

# Klausur - Mantelbogen



Name, Vorname	
Matrikel-Nr.	
Studienzentrum	
Studiengang	<b>Wirtschaftsingenieurwesen</b>
Fach	<b>Elektrotechnik/Elektronik</b>
Art der Leistung	<b>Prüfungsleistung</b>
Klausur-Knz.	<b>WI-ELT-P12-020209</b>
Datum	<b>09.02.2002</b>

Verwenden Sie ausschließlich das vom Aufsichtsführenden zur Verfügung gestellte Papier, und geben Sie sämtliches Papier (Lösungen, Schmierzettel und nicht gebrauchte Blätter) zum Schluss der Klausur wieder bei Ihrem Aufsichtsführenden ab. Eine nicht vollständig abgegebene Klausur gilt als nicht bestanden.

Beschriften Sie jeden Bogen mit Ihrem Namen und Ihrer Immatrikulationsnummer. Lassen Sie bitte auf jeder Seite 1/3 ihrer Breite als Rand für Korrekturen frei, und nummerieren Sie die Seiten fortlaufend. Notieren Sie bei jeder Ihrer Antworten, auf welche Aufgabe bzw. Teilaufgabe sich diese bezieht.

Viel Erfolg!

**Ausgegebene Arbeitsblätter** \_\_\_\_\_

**Abgegebene Arbeitsblätter** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Aufsichtsführende(r)

\_\_\_\_\_  
Prüfungskandidat(in)

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Summe
max. Punktezahl	17	16	8	27	23	9	100
erreichte Punktezahl							
2. Prüfer							

Gesamtpunktzahl	
Prüfungsnote	


\_\_\_\_\_  
Datum, 1. Prüfer

\_\_\_\_\_  
Datum, 2. Prüfer

Anmerkungen des Erstprüfers:

---

Datum, 1. Prüfer

Anmerkungen des Zweitprüfers:

---

Datum, 2. Prüfer



Studiengang	<b>Wirtschaftsingenieurwesen</b>
Fach	<b>Elektrotechnik/Elektronik</b>
Art der Leistung	<b>Prüfungsleistung</b>
Klausur-Knz.	<b>WI-ELT-P12-020209</b>
Datum	<b>09.02.2002</b>

Zu jeder Aufgabe ist neben der Lösung auch der Lösungsweg anzugeben. Aus der Dokumentation des Lösungsweges sollte eindeutig zu erkennen sein, wie Ihre Lösung zustande gekommen ist.

**Bearbeitungszeit:** 90 Minuten  
**Anzahl Aufgaben:** - 6 -  
**Höchstpunktzahl:** - 100 -

<b>Hilfsmittel</b>
Studienbriefe
Taschenrechner
Formelsammlung eigener Wahl

**Vorläufiges Bewertungsschema:**

<b>Punktzahl</b>		<b>Note</b>	
von	bis einschl.		
95	100	1,0	sehr gut
90	94,5	1,3	sehr gut
85	89,5	1,7	gut
80	84,5	2,0	gut
75	79,5	2,3	gut
70	74,5	2,7	befriedigend
65	69,5	3,0	befriedigend
60	64,5	3,3	befriedigend
55	59,5	3,7	ausreichend
50	54,5	4,0	ausreichend
0	49,5	5,0	nicht ausreichend

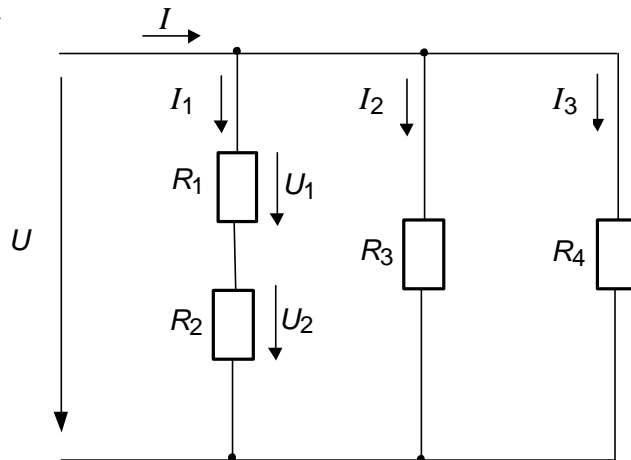
Viel Erfolg!

