int_T^{3T} A^2 dt \quad \mathbf{0,5 \text{ Punkte}}$$

$$= 2 \cdot \int_{-T}^0 \left( 9A^2 + 6\frac{A^2}{T}t + \frac{A^2}{T^2}t^2 \right) dt + \int_T^{3T} A^2 dt$$

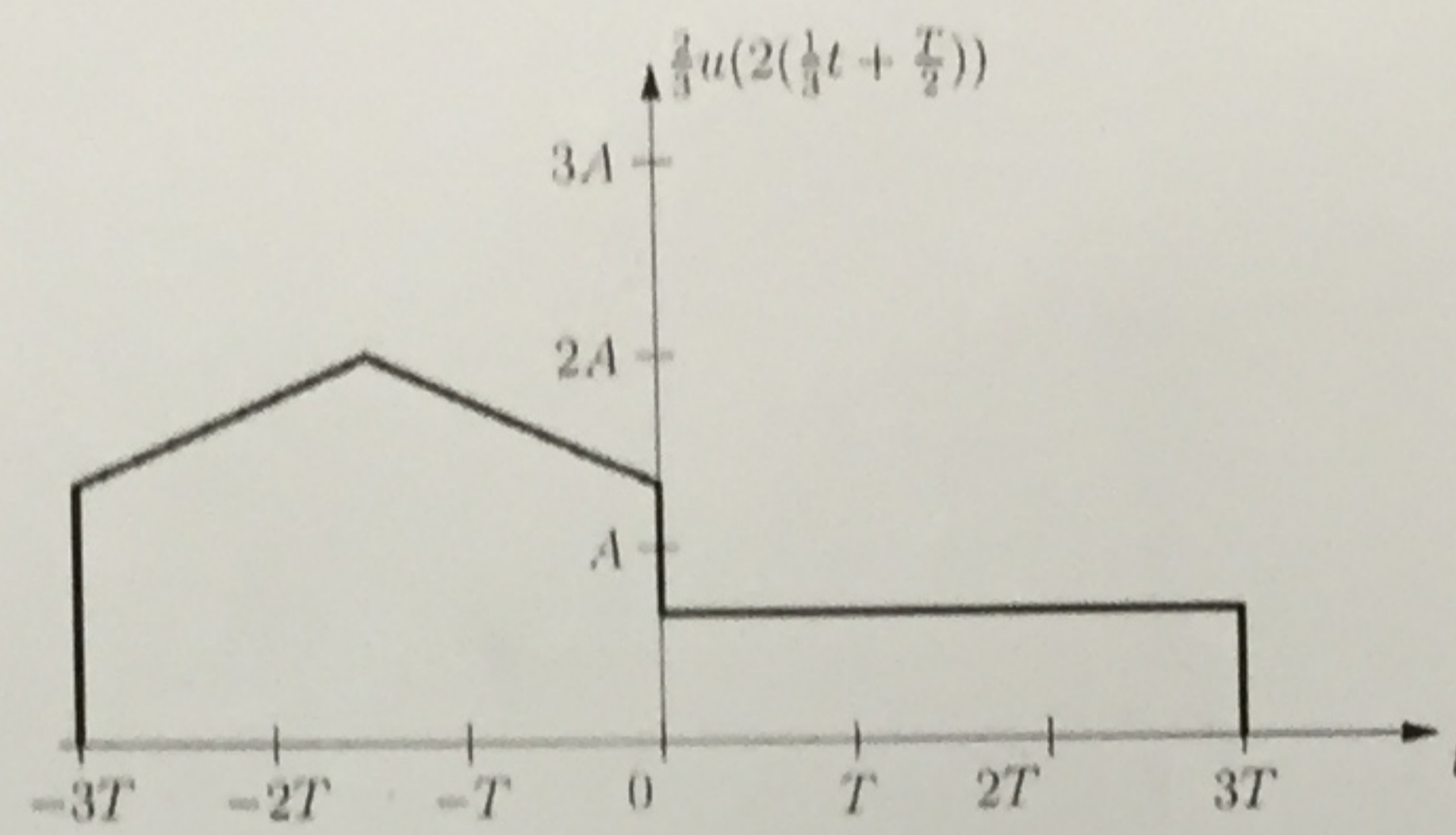
$$= 2 \cdot \left[ 9A^2t + \frac{3A^2}{T}t^2 \right]_{-T}^0 + 3A^2T - A^2T \quad \begin{array}{l} \text{Klammer ist Falsch.} \\ \text{Ergebnis passt} \\ \text{wieder} \end{array}$$

$$= \frac{44}{3}A^2T \quad \mathbf{0,5 \text{ Punkte}}$$

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 10.10.2011	Blatt: 3
--	---	----------

b) Skizzieren Sie das zeittransformierte Signal  $\frac{2}{3}u\left(2\left(\frac{1}{3}t + \frac{T}{2}\right)\right)$ 

