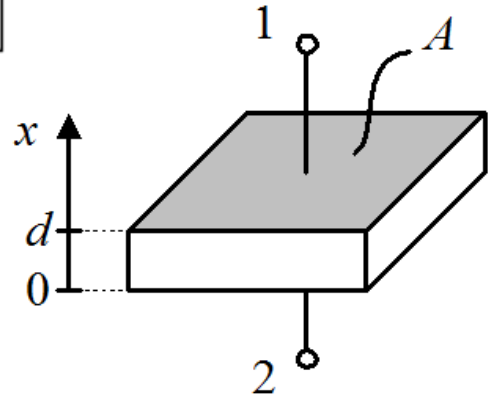


<p>Hochschule München FK 03 Fahrzeugtechnik</p>	<p>Diplomvorprüfung Elektronik WS 2008/09</p>			<p>Prof. Dr. Buch Prof. Dr. Klein Prof. Dr. Küpper</p>
<p>Zugelassene Hilfsmittel: Alle eigenen Dauer der Prüfung: 90 Minuten</p>	<p>Name:</p>	<p>Vorname:</p>	<p>Matr.-Nr.:</p>	
	<p>Unterschrift:</p>	<p>Hörsaal:</p>	<p>Platz-Nr.:</p>	

A	1	2	3	4	Σ	N
P						

Aufgabe 1 (ca. 15 Punkte)

Die nebenstehende Abbildung zeigt ein mit Arsen dotiertes Halbleiterplättchen aus Silizium. Die Fläche beträgt $A = 4 \text{ mm}^2$ und die Dicke $d = 0,2 \text{ mm}$.

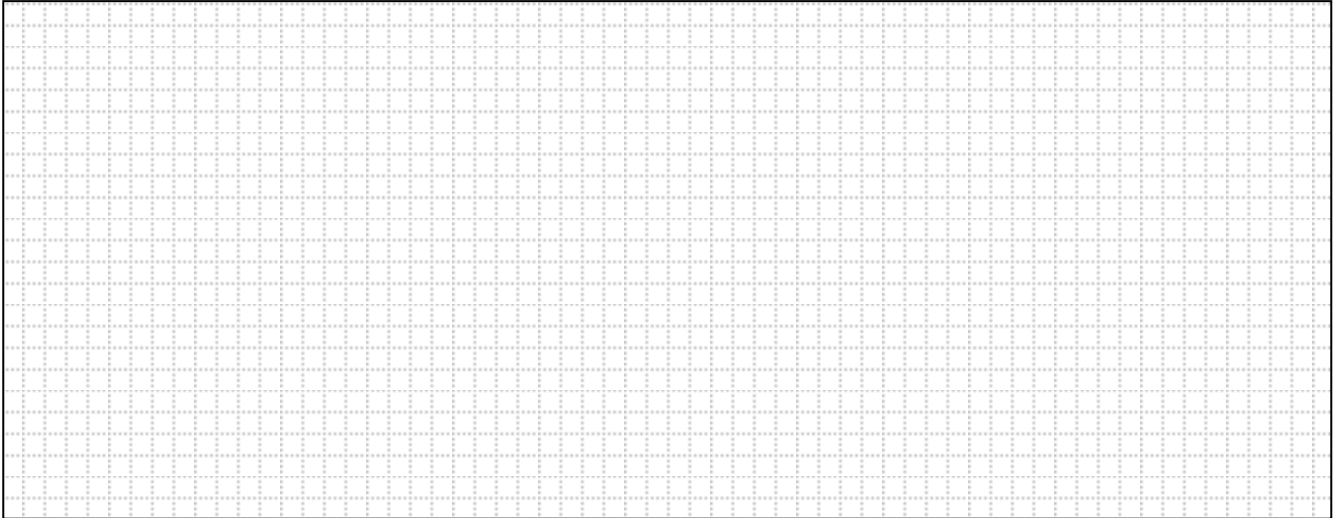


Die *Donatordichte ist ortsabhängig* mit $N_D(x) = N_{D0} (1 + 4x/d)$ und $N_{D0} = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$. Der Halbleiter ist auf der Vorder- und Rückseite großflächig kontaktiert. Der Kontaktwiderstand ist vernachlässigbar gering.

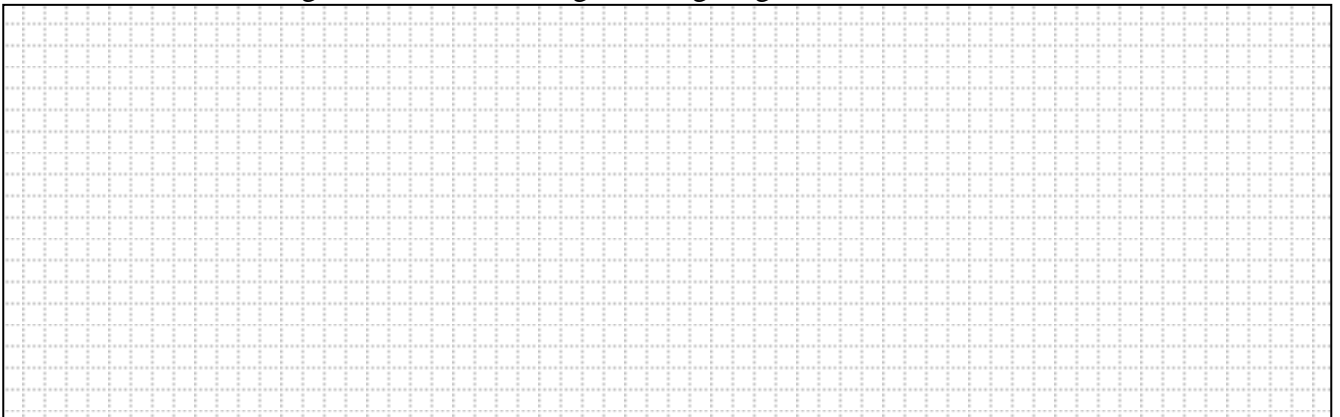
1.1 Berechnen Sie die Donatordichte an den Positionen $x = 0 \text{ mm}$ und $x = d = 0,2 \text{ mm}$. Welchen spezifischen Widerstand $\rho(x)$ hat das Plättchen an diesen beiden Positionen?