## Aufgabe 1

insg. 17 Punkte

Für die dargestellte Schaltung gilt:

$$\begin{aligned} R_1 &= 18 \, \Omega, \\ R_2 &= 82 \, \Omega, \\ R_3 &= 100 \, \Omega, \\ R_4 &= 47 \, \Omega, \\ U &= 12 \, \text{V}. \end{aligned}$$



Berechnen Sie:

- den Gesamtwiderstand  $R_{\text{ges}}$ ,
- die Teilströme  $I_1$ ,  $I_2$  und  $I_3$  sowie den Gesamtstrom  $I_{\text{ges}}$ ,
- die Teilspannungen  $U_1$  und  $U_2$ .

5 Pkte

8 Pkte

4 Pkte

## Aufgabe 2

insg. 16 Punkte

Begründen Sie schriftlich unter Benutzung zweckmäßiger Formeln und Schaltskizzen des Studienbriefes 1, warum der Instrumentenwiderstand

- eines Spannungsmessers möglichst hochohmig und der
  - eines Strommessers möglichst niederohmig
- ausgeführt werden soll.

8 Pkte

8 Pkte

**Hinweis:**

Für die Benutzung der Formeln und Schaltskizzen genügt die Angabe der betreffenden Gleichungs- bzw. Abbildungsnummer im Studienbrief.

## Aufgabe 3

insg. 8 Punkte

Die Kondensatoren  $C_1 = 1 \, \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 2000 \, \text{nF}$  und  $C_3 = 3 \, \mu\text{F}$  sind parallel geschaltet und liegen an einer Gleichspannung von 110 V.

- Zeichnen Sie das Schaltbild mit allen Bezeichnungen.
- Berechnen Sie:
  - die Gesamtkapazität  $C_{\text{ges}}$ ,
  - die Gesamtladung  $Q_{\text{ges}}$ ,
  - die insgesamt gespeicherte Energie  $W_{\text{ges}}$ .

2 Pkte

6 Pkte

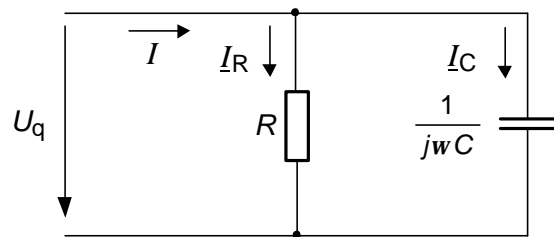
## Aufgabe 4

insg. 27 Punkte

In der nebenstehenden Schaltung sind gegeben:

$$U_q = 230 \text{ V}, \quad f = 50 \text{ Hz}$$

$$R = 460 \text{ } \Omega, \quad C = 4,4 \text{ } \mu\text{F}.$$



a) Berechnen Sie *komplex*:

22 Pkte

- (1) den komplexen Leitwert  $\underline{Y}$  und den Scheinwiderstand  $\underline{Z}$ ,
- (2) die Ströme  $\underline{I}_R$ ,  $\underline{I}_C$  und  $\underline{I}$ .

b) Zeichnen Sie das Stromdiagramm maßstäblich: 1 A = 10 cm.  
Achten Sie auf die Phasenlage.

5 Pkte

**Hinweis:**

Bei der Berechnung der Ströme unter a) wird die Spannung über der Parallelschaltung mit  $\underline{U}_q = U_q$  angesetzt.

## Aufgabe 5

insg. 23 Punkte

Das Leistungsschild eines Drehstrommotors zeigt unter anderem folgende Daten:

- ? 400 V
- 50 Hz
- 2,7 A
- 1,2 kW
- 1410 min<sup>-1</sup>
- cos  $\phi$  = 0,88.

a) Wie groß ist die Nennleistung  $P_N$  des Motors? Was versteht man unter dieser Leistung?

3 Pkte

b) Welche

8 Pkte

- (1) Scheinleistung  $S_N$ ,
- (2) Wirkleistung  $P_{el} = P_{zu}$ ,
- (3) Blindleistung  $Q_N$

nimmt der Motor unter Nennbedingungen aus dem Netz auf?

c) Wie groß sind unter Nennbedingungen

6 Pkte

- (1) der Wirkungsgrad  $\eta_N$ ,
- (2) die Verluste  $P_{VN}$ ?

d) Berechnen Sie:

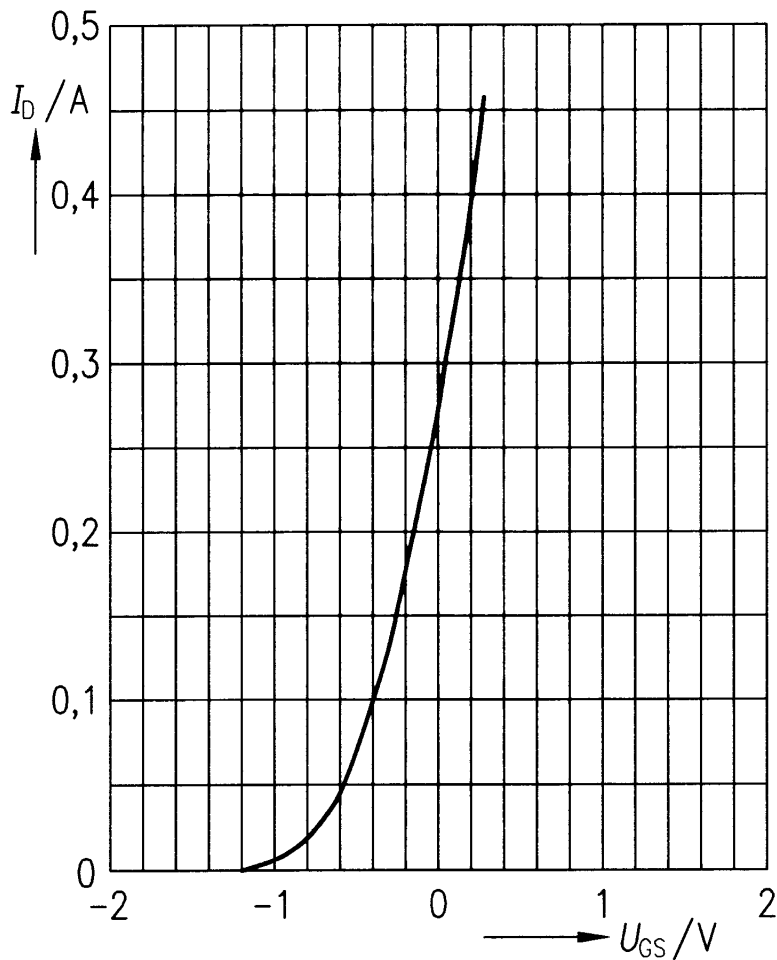
6 Pkte

- (1) die Nennwinkelgeschwindigkeit  $\omega_N$  des Läufers,
- (2) das Nennmoment  $M_N$  an der Welle.

## Aufgabe 6

insg. 9 Punkte

Gegeben ist für einen FET das untenstehende Kennlinienfeld.



- Wie nennt man die Kennlinie? 1 Pkt
- Wie lautet die genaue Bezeichnung für den Transistor, für den diese Kennlinie gilt? 2 Pkte
- Begründen Sie, inwieweit ein selbstsperrender oder selbstleitender FET vorliegt. 3 Pkte
- Bestimmen Sie die Steilheit für einen Drainstrom von 0,2 A. 3 Pkte

## Korrekturrichtlinie zur Prüfungsleistung Elektrotechnik/Elektronik am 09.02.2002 Wirtschaftsingenieurwesen WI-ELT-P12-020209

Um größtmögliche Gerechtigkeit zu erreichen, ist nachfolgend zu jeder Aufgabe eine Musterlösung inklusive der Verteilung der Punkte auf Teilaufgaben bzw. Lösungsschritte zu finden. Natürlich ist es nicht möglich, jede denkbare Lösung anzugeben. Stoßen Sie daher bei der Korrektur auf einen anderen als den angegebenen Lösungsweg, so nehmen Sie bitte die Verteilung der Punkte auf die einzelnen Lösungsschritte sinngemäß vor. Sind in der Musterlösung die Punkte für eine Teilaufgabe summarisch angegeben, so ist die Verteilung dem Korrektor überlassen. Rechenfehler sollten nur zur Abwertung des betreffenden Teilschrittes führen. Wird also mit einem falschen Zwischenergebnis richtig weitergerechnet, so sind die hierfür vorgesehenen Punkte zu erteilen.

Die Bewertung der Prüfungsleistung erfolgt differenziert. Gemäß der Diplomprüfungsordnung ist folgendes Notenschema zugrunde zu legen:

Punktzahl		Note	
von	bis einschl.		
95	100	1,0	sehr gut
90	94,5	1,3	sehr gut
85	89,5	1,7	gut
80	84,5	2,0	gut
75	79,5	2,3	gut
70	74,5	2,7	befriedigend
65	69,5	3,0	befriedigend
60	64,5	3,3	befriedigend
55	59,5	3,7	ausreichend
50	54,5	4,0	ausreichend
0	49,5	5,0	nicht ausreichend

Die Prüfungsleistung gilt als bestanden, wenn **mindestens 50 Punkte** erreicht wurden.