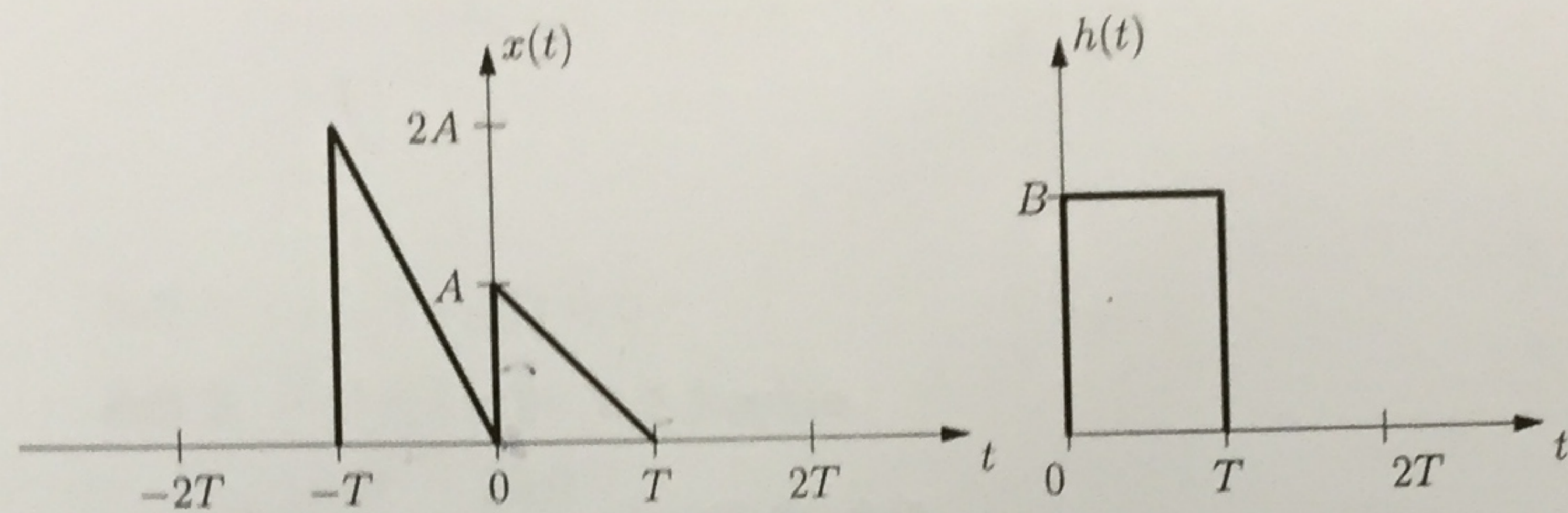
1 P



Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 10.10.2011	Blatt: 4
--	---	----------

1.2 Gegeben seien die folgenden beiden Signale  $x(t)$  und  $h(t)$ .

6,5 P



- a) Geben eine mathematische Beschreibung von  $x(t)$  unter Zuhilfenahme von Elementarsignalen an.

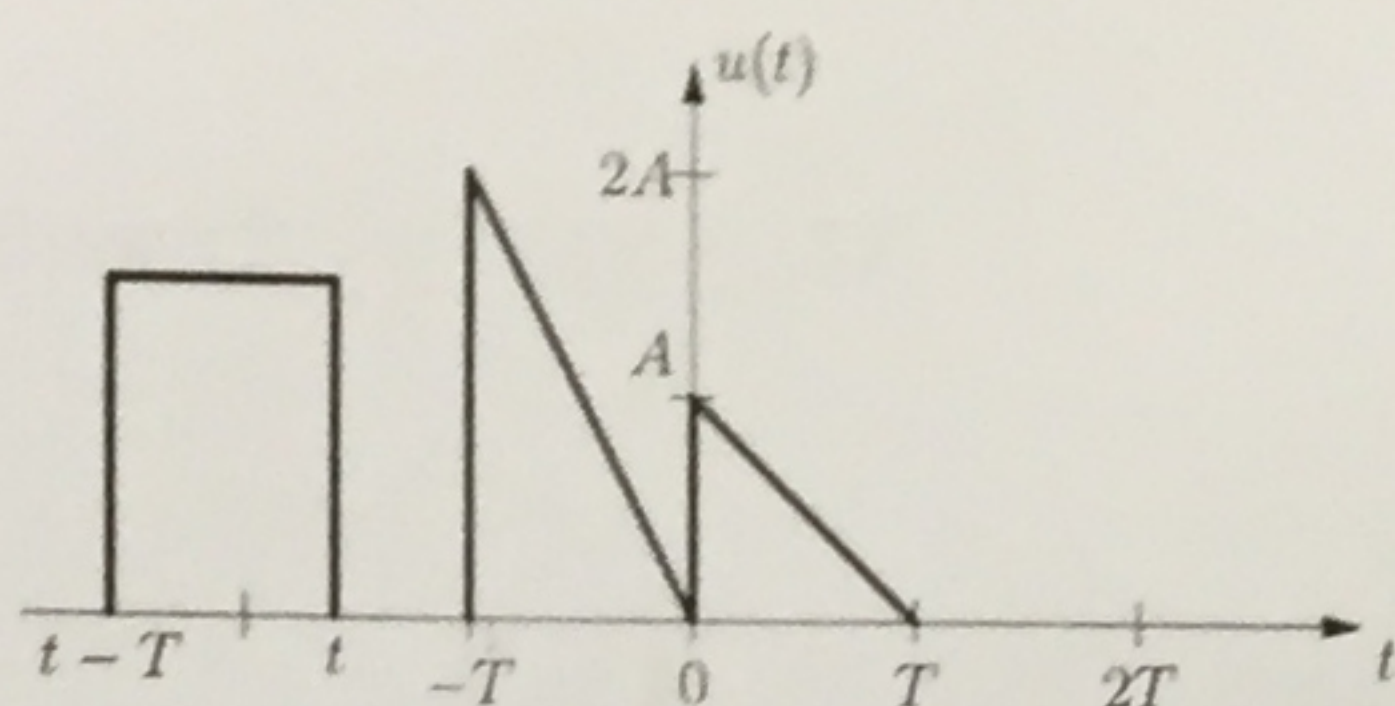
1 P

$$x(t) = -\frac{2A}{T}t \cap_T \left( t + \frac{T}{2} \right) - \frac{A}{T}(t - T) \cap_T \left( t - \frac{T}{2} \right)$$

- b) Berechnen Sie das Ergebnis der Faltung  $y(t) = x(t) * h(t)$ .

4,5 P

Universität Berlin Nachrichtentechnik Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 10.10.2011	Blatt: 5
--	---	----------



Fall 1:  $t < -T$ :  $y(t) = 0$

Fall 2:  $-T \leq t < 0$ : 0,5 Punkte

$$y(t) = \int_{-T}^t -\frac{2AB}{T}\tau d\tau \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

$$= \left[ -\frac{AB}{T}\tau^2 \right]_{-T}^t = -\frac{AB}{T}(t^2 - T^2) \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

3. Fall:  $0 \leq t < T$ : 0,5 Punkte

$$y(t) = \int_{t-T}^0 -\frac{2AB}{T}\tau d\tau - \int_0^t -\frac{AB}{T}\tau - AB d\tau \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

$$= \left[ -\frac{AB}{T}\tau^2 \right]_{t-T}^0 - \left[ \frac{AB}{2T}\tau^2 - AB\tau \right]_0^t$$

$$= \frac{AB}{T}(t-T)^2 - \frac{AB}{2T}t^2 + ABt$$

$$= \frac{AB}{2T}t^2 - ABt + ABT \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