1.2 Berechnen Sie den Gesamtleitwert G und den Gesamtwiderstand R des Plättchens zwischen den Klemmen 1 und 2 bei Raumtemperatur. Hinweis: Gehen Sie von einer mittleren Donatordichte von $2,485 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ im gesamten Plättchen aus. (Ersatzwert: $R = 1,5 \Omega$)

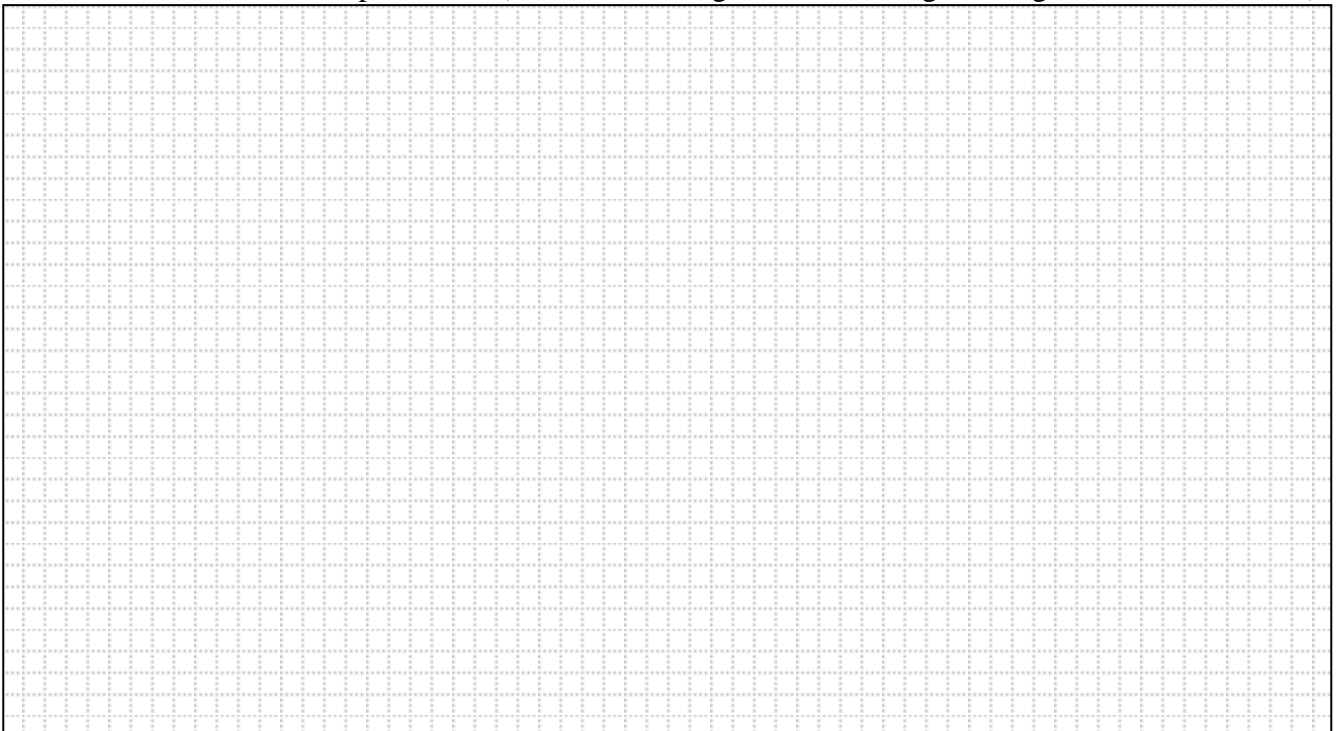
1.3 Wie groß muss die Eigenleitungsträgerdichte n_i in einem **undotierten** Siliziumplättchen (mit gleichen Abmessungen) sein, damit es denselben Widerstand zwischen den Anschlussklemmen wie im Unterpunkt 1.2 hat?



1.4 Geben Sie zwei Möglichkeiten an, die Eigenleitungsträgerdichte eines Halbleiters zu erhöhen.

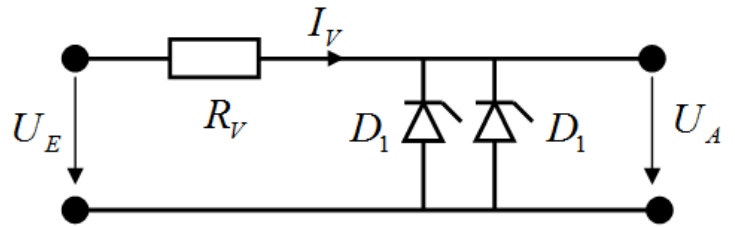


1.5 Zwischen den Anschlussklemmen des **ortsabhängig dotierten** Plättchens liegt eine Spannung von $U = 1 \text{ V}$. Wie groß ist der Driftstrom, der durch das Plättchen fließt? Wie groß ist die maximale Feldstärke im Halbleiterplättchen? (Hinweis: Lösung mit Driftstromgleichung für freie Elektronen)

