

# Signale und Systeme

- Prof. Dr.-Ing. Thomas Sikora -

Name: .....  Bachelor  ET  
Vorname: .....  Master  TI  
Matr.Nr: .....  Diplom  WiIng  
 Magister  PI  
 Erasmus  .....

Ich bin mit der Veröffentlichung des Klausurergebnisses im Web unter meiner verkürzten Matrikelnummer einverstanden.

A1	A2	A3	BP	Summe

**Hinweise:**

1. Füllen Sie vor Bearbeitung der Klausur das Deckblatt **vollständig** und **sorgfältig** aus.
2. Schreiben Sie die Lösungen jeweils direkt auf den freien Platz unterhalb der Aufgabenstellung.
3. Die **Rückseiten** können bei Bedarf zusätzlich beschrieben werden. Sollte der Platz auf der Rückseite nicht ausreichen, ist dennoch **kein eigenes Papier zu verwenden**. Die Klausuraufsicht teilt auf Anfrage **zusätzliche leere Blätter** aus.
4. Ein **nicht programmierbarer** Taschenrechner und ein **einseitig handbeschriebenes DIN-A4-Blatt** sind als Hilfsmittel erlaubt.
5. Bearbeitungszeit: **90 min**.
6. **Keinen Bleistift** und auch **keinen Rotstift** verwenden!
7. Bei Multiple-Choice-Fragen gibt es je richtiger Antwort einen halben Punkt, je falscher Antwort wird ein halber Punkt abgezogen. Im schlechtesten Fall wird die Aufgabe mit null Punkten bewertet.
8. Grundsätzlich müssen bei allen Skizzen die **Achsen vollständig beschriftet** werden.

Ich habe die Hinweise gelesen und verstanden: ..... (Unterschrift)

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 02.03.2017	Blatt: 1
--	--	----------

---

## Erklärung zur Prüfungsfähigkeit

Ich erkläre, dass ich mich prüfungsfähig fühle. (§ 7 (10) Satz 5+6 AllgPO vom 13. Juni 2012)

.....

(Datum und Unterschrift der Studentin/ des Studenten)

<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 02.03.2017	Blatt: 2
---	--	----------

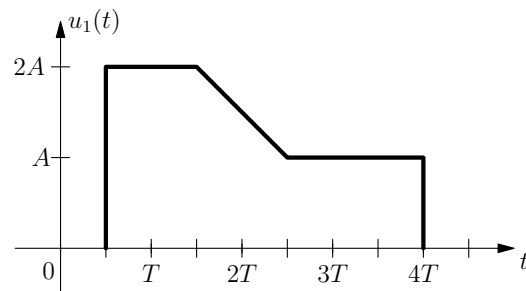
# Inhaltsverzeichnis

1	Zeitkontinuierliche Signale	4
2	Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung	10
3	Zeitdiskrete Signale und Systeme	15

<p><b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 02.03.2017</p>	<p>Blatt: 3</p>
--	---	-----------------

**1 Zeitkontinuierliche Signale****12,5 Punkte**1.1 Gegeben sei das folgende, zeitkontinuierliche Signal  $u_1(t)$ :

4,5 P

a) Geben Sie eine geschlossene mathematische Beschreibung von  $u_1(t)$  unter Zuhilfenahme von Elementarsignalen an.

1 P

b) Skizzieren Sie das Signal  $u_2(t) = B \cdot u_1(-(t - 3T))$ .

1,5 P

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 02.03.2017	Blatt: 4
--	---	----------

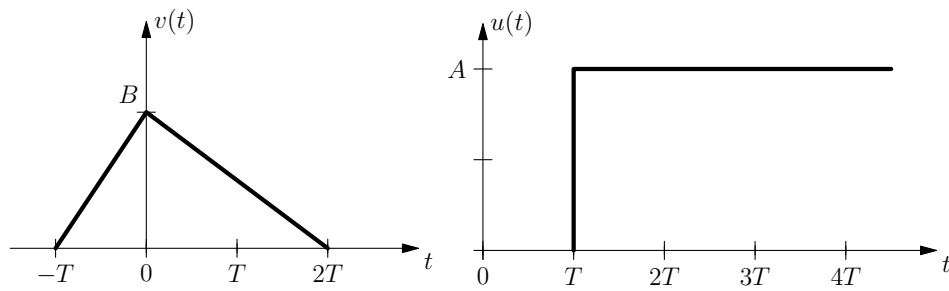
c) Das Signal  $u_1(t)$  werden mit  $T_P = 5T$  periodisch fortgesetzt. Berechnen Sie die Leistung des periodisch fortgesetzten Signals  $u_P(t) = u_1(t) * \delta_{T_P}(t)$ . 1,5 P

d) Wie groß ist die Gesamtleistung des **ursprünglichen** Signals  $u_1(t)$ ? 0,5 P