4. Fall:  $T \leq t < 2T$ : 0,5 Punkte

$$y(t) = - \int_{t-T}^T -\frac{AB}{T}\tau - AB d\tau \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

$$= - \left[ \frac{AB}{2T}\tau^2 - AB\tau \right]_{t-T}^T$$

$$= -\frac{AB}{2}T + ABT + \frac{AB}{2T}(t^2 - 2Tt + T^2) - ABt + ABT$$

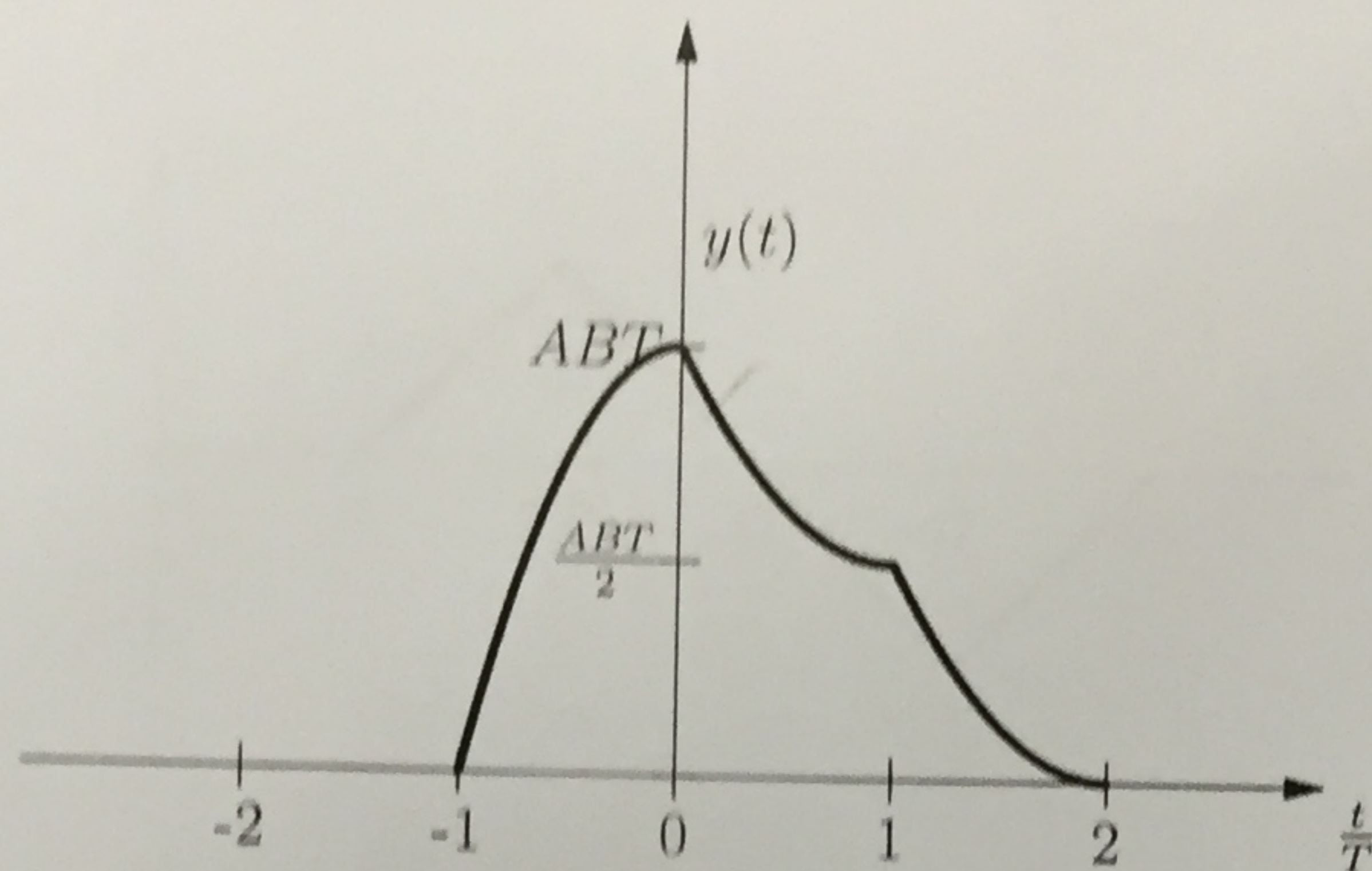
$$= \frac{AB}{2T}t^2 - 2ABt + 2ABT \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

Fall 5:  $2T \leq t$ :  $y(t) = 0$

Technische Universität Berlin	Klausur im Lehrgebiet	
Fachgebiet Nachrichtenübertragung	Signale und Systeme	Blatt: 6
Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	am 10.10.2011	

c) Skizzieren Sie  $y(t)$  im Bereich  $-3T \leq t \leq 3T$ .