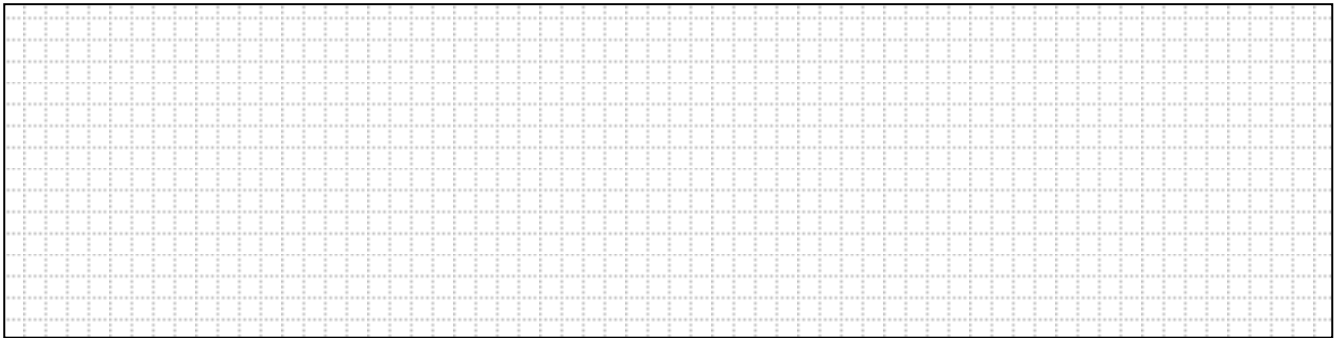


Aufgabe 2 (ca. 15 Punkte)

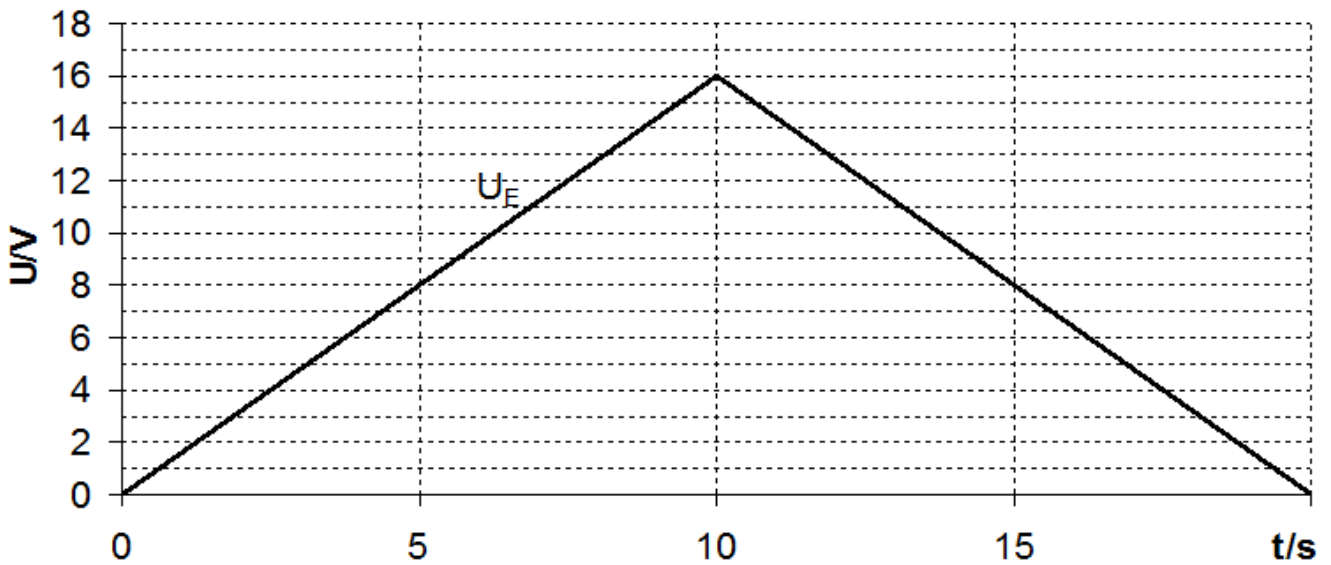
Gegeben ist eine Stabilisierungsschaltung mit einem Vorwiderstand $R_V = 10 \Omega$ und zwei parallelen, identischen Zenerdioden D_1 . Die Parameter einer Diode D_1 sind gegeben:
 $U_{z0,1} = 3V$, $r_{z,1} = 6 \Omega$.



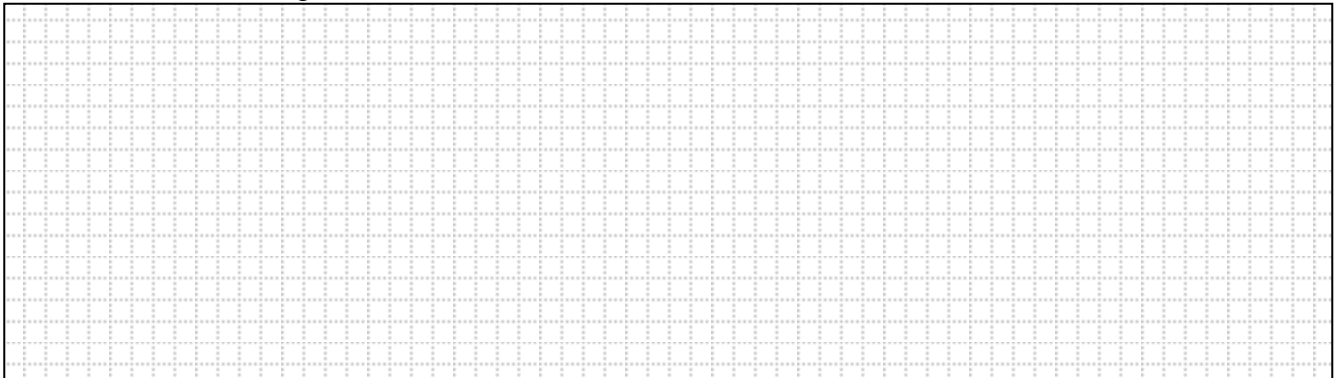
2.1 Berechnen Sie den Strom I_V , der durch den Vorwiderstand R_V fließt, wenn die Eingangsspannung $U_E = 16V$ beträgt.



2.2 Zeichnen Sie für den untenstehenden Verlauf der Eingangsspannung $U_E(t)$ die dazugehörige Ausgangsspannung $U_A(t)$ ein.