<b>Lösung 1</b>	<b>SB 1, S. 31 und 32: Anlehnung an Übungsaufgabe 2.3 und Abb. 2.5 d)</b>	<b>insg. 17 Punkte</b>
-----------------	---	------------------------

- a) **5 Pkte**  

$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = 0,01 \text{ S} + 0,01 \text{ S} + 0,0213 \text{ S} = 0,0413 \text{ S}$$
(4 Pkte)  

$$R_{ges} = 24,2 \text{ } \Omega$$
(1 Pkt)
- b) **8 Pkte**  

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2} = 0,12 \text{ A}$$
(2 Pkte)  

$$I_2 = \frac{U}{R_3} = 0,12 \text{ A}$$
(2 Pkte)  

$$I_3 = \frac{U}{R_4} = 0,255 \text{ A}$$
(2 Pkte)  

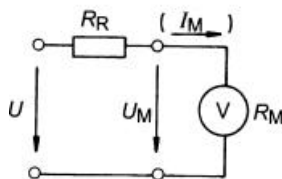
$$I = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{U}{R_{ges}} = 0,495 \text{ A}$$
(2 Pkte)
- c) **4 Pkte**  

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 2,16 \text{ V}$$
(2 Pkte)  

$$U_2 = I_1 \cdot R_2 = U - U_1 = 9,84 \text{ V}$$
(2 Pkte)

<b>Lösung 2</b>	<b>SB 1, S. 54 bis 57: spez. Abb. 2.24 a) und b) sowie die Absätze „Eigenverbrauch eines Messinstruments, Spannungsmesser, Strommesser“</b>	<b>insg. 16 Punkte</b>
-----------------	---	------------------------

- a) • Schaltskizze der Abb. 2.24 a): **8 Pkte**  
(2 Pkte)  
(Nennung der Abb.-Nr. genügt)



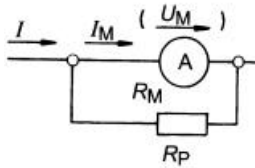
- Formel für Spannungsmesser-Verlustleistung (Gl. 2.55): **(3 Pkte)**  
(Nennung der Gl.-Nr. genügt)

$$P_V = \frac{U^2}{R_R + R_M} = \frac{U^2}{R_V}$$

- Begründung: **(3 Pkte)**  
 In Reihe zum Messwerkwiderstand  $R_M$  ist ein Vorwiderstand  $R_V$  geschaltet. Die Verlustleistung  $P_V$  eines Spannungsmessers fällt mit steigendem Instrumentwiderstand  $R_V$ . Da geringe Verlustleistung angestrebt wird, muss das Voltmeter möglichst hochohmig ausgeführt werden.

- b) • Schaltskizze der Abb. 2.24 b):

8 Pkte



(2 Pkte)

(Nennung der Abb.-Nr. genügt)

- Formel für Strommesser-Verlustleistung (Gl. 2.56):

(3 Pkte)

$$P_A = U_M \cdot I = I^2 \cdot \frac{R_P \cdot R_M}{R_P + R_M} = I^2 \cdot R_A$$

(Nennung der Gl.-Nr. genügt)

- Begründung:

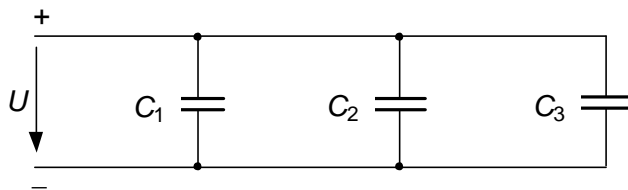
Parallel zum Messwerkwiderstand  $R_M$  ist ein Nebenwiderstand  $R_P$  geschaltet. Die Verlustleistung  $P_A$  eines Strommessers ist proportional dem Instrumentenwiderstand  $R_A$ . Da geringe Verlustleistung angestrebt wird, muss das Ampèremeter möglichst niederohmig ausgeführt werden.