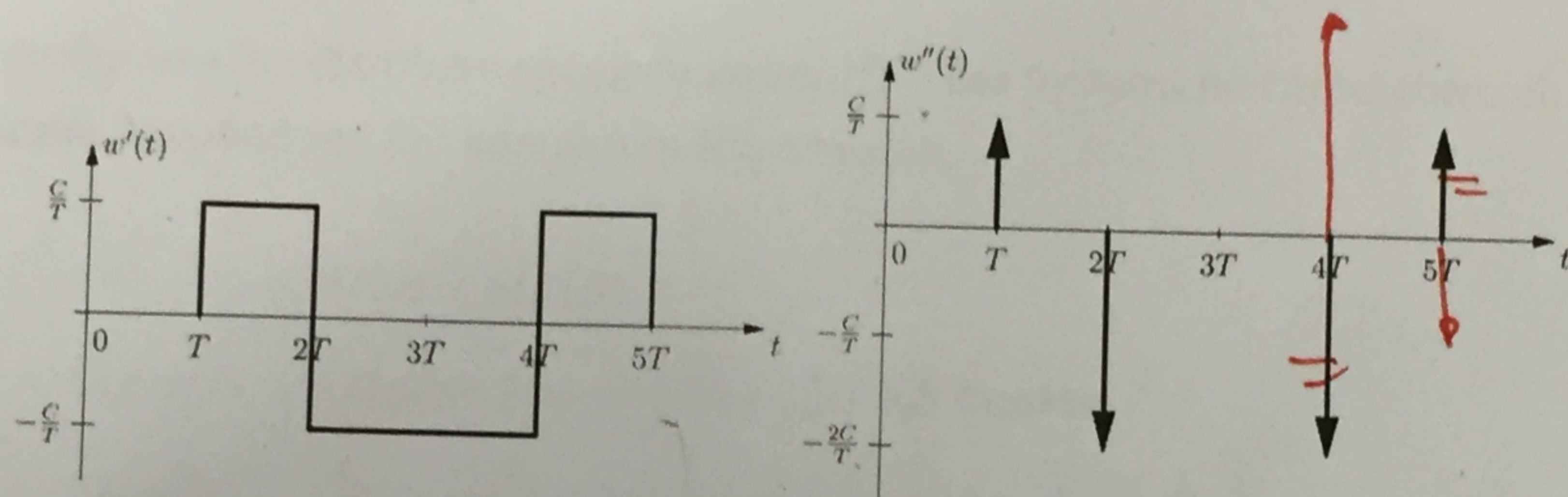
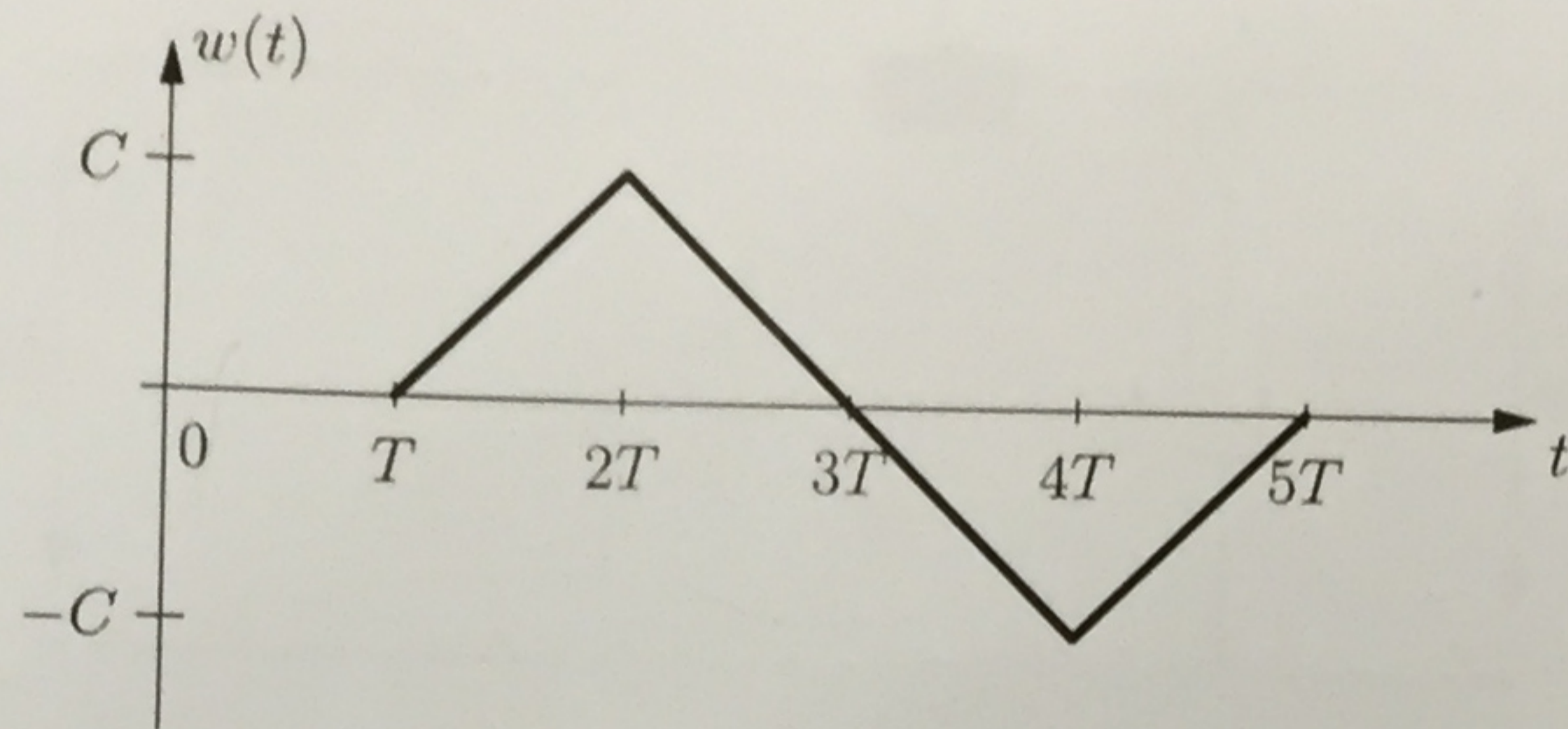
1 P



0,5 Punkte für die Nullstellen, 0,5 Punkte für die Amplitude

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 10.10.2011	Blatt: 7
--	---	----------

- 1.3 Gegeben sei das folgende Signal  $w(t)$ . Berechnen Sie die Fouriertransformierte  $W(j\omega)$  mit Hilfe der Derivierten. Fassen Sie das Ergebnis soweit wie möglich zu trigonometrischen Funktionen zusammen. 2 P



1 Punkt für die Skizzen oder die richtigen Ableitungen

$$w''(t) = \frac{C}{T} (\delta(t - T) - 2\delta(t - 2T) - 2\delta(t - 4T) + 2\delta(t - 5T))$$

$$(j\omega)^2 W(j\omega) = \frac{C}{T} (e^{-j\omega T} - 2e^{-j\omega 2T} - 2e^{-j\omega 4T} + e^{-j\omega 5T}) \quad \text{0,5 Punkte}$$

$$W(j\omega) = -\frac{C}{\omega^2 T} e^{-j\omega 3T} \left( \frac{2}{2} (e^{j\omega 2T} + e^{-j\omega 2T}) - \frac{4}{2} (e^{j\omega T} + e^{-j\omega T}) \right)$$

$$W(j\omega) = -\frac{C}{\omega^2 T} e^{-j\omega 3T} (2 \cos(2\omega T) - 4 \cos(\omega T)) \quad \text{0,5 Punkte}$$