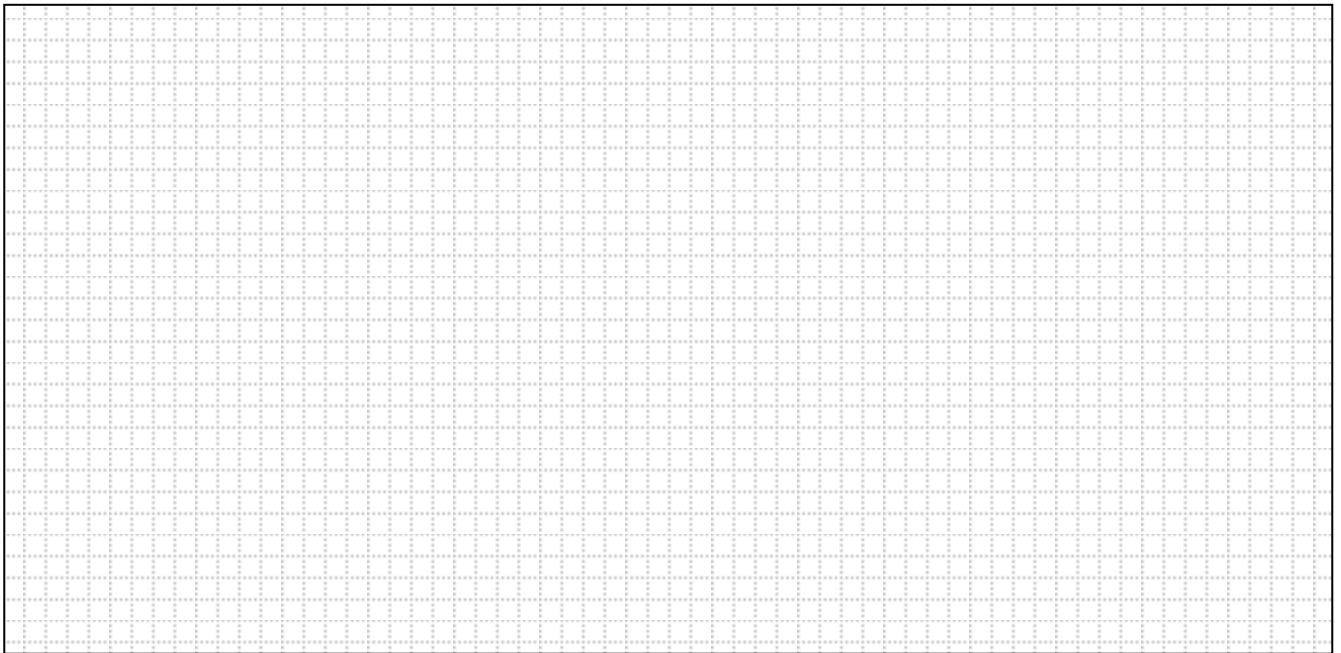
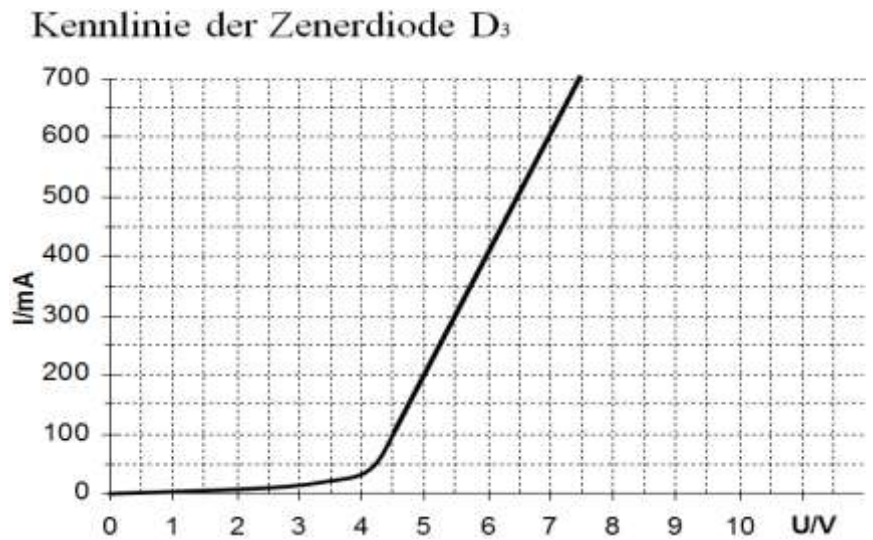


2.3 Welche Parameter ($U_{z0,2}$, $r_{z,2}$) müsste eine Zenerdiode D_2 haben, wenn die Parallelschaltung der beiden Zenerdioden D_1 durch die Zenerdiode D_2 ersetzt werden soll, ohne das Stabilisierungsverhalten der Schaltung zu verändern?

