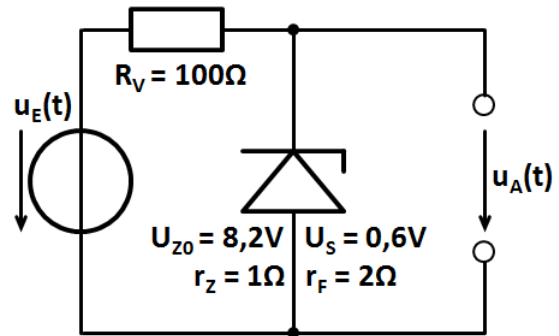


<b>Hochschule München Fakultät 03</b>	<b><u>Wintersemester 2013/14</u></b> Elektronik/Mikroprozessortechnik Dauer: 90 Minuten	Prof. Dr.-Ing. Tilman Küpper
<b>Zugelassene Hilfsmittel:</b> alle eigenen Unterlagen, Taschenrechner	<b>Matr.-Nr.:</b> _____ <b>Name, Vorname:</b> _____	
	<b>Hörsaal:</b> _____ <b>Unterschrift:</b> _____	

<b>A</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Σ</b>	<b>N</b>
<b>P</b>						



**Aufgabe 1 (ca. 15 Punkte)**

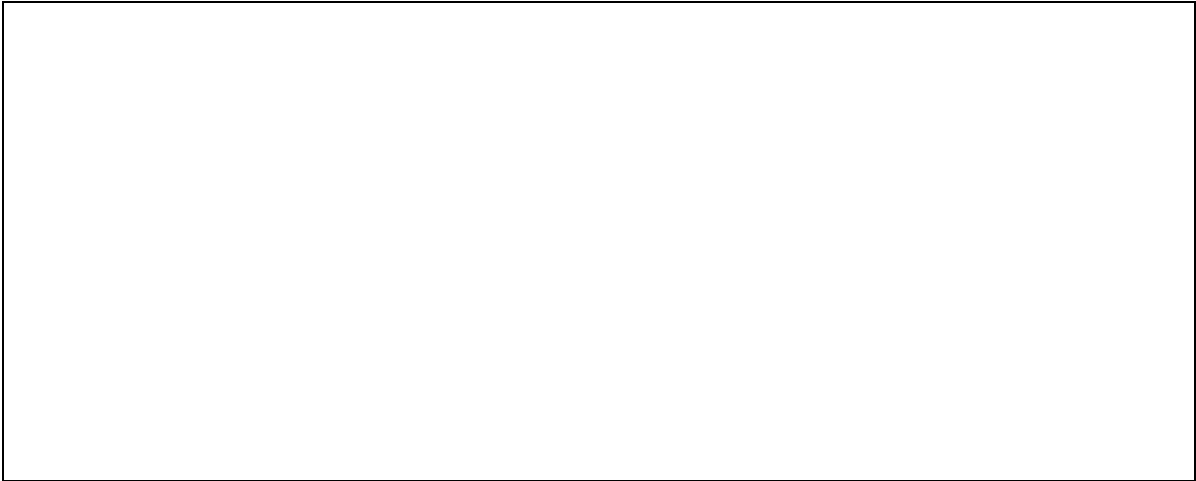
Die abgebildete Zenerdiodenschaltung ist an eine zeitlich veränderliche Spannungsquelle  $u_E(t)$  angeschlossen. Die Daten der eingesetzten Bauelemente sind in der Schaltung angegeben, der zeitliche Verlauf der Spannung  $u_E(t)$  ist im Diagramm auf der folgenden Seite abgebildet.