*sin      sin*

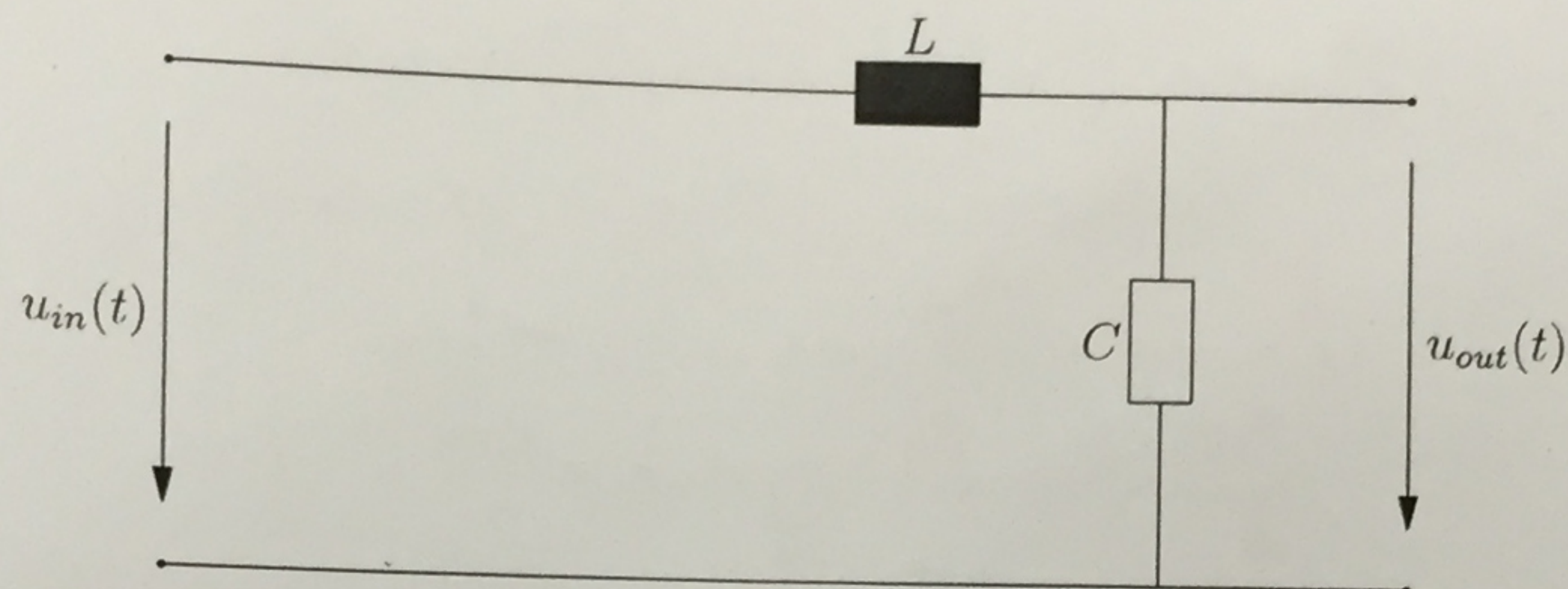
Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 10.10.2011	Blatt: 8
--	---	----------

## 2 Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung

10 Punkte

2.1 Gegeben sei das folgende Netzwerk.

2,5 P



a) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion  $H(s)$  des Systems im Laplacebereich unter Verwendung der komplexen Impedanzen. 1,5 P

$$U_{IN}(s) = RI(s) + sLI(s)$$

$$U_{OUT}(s) = RI(s) \Leftrightarrow I(s) = \frac{1}{R}U_{OUT}(s) \quad \mathbf{0,5 \text{ Punkte}}$$

$$U_{IN}(s) = s\frac{L}{R}U_{OUT}(s) + U_{OUT}(s) = U_{OUT}(s) \cdot \left(1 + \frac{L}{R}s\right) \quad \mathbf{0,5 \text{ Punkte}}$$

$$H(s) = \frac{U_{OUT}(s)}{U_{IN}(s)} = \frac{1}{1 + \frac{L}{R}s} = \frac{\frac{R}{L}}{\frac{R}{L} + s} \quad \mathbf{0,5 \text{ Punkte}}$$

b) Geben Sie die Impulsantwort  $h(t)$  des Systems im Zeitbereich an.

1 P

$$h(t) = \frac{R}{L}e^{-\frac{R}{L}t}$$

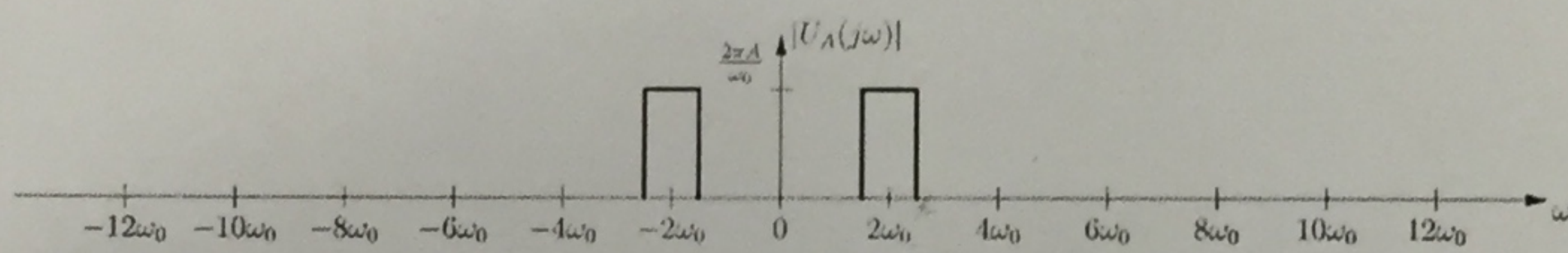
Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 10.10.2011	Blatt: 9
--	---	----------

2.2 Gegeben sei das Signal  $u(t) = A \operatorname{si}\left(\frac{\omega_0}{4}t\right) \cos(2\omega_0 t)$ . 4,5 P

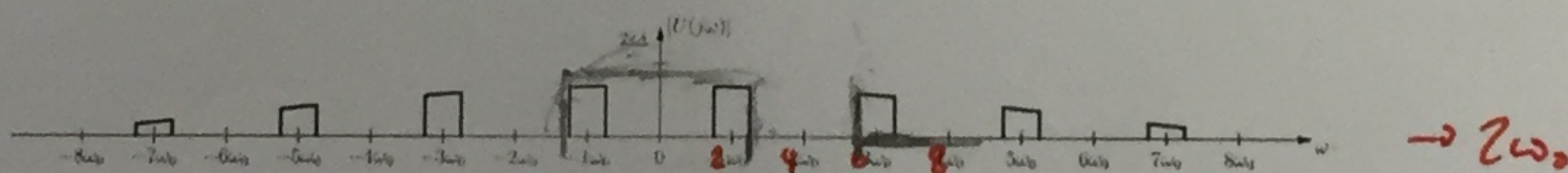
a) Bestimmen Sie die Fouriertransformierte  $U(j\omega)$ . 1,5 P