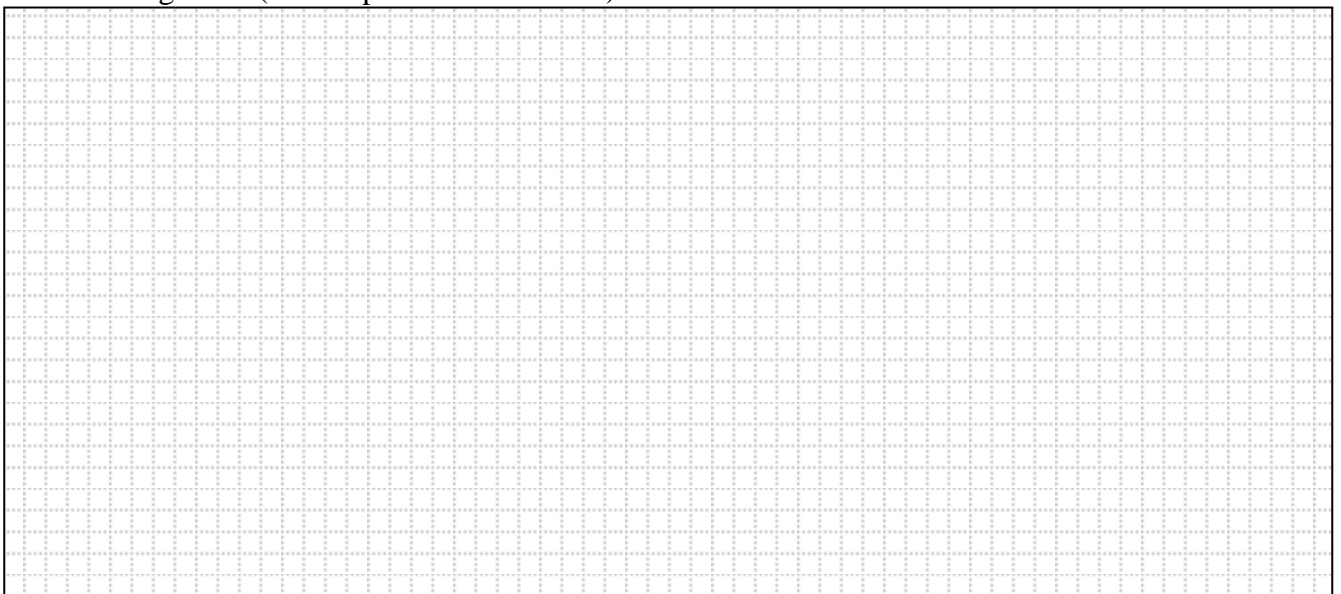


Für die folgenden Unterpunkte wird die Parallelschaltung der beiden Zenerdioden D_1 durch eine Zenerdiode D_3 ersetzt, deren Kennlinie im nebenstehenden Diagramm gegeben ist.

2.4 Zeichnen Sie das linearisierte Dioden-Ersatzschaltbild und bestimmen Sie die Parameter ($U_{Z0,3}$, $r_{Z,3}$) aus der abgebildeten Kennlinie.

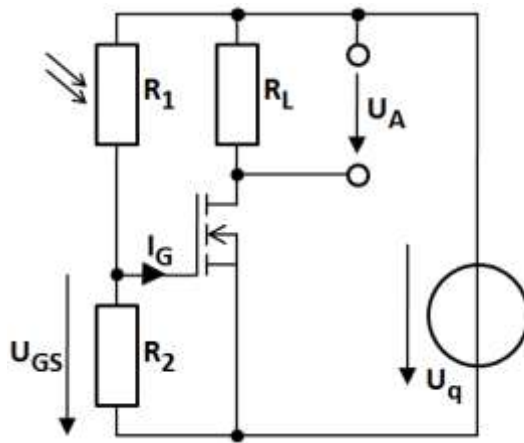


2.5 Ergänzen Sie in dem obigen Diagramm („Kennlinie der Zenerdiode D_3 “) die Arbeitsgerade für eine Eingangsspannung $U_E = 10V$. Bestimmen Sie die sich einstellende Ausgangsspannung aus dem Diagramm (Arbeitspunkt einzeichnen!)



Aufgabe 3 (ca. 15 Punkte)

In folgender Schaltung wird ein Fotowiderstand (Light Dependent Resistor, LDR) zur Helligkeitsmessung eingesetzt. Das Ausgangskennlinienfeld des Transistors ist auf der folgenden Seite abgebildet.



$U_q = 5 \text{ V}$
 $R_2 = 100 \text{ } \Omega$
 $R_L = 20 \text{ } \Omega$

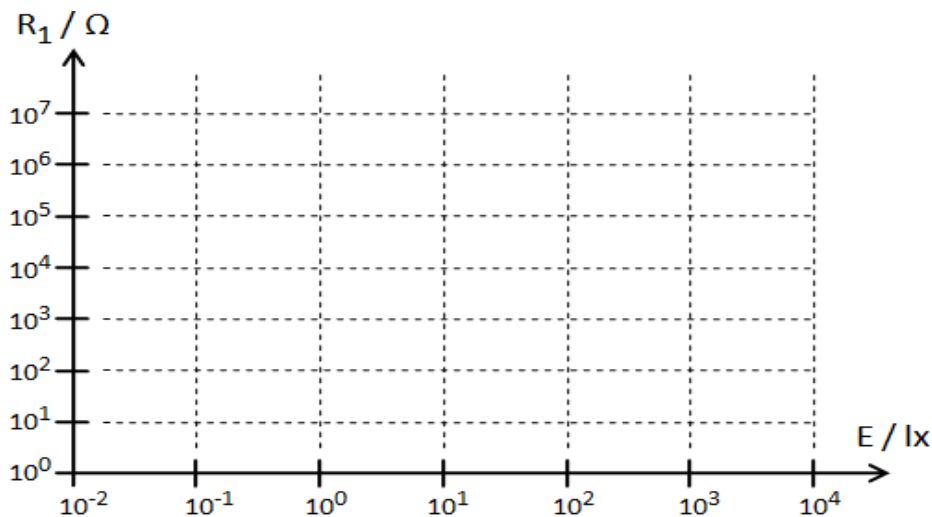
Widerstand R_1 (in Ohm) bei verschiedenen Beleuchtungsstärken E (in Lux):