1.1. Bei welcher Ausgangsspannung  $u_A(t)$  wechselt die Zenerdiode vom Sperr- in den Durchlass- Bereich?

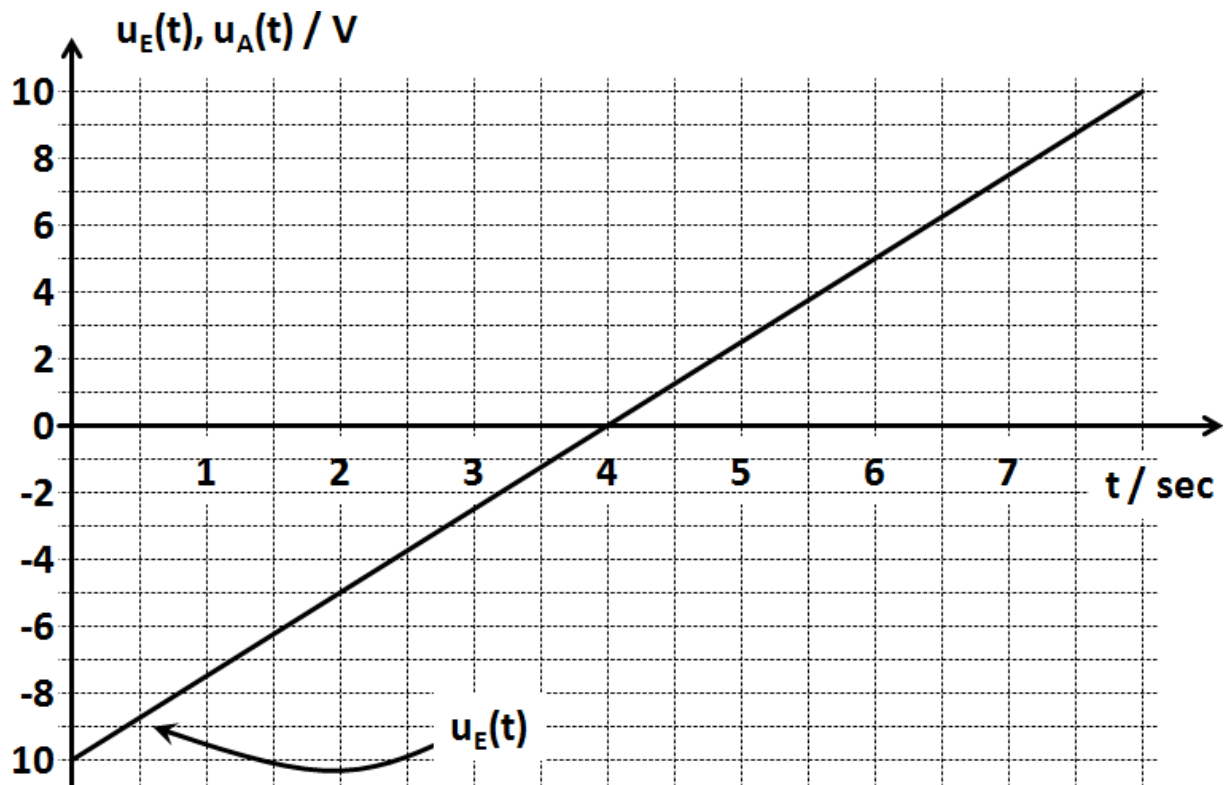
1.2. Bei welcher Ausgangsspannung  $u_A(t)$  wechselt die Zenerdiode vom Sperr- in den Durchbruch- Bereich?