(3 Pkte)

<b>Lösung 3</b>	<b>SB 2, S. 23, S. 27 und 28: Parallelschaltung, Kondensator als Energiespeicher</b>	<b>insg. 8 Punkte</b>
-----------------	--	-----------------------

- a) Schaltbild mit allen Bezeichnungen:

2 Pkte



- b)

6 Pkte

- (1) Gesamtkapazität:

$$C_{\text{ges}} = C_1 + C_2 + C_3 = 1 \mu\text{F} + 2 \mu\text{F} + 3 \mu\text{F} = 6 \mu\text{F} = 6 \cdot 10^{-6} \text{F}$$

(2 Pkte)

- (2) Gesamtladung:

$$Q_{\text{ges}} = U \cdot C_{\text{ges}} = 110 \text{ V} \cdot 6 \cdot 10^{-6} \text{F} = 0,66 \cdot 10^{-3} \text{As} = 0,66 \text{ mAs}$$

(2 Pkte)

- (3) Insgesamt gespeicherte Energie:

$$W_{\text{ges}} = \frac{1}{2} \cdot C_{\text{ges}} \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 10^{-6} \text{F} \cdot (110 \text{ V})^2 = 0,0363 \text{Ws} = 36,3 \text{ mWs}$$

(2 Pkte)

<b>Lösung 4</b>	<b>SB 4, S. 23, 24, 36, Übungsaufgabe 4.3 und Abb. 4.6; Stromdiagramm analog Abb. 6.3 und 6.4, S. 52</b>	<b>insg. 27 Punkte</b>
-----------------	--	------------------------

- a)

22 Pkte

- (1) Berechnung des komplexen Leitwertes unter Zuhilfenahme des Schemas 2.8:

$$\underline{Y} = G + j\omega \cdot C = \frac{1}{R} + j \cdot 2\pi \cdot f \cdot C$$

(2 Pkte)

$$\underline{Y} = \frac{1}{460 \Omega} + j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \frac{1}{\text{s}} \cdot 4,4 \cdot 10^{-6} \text{F} = 0,002174 \text{ S} + j \cdot 0,001382 \text{ S}$$

(3 Pkte)

$$Y = \sqrt{0,002174^2 + 0,001382^2} \text{ S} = 0,002576 \text{ S} \quad (2 \text{ Pkte})$$

$$j = \arctan \frac{0,001382}{0,002174} = 32,44^\circ \quad (2 \text{ Pkte})$$

$$\underline{Y} = 0,002576 \text{ S } e^{j32,44^\circ} \quad (1 \text{ Pkt})$$

Scheinwiderstand:

$$\underline{Z} = \frac{1}{\underline{Y}} \quad (1 \text{ Pkt})$$

$$\underline{Z} = 388,19 \Omega e^{-j32,44^\circ} \quad (2 \text{ Pkte})$$

(Ein anderer Lösungsweg läuft über  $\underline{Z} = \frac{1}{\underline{Y}} = \frac{1}{0,002174 \text{ S} + j 0,001383 \text{ S}}$  und Erweiterung mit dem

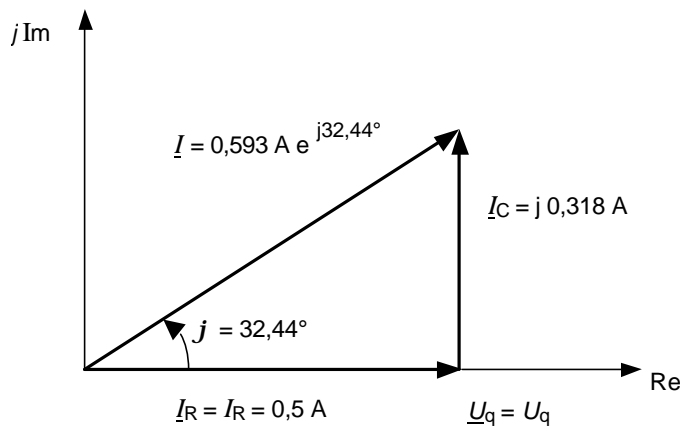
konjugierten Nenner:  $\underline{Z} = 327,61 \Omega - j 208,23 \Omega$ .)