E / lx	R_1 / Ω
0,1	100.000
10	1.000
1000	10

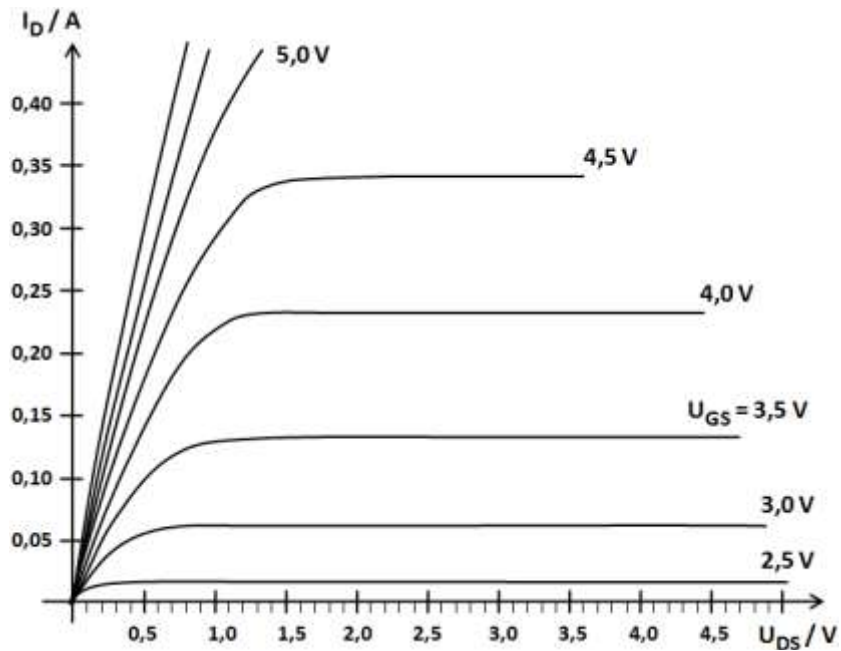
3.1 Um welchen Transistortyp handelt es sich? (Punktabzug bei falschen Antworten!)

- Bipolar MOSFET NPN PNP
 N-Kanal P-Kanal Verarmungstyp Anreicherungstyp

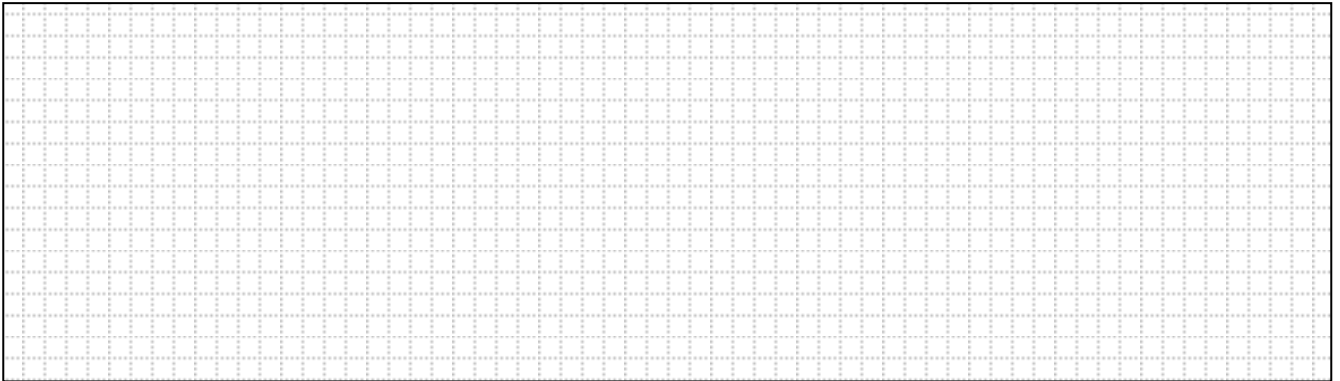
3.2 Zeichnen Sie die Kennlinie des Fotowiderstands in das folgende Diagramm ein.



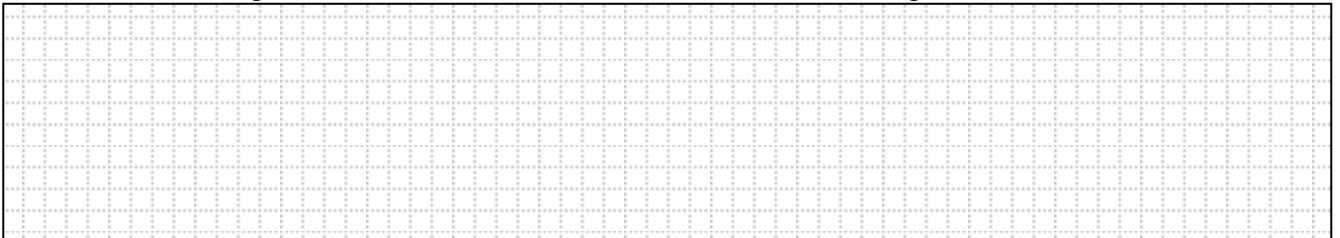
3.3 Wie groß ist der Strom I_G ? Welche Spannungen U_{GS} stellen sich bei Beleuchtung mit $E = 100 \text{ lx}$ bzw. $E = 1000 \text{ lx}$ ein? (Ersatzwerte: $U_{GS} = 3,0 \text{ V}$ bzw. $U_{GS} = 4,5 \text{ V}$.)



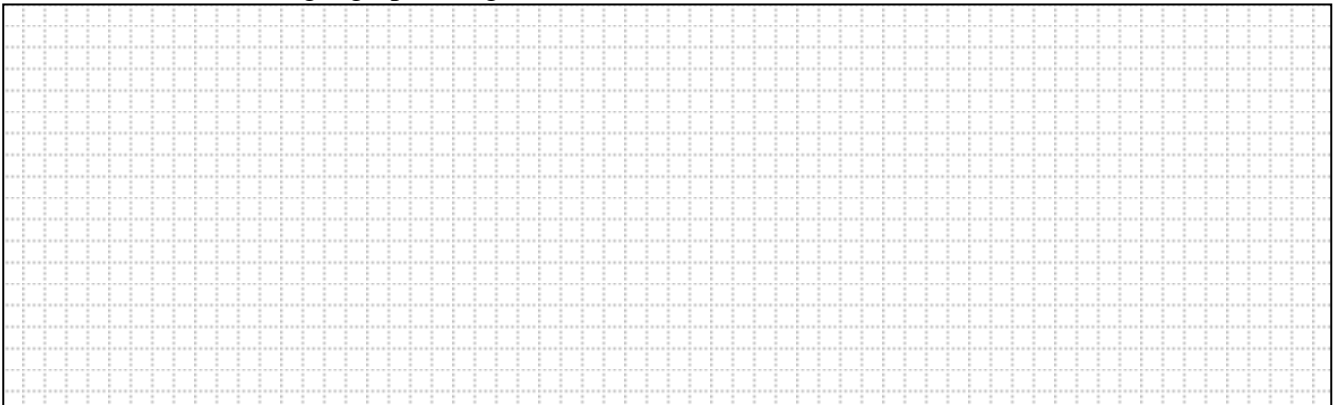
3.4 Zeichnen Sie die Arbeitsgerade der Verstärkerschaltung in das Ausgangskennlinienfeld des Transistors ein. Welche Ausgangsspannungen U_A ergeben sich bei Beleuchtungsstärken von $E = 100\text{ lx}$ und von $E = 1000\text{ lx}$?