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 02.03.2017	Blatt: 5
--	---	----------

1.2 Gegeben seien die folgenden Signale  $u(t) = A \cdot \sigma(t - T)$  und  $v(t)$ .

6 P



a) Berechnen Sie die Kreuzkorrelationsfunktion  $r_{uv}(\tau)$ . Fassen Sie das Ergebnis so weit wie möglich zusammen.

4,5 P

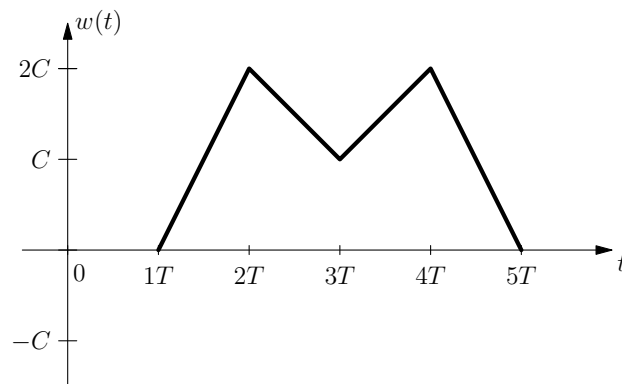
<p>Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 02.03.2017</p>	<p>Blatt: 6</p>
---	--	-----------------

b) Skizzieren Sie  $r_{uv}(\tau)$  im Bereich  $-3T \leq \tau \leq 3T$ .

1,5 P

<p><b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 02.03.2017</p>	<p>Blatt: 7</p>
--	---	-----------------

- 1.3 Berechnen Sie die Fouriertransformierte des folgenden Signals  $w(t)$ . Fassen Sie das Ergebnis so weit wie möglich zu trigonometrischen Funktionen zusammen. 2 P



<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 02.03.2017	Blatt: 8
---	--	----------

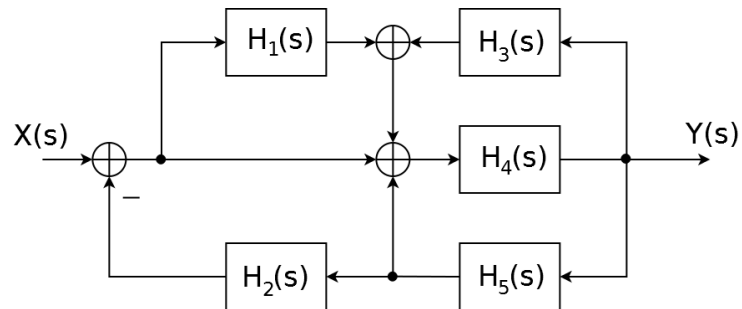


- 1.4 Wie lautet die Unschärferelation (oder das Zeitgesetz) der Nachrichtentechnik? 1\* P

<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 02.03.2017	Blatt: 9
---	--	----------

**2 Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung****9,5 Punkte**

- 2.1 Gegeben sei das folgende Blockschaltbild. Geben Sie die Gesamtübertragungsfunktion  $H_{\text{Ges}}(s)$  in Abhängigkeit von den Einzelübertragungsfunktionen  $H_i(s)$ ,  $i = 1, \dots, 5$  an. Fassen Sie das Ergebnis so weit wie möglich zusammen. 2 P



Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 02.03.2017	Blatt: 10
--	---	-----------

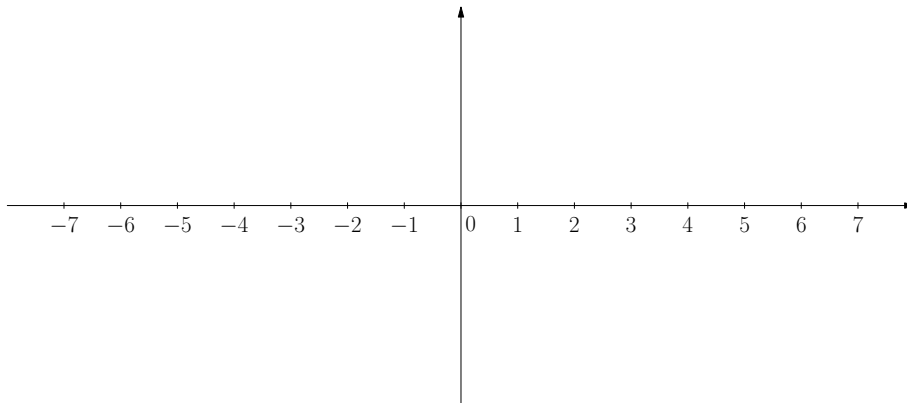
2.2 Von einem realen, zeitkontinuierlichen System seien nachfolgende Eigenschaften bekannt. Skizzieren Sie das PN-Diagramm des Systems. **Erläutern Sie Ihre Schlussfolgerungen aus den genannten Eigenschaften.** 2,5 P