1.3. Wie groß ist die Ausgangsspannung  $u_A(t)$  bei einer Eingangsspannung von  $u_E(t) = -10V$ ?

1.4. Wie groß ist die Ausgangsspannung  $u_A(t)$  bei einer Eingangsspannung von  $u_E(t) = +10V$

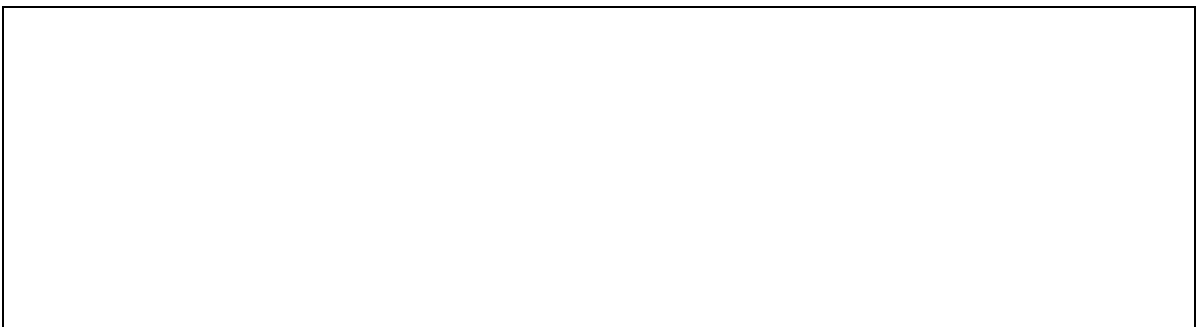


1.5. Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung  $u_A(t)$  in das folgende Diagramm.

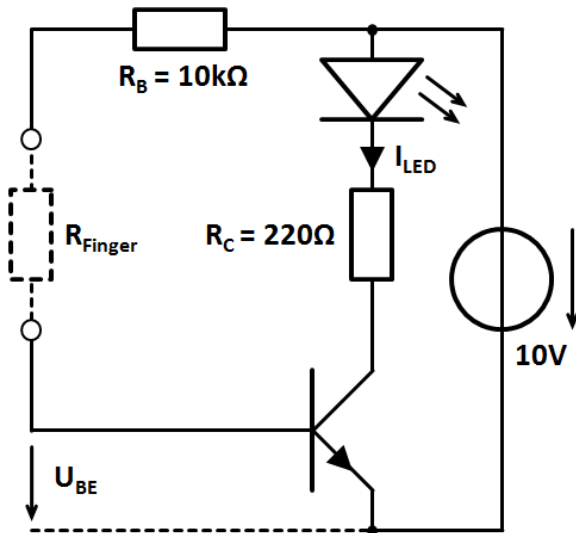


1.6. Markieren Sie im Diagramm das Zeit-**Intervall** während dessen die Zenerdiode im Durchbruch betrieben wird.

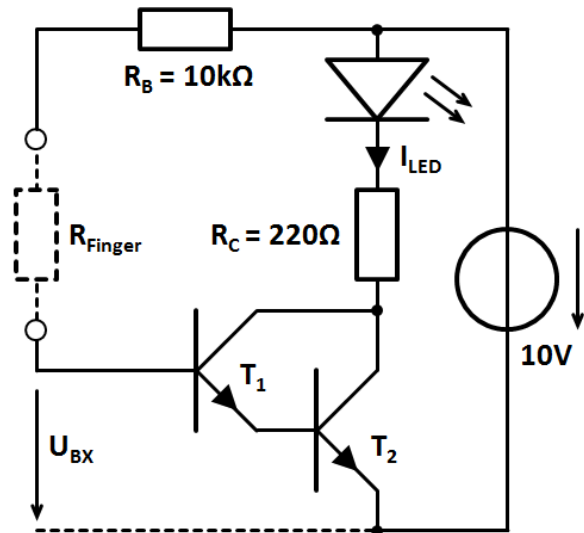
1.7. Die abgebildete Schaltung wird nun zur Spannungsstabilisierung eingesetzt. Wie groß ist der Glättungsfaktor  $G$ ? (Hinweis: Gehen Sie davon aus, dass die Eingangsspannung  $u_E$  ausreichend groß ist. Ein Lastwiderstand ist nicht angeschlossen.)



## Aufgabe 2 (ca. 15 Punkte)



– Abb. A –



– Abb. B –

Eine Leuchtdiode soll über eine Sensortaste, die mit einem Finger ( $R_{\text{Finger}}$ ) überbrückt wird, eingeschaltet werden. Durch den Finger fließt aufgrund seines hohen Widerstands nur ein geringer Strom. Aus diesem Grund ist eine Verstärkerschaltung erforderlich, um die Leuchtdiode anzusteuern.

**Zunächst wird nur der einstufige Transistorverstärker aus Abbildung A betrachtet!**

- 2.1. Mit welchem Basisstrom muss der Transistor betrieben werden, damit durch die Leuchtdiode ein Strom von  $I_{\text{LED}} = 20\text{mA}$  fließt? Berechnen Sie den Basisstrom über die Großsignalverstärkung  $B_1 = 150$  des Transistors.