3.5 Welche Leistung wird bei $E = 1000\text{ lx}$ am Transistor in Wärme umgesetzt?

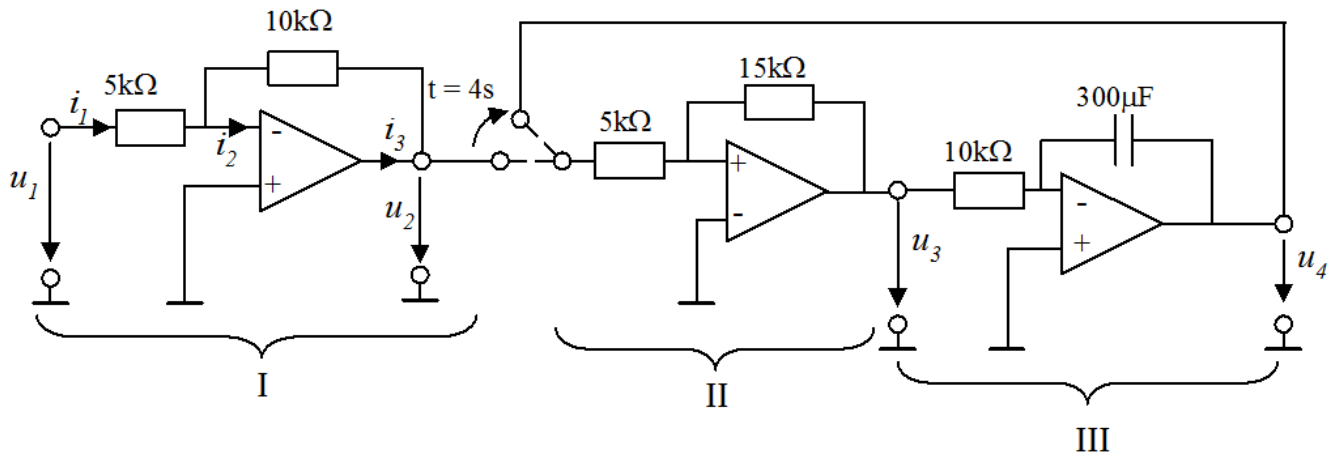


3.6 Welche Spannung U_{GS} kann in der vorliegenden Schaltung auch bei sehr großen Beleuchtungsstärken nicht überschritten werden (nehmen Sie näherungsweise $R_1 = 0\ \Omega$ an)? Wie groß ist in diesem Fall die Ausgangsspannung U_A ?



Aufgabe 4 (ca. 15 Punkte)

Gegeben ist die nachstehende Schaltung mit idealen Operationsverstärkern. Die maximale Ausgangsspannung der Operationsverstärker beträgt $\pm 15\text{ V}$. Der zeitliche Verlauf der Spannung u_2 ist auf der nächsten Seite dargestellt.



4.1 Um welche Grundschaltungen handelt es sich bei den Stufen I, II, III? Geben Sie **zusätzlich** den mathematischen Zusammenhang zwischen Ein- und Ausgangsspannung der entsprechenden Stufe an oder – falls dies nicht möglich ist – skizzieren Sie den Zusammenhang in einem Diagramm.

Stufe 1:

Stufe 2:

Stufe 3:

4.2 Zum Zeitpunkt $t = 4\text{ s}$ wird der Schalter von der unteren Position in die obere Position umgelegt, so dass für $t > 4\text{ s}$ die Spannung u_4 als Eingangsspannung der Stufe II verwendet wird. Der Verlauf der Spannung u_2 ist für $0 \leq t \leq 10\text{ s}$ gegeben. Zum Zeitpunkt $t = 0\text{ s}$ beträgt die Ausgangsspannung $u_4(t = 0\text{ s}) = 0\text{ V}$. Zeichnen Sie in das Diagramm auf der nächsten Seite die zeitlichen Spannungsverläufe u_1 , u_3 und u_4 für den betrachteten Zeitbereich $0 \leq t \leq 10\text{ s}$ ein.