$$(2) \quad \underline{I}_R = I_R = \frac{U_q}{R} = \frac{230 \text{ V}}{460 \Omega} = 0,5 \text{ A} \quad (2 \text{ Pkte})$$

$$\underline{I}_C = \frac{U_q}{\frac{1}{j\omega C}} = 230 \text{ V} \cdot j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \frac{1}{\text{s}} \cdot 4,4 \cdot 10^{-6} \text{ F} = j 0,318 \text{ A} \quad (3 \text{ Pkte})$$

$$\begin{aligned} \underline{I} &= \underline{I}_R + \underline{I}_C = 0,5 \text{ A} + j0,318 \text{ A} = \\ &= \sqrt{0,5^2 + 0,318^2} \text{ A } e^{j \arctan \frac{0,318}{0,5}} = 0,593 \text{ A } e^{j32,44^\circ} \end{aligned} \quad (4 \text{ Pkte})$$

b) **5 Pkte**



<b>Lösung 5</b>	<b>SB 3, S. 44, besonders aber SB 5, S. 37: Lösung analog der Übungsaufgaben 1.13 und 1.14</b>	<b>insg. 23 Punkte</b>
-----------------	--	------------------------

a) **3 Pkte**  
 Nennleistung  $P_N = 1,2 \text{ kW}$  (1 Pkt)

Die Nennleistung  $P_N$  ist die an der Motorwelle abgegebene Leistung  $P_{ab}$ . (2 Pkte)

b) **8 Pkte**

(1) Scheinleistung:  $S_N = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_N = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 2,7 \text{ A} = 1,87 \text{ kVA}$  (3 Pkte)

(2) Wirkleistung:  $P_{el} = P_{zu} = S_N \cdot \cos j = 1,87 \text{ kVA} \cdot 0,88 = 1,65 \text{ kW}$  (2 Pkte)

(3) Blindleistung:  $Q_N = S_N \cdot \sin j = 1,87 \text{ kVA} \cdot \sqrt{1 - 0,88^2} = 0,89 \text{ kvar}$  (3 Pkte)

c) **6 Pkte**

(1) Nennwirkungsgrad:  $h_N = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{1,2 \text{ kW}}{1,65 \text{ kW}} = 0,73$  (3 Pkte)

(2) Nennverluste:  $P_{vN} = P_{zu} - P_{ab} = 1,65 \text{ kW} - 1,2 \text{ kW} = 0,45 \text{ kW}$  (3 Pkte)

d) **6 Pkte**

(1) Winkelgeschwindigkeit:  $\omega_N = 2 \cdot \pi \cdot n_N = 2 \cdot \pi \cdot \frac{1410 \text{ min}^{-1}}{60 \frac{\text{s}}{\text{min}}} = 147,65 \frac{1}{\text{s}}$  (3 Pkte)

(2) Nennmoment:  $M_N = \frac{P_N}{\omega_N} = \frac{1200 \text{ W}}{147,65 \text{ s}^{-1}} = 8,13 \text{ Nm}$  (3 Pkte)

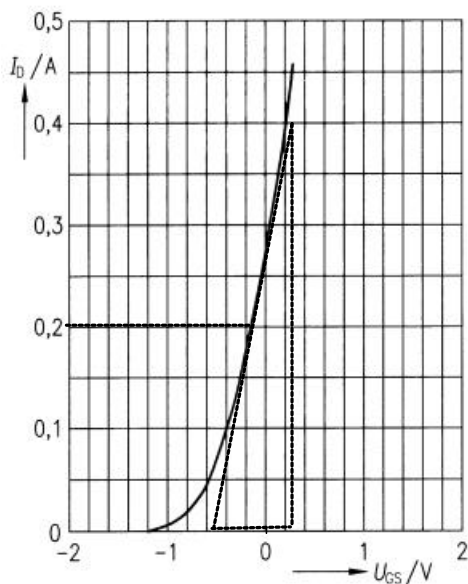
<b>Lösung 6</b>	<b>SB 7: Kennlinie aus Übungsaufgabe 2.4 auf S. 37, Definitionen auf S. 14 bis 16, Steilheit nach Abb. 1.12 auf S. 18</b>	<b>insg. 9 Punkte</b>
-----------------	---	-----------------------

a) Übertragungskennlinie **1 Pkt**

b) selbstleitender N-Kanal-FET, MOSFET oder IGFET, Verarmungstyp **2 Pkte**

c) Auch ohne Steuerspannung, also bei einer Gate-Source-Spannung  $U_{GS} = 0 \text{ V}$ , existiert bereits ein leitfähiger Kanal, so dass bei vorhandener Drain-Source-Spannung  $U_{DS}$  ein Drainstrom  $I_D$  fließen kann. **3 Pkte**

d) **3 Pkte**



$$S = \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}} = \frac{0,4 \text{ A}}{0,8 \text{ V}} = 0,5 \frac{\text{A}}{\text{V}}$$

(Als zulässig wird eine Fehler-toleranz von  $\pm 0,1 \frac{\text{V}}{\text{A}}$  angesehen)