- a) Das System hat 5 Extremstellen.
- b) Der Imaginärteil einer Polstelle ist  $-2$ .
- c)  $|H(0)| = 1$
- d) Das System besitzt mehr Nullstellen als Polstellen.
- e)  $H(2j) = 0$
- f) Das System ist stabil.
- g) Der Realteil einer Nullstelle ist  $-2$ .

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 02.03.2017	Blatt: 11
--	---	-----------

2.3 Gegeben sei die Funktion  $u(t) = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi t}{4T}\right)$ . 3,5 P

- a) Das Signal  $u(t)$  werde nun ideal mittels eines Deltakamms  $\delta_T(t)$  abgetastet. 1 P  
Skizzieren Sie  $u_a(t) = u(t) \cdot \delta_T(t)$  im Bereich  $-7T \leq t \leq 7T$ . Achten Sie auf eine vollständige Achsenbeschriftung.



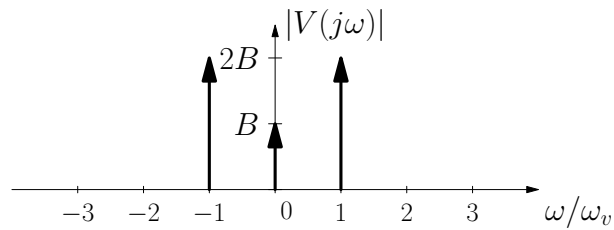
- b) Wie groß ist die Amplitude  $u_a(t)$  an der Stelle  $t = T$ ? 0,5 P

- c) Berechnen Sie die Fouriertransformierte  $U_a(j\omega)$  des abgetasteten Signals 2 P  
 $u_a(t) = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi t}{4T}\right) \cdot \delta_T(t)$ . Fassen Sie das Ergebnis soweit wie möglich zusammen. (Hinweis: Falls vorhanden, lösen Sie das Faltungssymbol auf.)

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 02.03.2017	Blatt: 12
--	---	-----------

2.4 Gegeben sei nachfolgendes Amplitudenspektrum  $|V(j\omega)|$ .

1,5 P

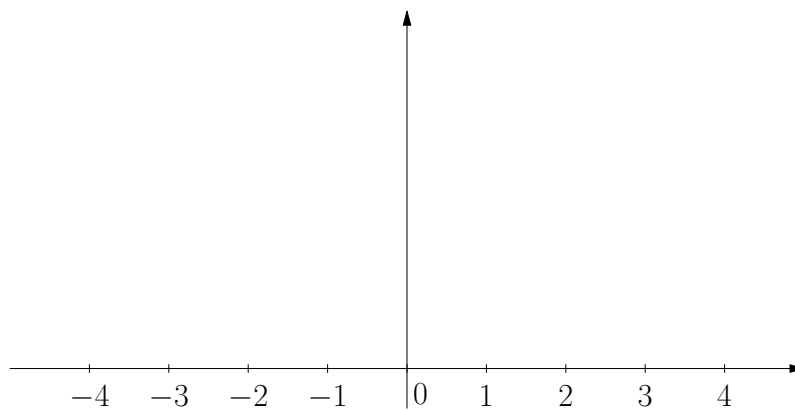


a) Welche Abtastfrequenz muss bezüglich des Amplitudenspektrums  $|V(j\omega)|$  mindestens gewählt werden, damit kein Aliasing entsteht?

0,5 P

b) Nun werde das Signal  $v(t)$  ideal mit  $\omega_T = 2\omega_v$  abgetastet. Skizzieren Sie  $|V_a(j\omega)|$  im Bereich  $-4\omega_v \leq \omega \leq 4\omega_v$ . Achten Sie auf eine vollständige Achsenbeschriftung.