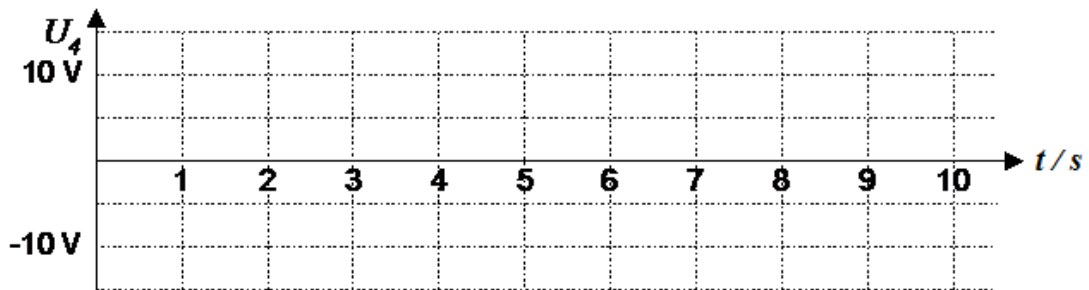
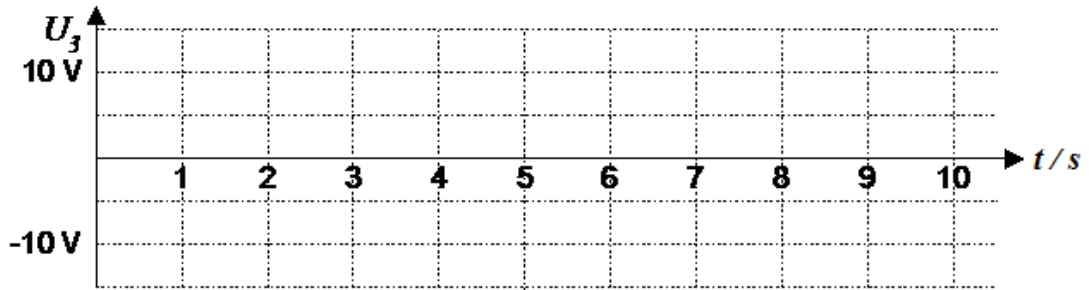
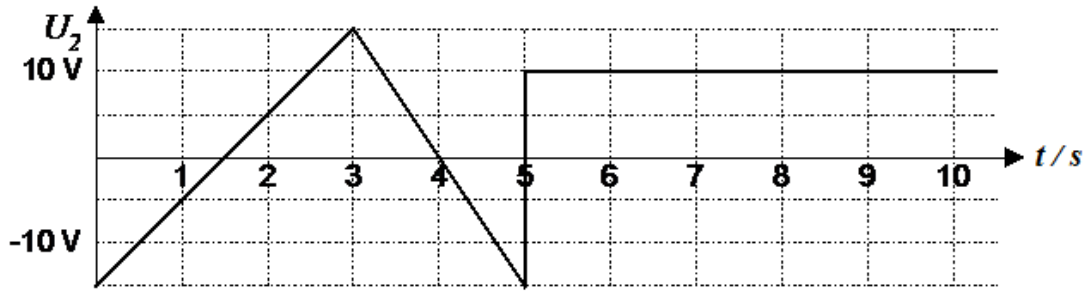
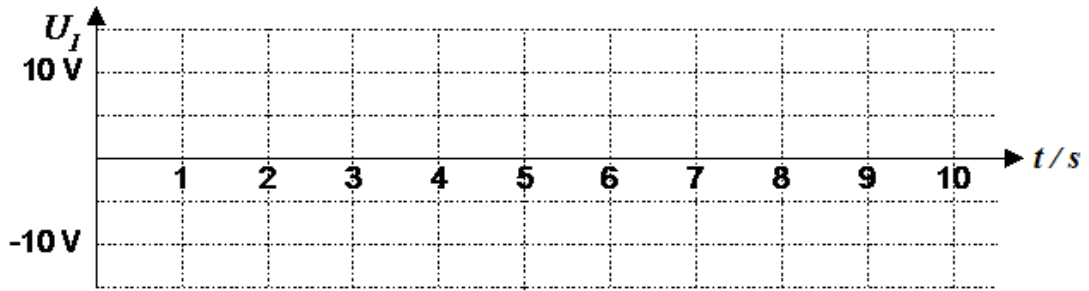
4.3 Bestimmen Sie zum Zeitpunkt $t = 8\text{ s}$ die Ströme i_1 , i_2 und i_3 .

(Hinweis: Durch das Umlegen des Schalters sind die Stufen I und II zu diesem Zeitpunkt nicht mehr miteinander verbunden.)

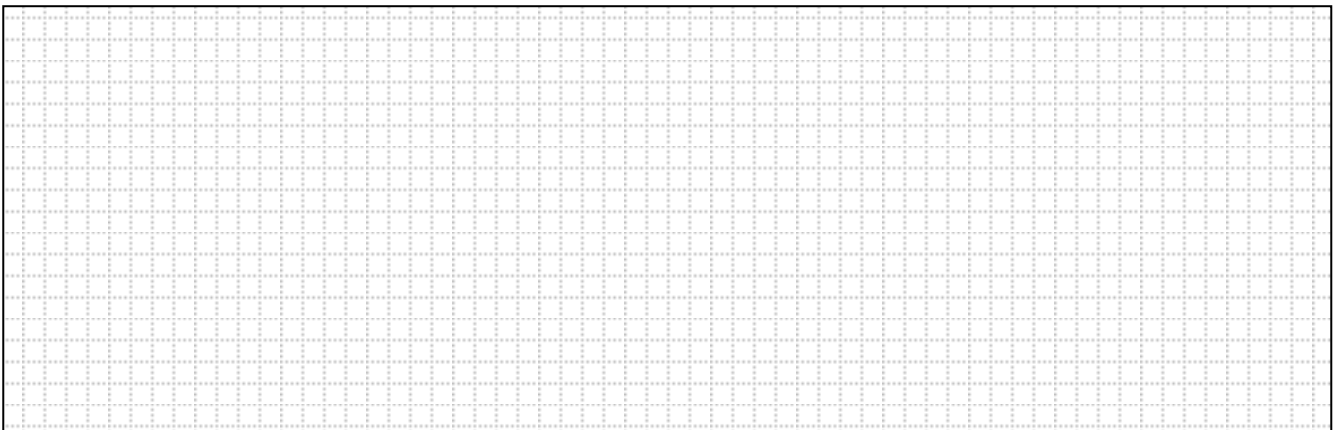
$$i_1(t = 8\text{ s}) =$$

$$i_2(t = 8\text{ s}) =$$

$$i_3(t = 8\text{ s}) =$$



4.4 Betrachtet wird die Zeit $t > 4s$ (Schalter in oberer Position): Welche Funktion hat die Kombination der Stufen II und III? (Hinweis: Wie verhält sich die Ausgangsspannung u_3 ?)



Haben Sie auch den Unterpunkt 4.3 auf Seite 7 bearbeitet?

***** Viel Erfolg ! *****