$$\begin{aligned}
 u(t) &= A \operatorname{si}\left(\frac{\omega_0}{4}t\right) \cdot \cos(2\omega_0 t), \quad \frac{\omega_0}{2} = \frac{2\pi}{T} \Leftrightarrow T = \frac{4\pi}{\omega_0} \\
 U(j\omega) &= A \frac{1}{2\pi} F\left\{\operatorname{si}\left(\frac{\omega_0}{2} \frac{t}{2}\right)\right\} * F\{\cos(\omega_0 t)\} \\
 &= \frac{A}{2\pi} T \Pi_{\frac{\omega_0}{2}}(\omega) * (\pi\delta(\omega - \omega_0) + \pi\delta(\omega + \omega_0)) \\
 &= \frac{2\pi A}{\omega_0} \Pi_{\frac{\omega_0}{2}}(\omega) * (\delta(\omega - \omega_0) + \delta(\omega + \omega_0)) \\
 &= \frac{2\pi A}{\omega_0} \Pi_{\frac{\omega_0}{2}}(\omega - \omega_0) + \frac{2\pi A}{\omega_0} \Pi_{\frac{\omega_0}{2}}(\omega + \omega_0)
 \end{aligned}$$

b) Skizzieren Sie  $|U(j\omega)|$  im Bereich  $-8\omega_0 \leq \omega \leq 8\omega_0$ . 1 P



c)  $u(t)$  werde mittels Flattop-Sampling ( $\alpha = 0,7, \omega_T = 4\omega_0$ ) nichtideal abgetastet. Skizzieren Sie für diesen Fall das Spektrum des abgetasteten Signals im Bereich  $-8\omega_0 \leq \omega \leq 8\omega_0$ . Hinweis: Falls Sie Aufgabe 2.2 a) nicht gelöst haben sollten, verwenden Sie stattdessen  $u(t) = A \cos(\omega_0 t)$ . 1 P



d) Zur nichtidealen Rekonstruktion werde ein Tiefpassfilter mit endlicher Flankensteilheit verwendet. Bis zu welcher Frequenz  $\omega_g$  muss dieses Filter perfekt durchlässig sein und ab welcher Frequenz  $\omega_s$  muss es perfekt sperren um Aliasing zu vermeiden? 1 P

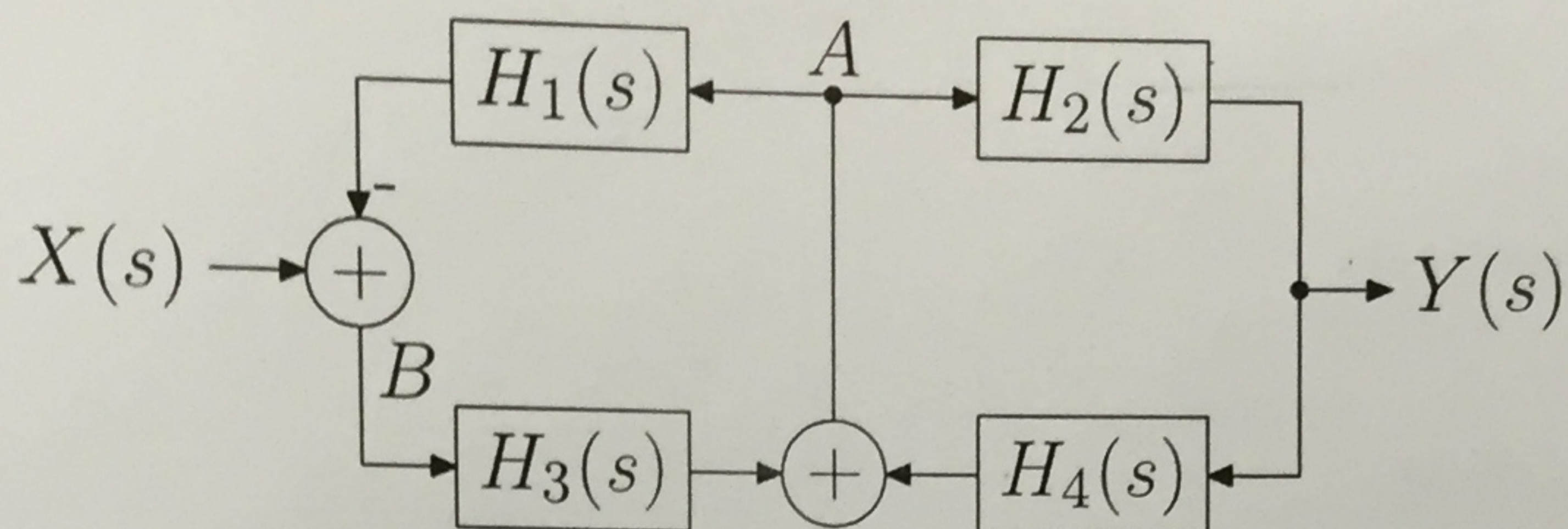
$$\omega_g = \frac{5}{4}\omega_0, \quad \omega_s = \frac{11}{4}\omega_0 \quad \rightarrow \omega_s = \frac{5}{4}\omega_0 \quad \omega_s = \frac{21}{4}\omega_0$$

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 10.10.2011	Blatt: 10
--	---	-----------



- 2.3 Gegeben sei das folgende Blockschaltbild. Geben Sie die Gesamtübertragungsfunktion  $H_{\text{ges}}(s)$  in Abhängigkeit von den Einzelübertragungsfunktionen  $H_i(s)$ ,  $i = 1, \dots, 4$ , an. Fassen Sie das Ergebnis so weit wie möglich zusammen.