- 2.2. Nehmen Sie an, dass an der Leuchtdiode im Betrieb eine Spannung von 2V abfällt. Welche Verlustleistung wird am Transistor in Wärme umgesetzt? (Es gilt weiterhin  $I_{\text{LED}} = 20\text{mA}$ .)

- 2.3. - Welchen Wert erwarten Sie für die Spannung  $U_{\text{BE}}$  an der Basis des Transistors? (Hinweis:  $U_{\text{BE}}$  soll nicht berechnet werden. Nennen Sie einen sinnvollen, typischen Wert für einen Siliziumtransistor!)
- Berechnen Sie den Widerstand  $R_{\text{Finger}}$  des Fingers.

**Nun wird der zweistufige Transistorverstärker aus Abbildung B betrachtet!**

2.4. In den zweiten Transistor fließt ein Kollektorstrom von 25mA. Berechnen Sie über die Großsignalverstärkungen  $B_1 = B_2 = 150$  die folgenden Ströme:

- Basisstrom  $I_{B2}$  des zweiten Transistors
- Emitterstrom  $I_{E1}$  des ersten Transistors
- Kollektorstrom  $I_{C1}$  des ersten Transistors
- Basisstrom  $I_{B1}$  des ersten Transistors

2.5. Für die Spannung  $U_{BX}$  an der Basis von  $T_1$  gilt  $U_{BX} = 1V$ . Berechnen Sie auch für diesen Fall den Widerstand  $R_{Finger}$  des Fingers.

**Die folgenden Fragen betreffen beide Schaltungsvarianten!**

2.6. Der Widerstand  $R_B$  liegt in Reihe mit dem sehr hohen Widerstand des Fingers  $R_{Finger}$ . Für den Stromfluss in den Eingang der Verstärkerschaltung spielt er fast keine Rolle. Warum sollte man  $R_B$  trotzdem auf keinen Fall weglassen?

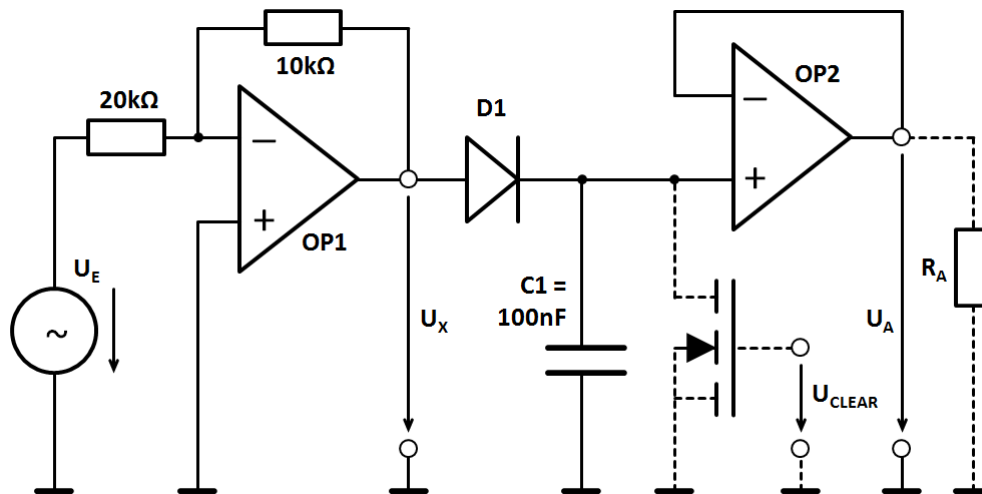
2.7. Wozu dient der Widerstand  $R_C$ ?

**Aufgabe 3 (ca. 15 Punkte)**

Die abgebildete Schaltung aus idealen Operationsverstärkern zeigt einen sog. Spitzenwertdetektor. Die Versorgungsspannung der beiden Operationsverstärker beträgt  $\pm 15$  Volt. Der Transistor am Eingang von OP2 ist zunächst noch nicht angeschlossen.