1 P



<p>Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 02.03.2017</p>	<p>Blatt: 13</p>
---	--	------------------

- 2.5 Definieren Sie ein verzerrungsfreies System im Zeitbereich. Welche Eigenschaft weist der Amplituden- und der Phasengang eines verzerrungsfreien Systems im Frequenzbereich auf? 1,5\* P

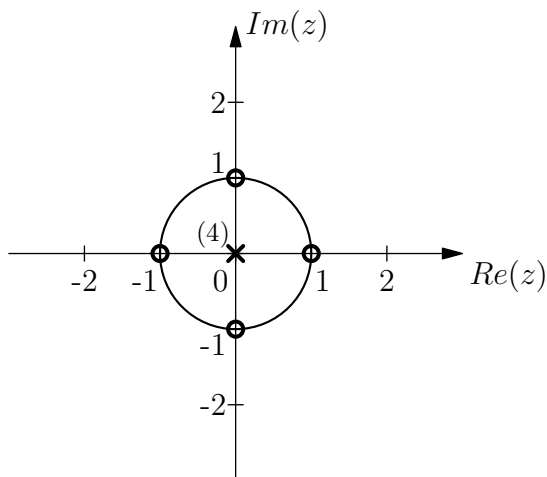
<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 02.03.2017	Blatt: 14
---	--	-----------

## 3 Zeitdiskrete Signale und Systeme

10 Punkte

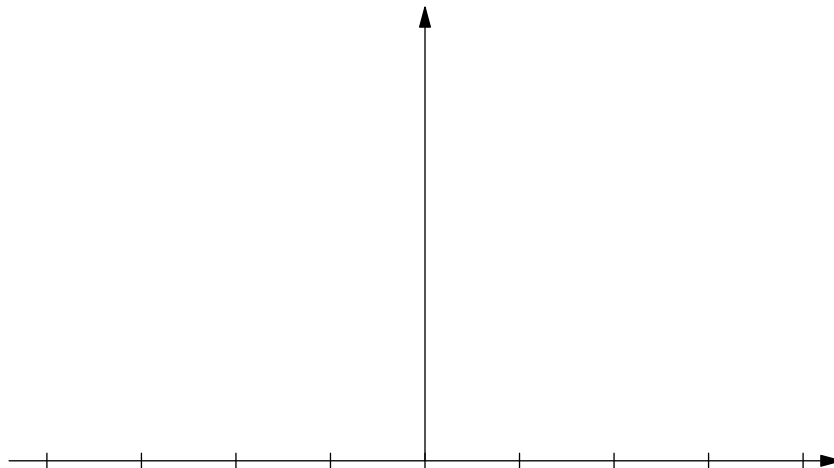
3.1 PN-Diagramme zeitdiskreter Systeme 4 P

- a) Gegeben sei das folgende PN-Diagramm eines zeitdiskreten Systems. Kreuzen Sie rechts die entsprechenden Eigenschaften des Systems an. 3 P



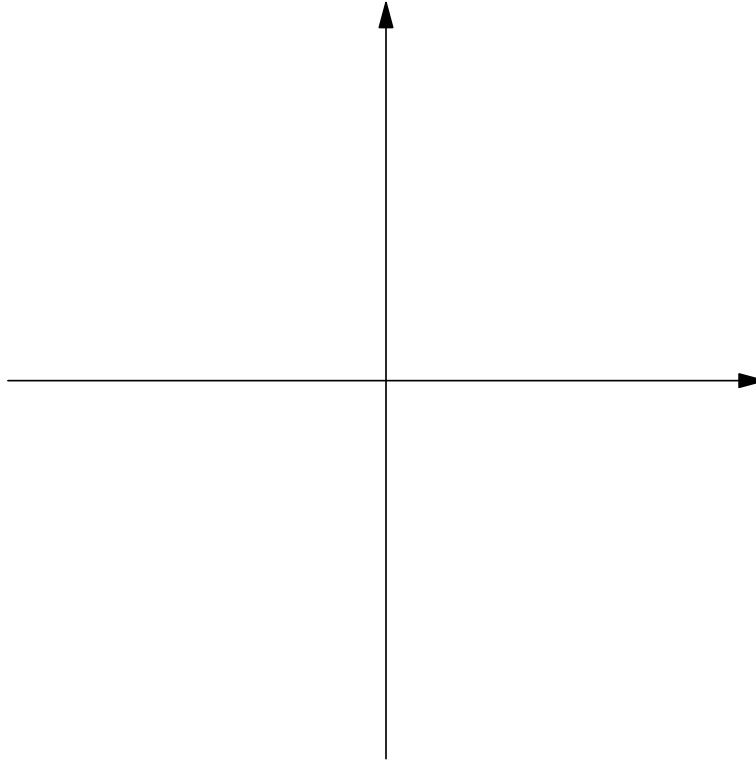
- ja nein
- reellwertig
- (bedingt) stabil
- kausal
- linearphasig
- Allpass
- minimalphasig