3 P



$$B = X - H_1 A$$

$$A = H_3 B + H_4 Y = H_3 \cdot (X - H_1 A) + H_4 Y$$

$$Y = H_2 A$$

$$A = H_3 X + H_4 Y - H_1 H_3 A$$

$$A = \frac{H_3 X}{1 + H_1 H_3} + \frac{H_4 Y}{1 + H_1 H_3}$$

$$Y = \frac{H_2 H_3 X}{1 + H_1 H_3} + \frac{H_2 H_4 Y}{1 + H_1 H_3}$$

$$Y \left( 1 - \frac{H_2 H_4 Y}{1 + H_1 H_3} \right) = \frac{H_2 H_3 X}{1 + H_1 H_3}$$

$$Y \left( \frac{1 + H_1 H_3 - H_2 H_4}{1 + H_1 H_3} \right) = \frac{H_2 H_3 X}{1 + H_1 H_3}$$

$$\frac{Y}{X} = \frac{H_2 H_3}{1 + H_1 H_3 - H_2 H_4}$$

2 Punkte für richtige Zwischenergebnisse, 1 Punkt für das Endergebnis

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 10.10.2011	Blatt: 12
--	---	-----------

### 3 Zeitdiskrete Signale und Systeme

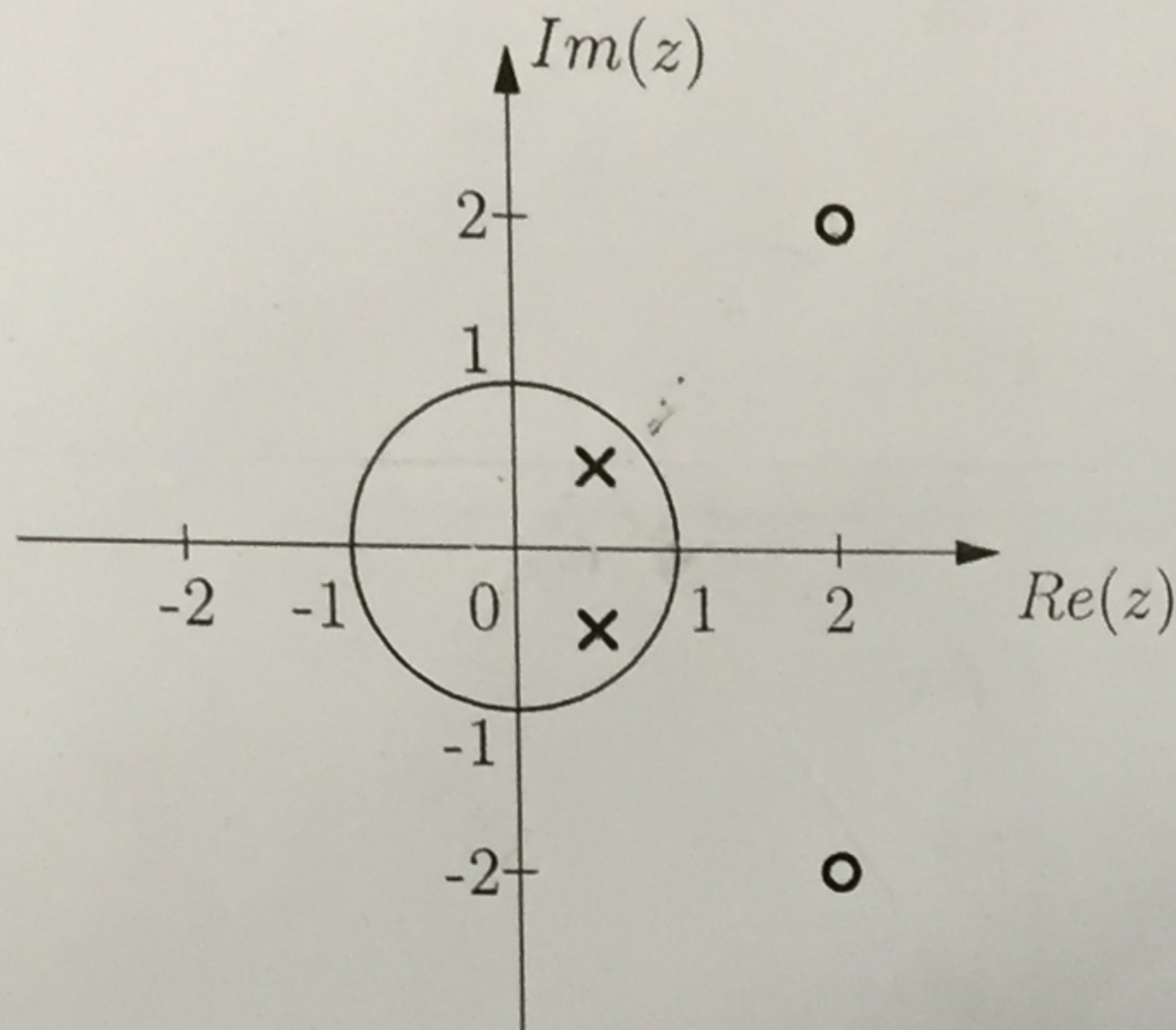
10 Punkte

3.1 PN-Diagramme zeitdiskreter Systeme

5 P

a) Gegeben sei das folgende PN-Diagramm eines zeitdiskreten Systems. Kreuzen Sie rechts die entsprechenden Eigenschaften des Systems an.

3 P



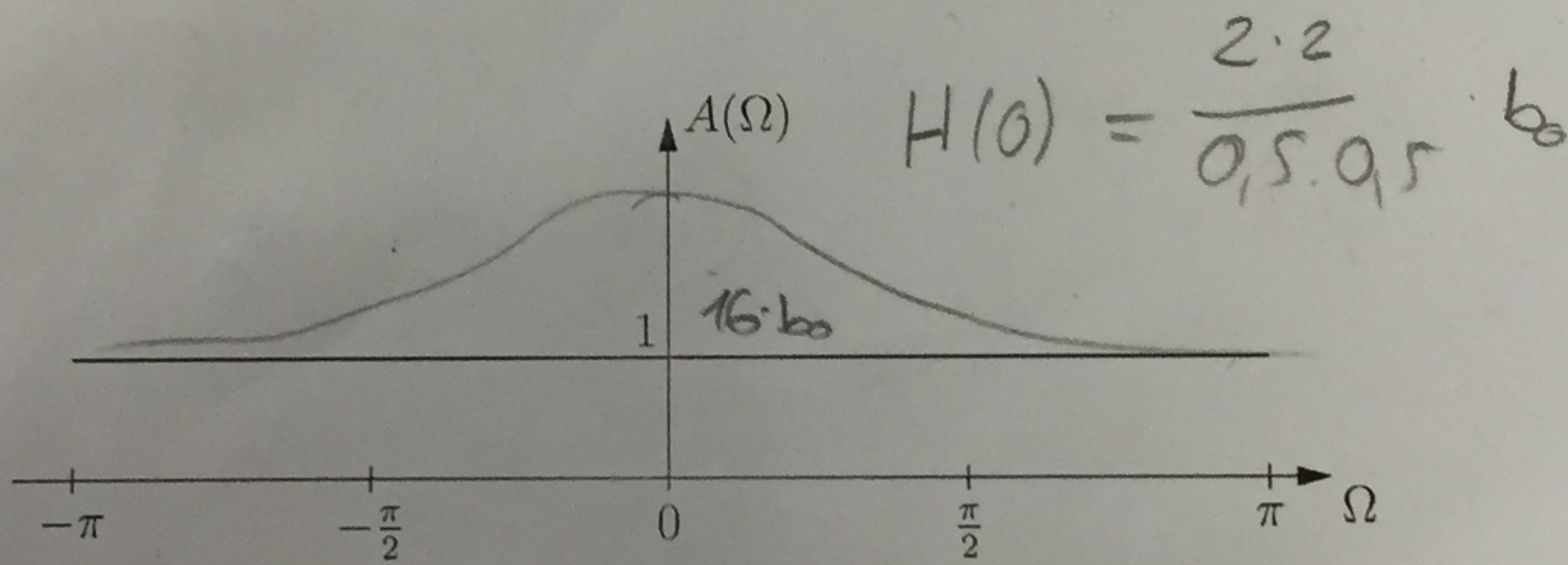
- ja nein
- reellwertig
  - (bedingt) stabil
  - kausal
  - linearphasig
  - Allpass
  - minimalphasig

! kein Allpass

b) Skizzieren Sie den Amplitudengang des Systems.

$b_0 = 0$

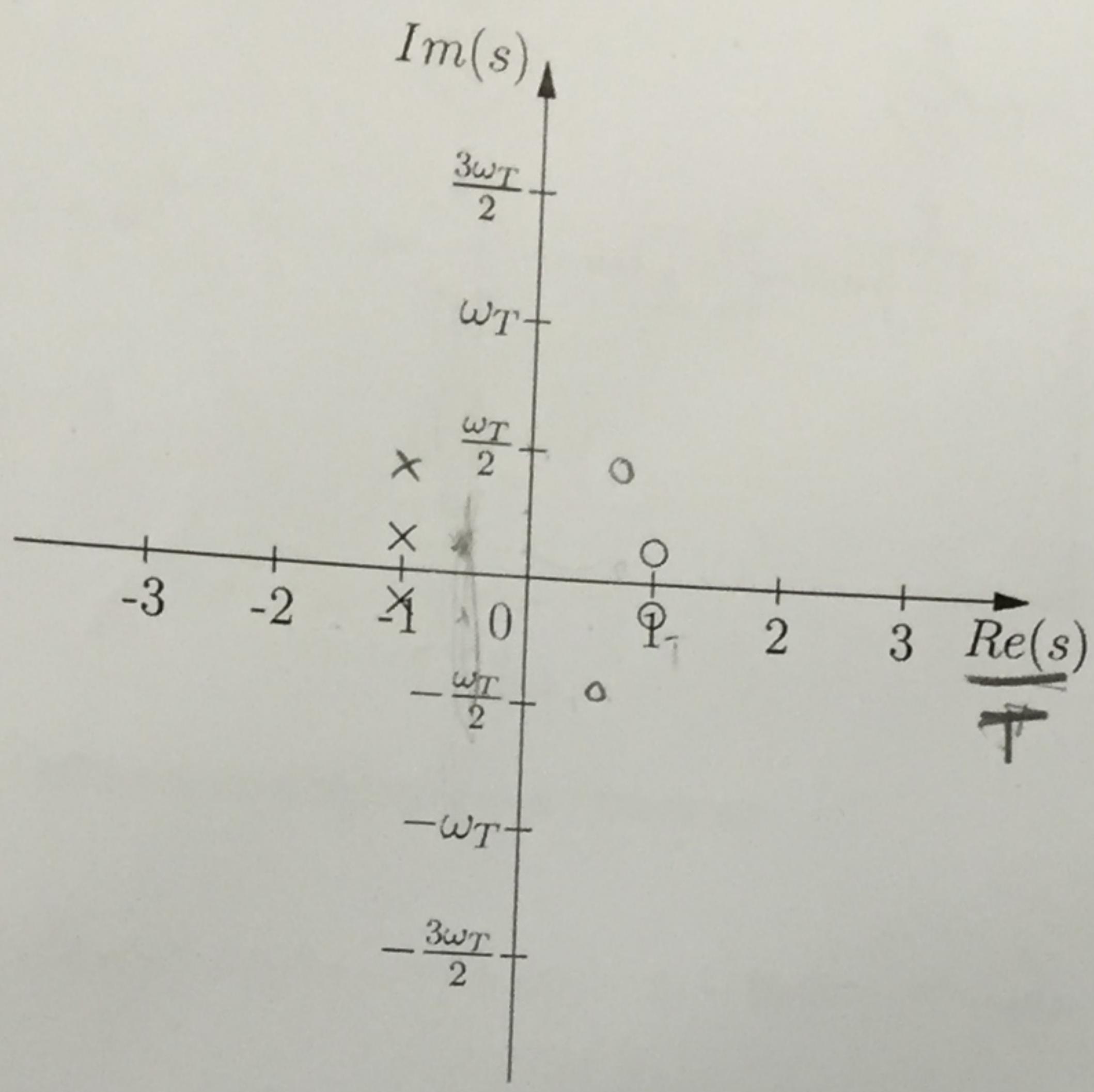
1 P



<p>Technische Universität Berlin</p> <p>Fachgebiet Nachrichtenübertragung</p> <p>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet</p> <p>Signale und Systeme</p> <p>am 10.10.2011</p>	<p>Blatt: 13</p>
---	--	------------------

c) Skizzieren Sie weiterhin im untenstehenden Koordinatensystem die PN-Verteilung des entsprechenden zeitkontinuierlichen Systems vor der Abtastung.

1 P



$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$z = e^{Ts}$$

$$z = e^{T(\sigma + j\omega)}$$

$$\frac{T}{T} = \frac{2\pi}{\omega_T}$$

$$z = e^{T\sigma} \cdot e^{-j\omega T}$$



$$r_{uu} = \{2, -4, -2, 9, -2, -4, 2\}$$

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenträgung Prof. Dr.-Ing. T. Säkara	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 10.10.2011	Blatt: 16
--	---	-----------