- b) Skizzieren Sie den Amplitudengang  $A(\Omega)$  des Systems ( $b_0 = 1$ ). Achten Sie auf eine vollständige Achsenbeschriftung. 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 02.03.2017</p>	<p>Blatt: 15</p>
---	--	------------------

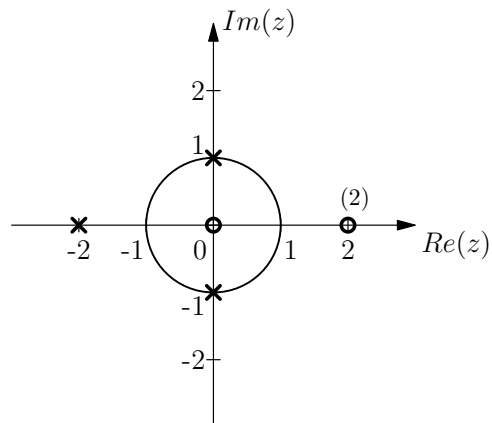
- c) Gehen Sie davon aus, dass das PN-Diagramm aus Teilaufgabe 3.1 a) die Pol- und Nullstellen eines entsprechenden zeitkontinuierlichen Systems nach der Abtastung zeigt. Skizzieren Sie im untenstehenden Koordinatensystem die PN-Verteilung des Systems **vor** der Abtastung. 1,5\* P





3.2 Gegeben sei das folgende PN-Diagramm eines zeitdiskreten Systems.

3,5 P



a) Bestimmen Sie die Systemfunktion  $H(z)$  ( $H_0 = 1$ ).

0,5 P

b) Bestimmen Sie die Differenzgleichung.

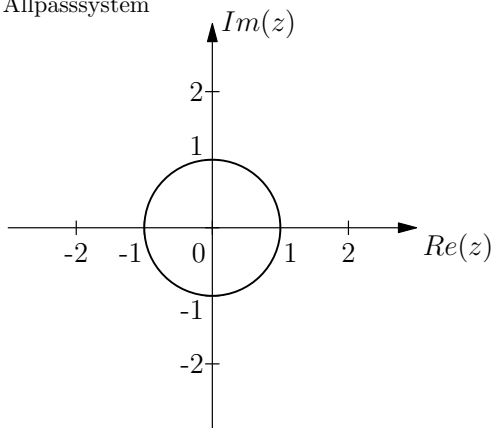
1 P

<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 02.03.2017	Blatt: 17
---	--	-----------

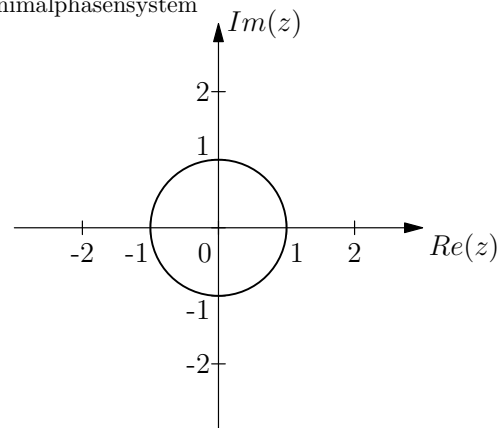
- c) Zeichnen Sie das Filter in der 1. kanonischen Form. (Hinweis: Falls Sie die Differenzgleichung nicht bestimmen konnten, verwenden Sie folgende Gleichung:  
 $y(n) = x(n) + 2x(n-1) - 4x(n-2) + 5y(n-1) - 2y(n-2) + 6y(n-3)$ ) 1 P

- d) Zerlegen Sie das gegebene System in eine Reihenschaltung aus Allpass und minimalphasigen System. 1 P

Allpasssystem



Minimalphasensystem



<p>Technische Universität Berlin          Fachgebiet Nachrichtenübertragung          Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet  <b>Signale und Systeme</b>          am 02.03.2017</p>	<p>Blatt: 18</p>
---	---	------------------

- 3.3 Die Impulsantwort eines FIR-Filters sei  $h = \{2; 3; -3\}$ . Berechnen Sie die Antwort des Filters auf das Eingangssignal  $x = \{2; -1; 1\}$ . 2,5 P

<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 02.03.2017	Blatt: 19
---	--	-----------