Einige Hinweise zur Funktion dieser Schaltung:

- Der Ausgang von OP1 liefert eine veränderliche Spannung  $u_x$ .
- Diese Spannung  $u_x$  wird von der M1-Gleichrichterschaltung (D1 mit Glättungskondensator C1) gleichgerichtet und an OP2 weitergeleitet.
- Es handelt sich um eine unbelastete Gleichrichterschaltung, da OP2 an seinen Eingängen keinen Strom aufnimmt.
- Bei der Diode handelt es sich um eine „ideale Diode“. Es treten keinerlei Verluste in Durchlassrichtung auf ( $U_S = 0$ ,  $r_F = 0$ ), auch der Sperrstrom kann vernachlässigt werden.



- 3.1. Um welche Grundschialtung handelt es sich bei der ersten Verstärkerstufe OP1? Geben Sie mit einer Formel den Zusammenhang von  $u_x$  und der Eingangsspannung  $u_E$  an.

- 3.2. Um welche Grundschialtung handelt es sich bei der zweiten Verstärkerstufe OP2? Beschreiben Sie in wenigen Worten, wozu diese Grundschialtung im Allgemeinen eingesetzt wird.

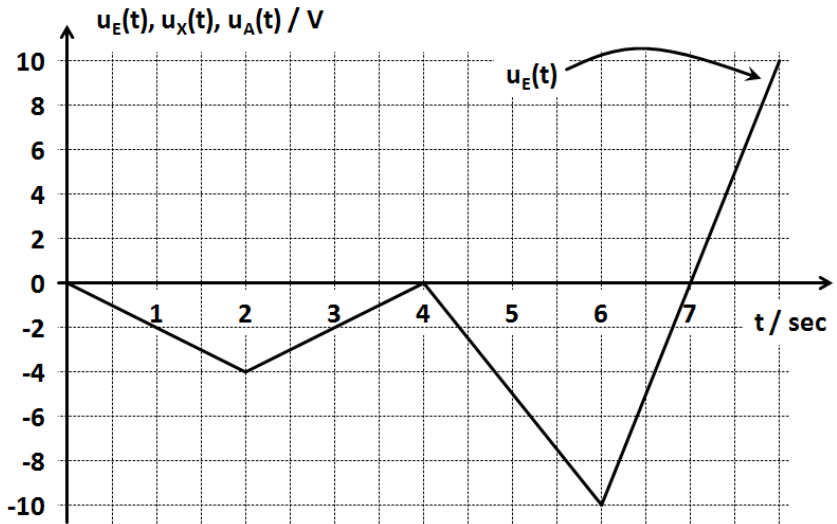
3.3. Zeichnen Sie den Verlauf von  $u_X$  und  $u_A$  in das nebenstehende Diagramm.

Hinweis: Der Kondensator ist zu Beginn ( $t = 0$ ) noch nicht geladen.

3.4. Nun wird auch der Transistor angeschlossen.

Um welche Art von Transistor handelt es sich?

(Handelt es sich um einen Bipolartransistor oder einen MOSFET? Um einen NPN-, PNP-, n-Kanal- oder p-Kanaltransistor? Um einen Anreicherungs- oder Verarmungstyp?)



3.5. Der Transistor wird in dieser Schaltung als Schalttransistor eingesetzt. Er befindet sich überwiegend im abgeschalteten Zustand ( $u_{CLEAR} = 0$ ) und wird nur gelegentlich durch positive Spannungsimpulse ( $u_{CLEAR} > 0$ ) kurz eingeschaltet.

Wozu dient dieser Transistor in der hier betrachteten Spitzenwertdetektor-Schaltung?

3.6. Wie verändert sich die Ausgangsspannung  $u_A$ , falls statt einer idealen Diode D1 eine reale Diode D1 eingesetzt wird? Begründen Sie Ihre Antwort in Stichworten.

3.7. Kann an einen realen Operationsverstärker OP2 ein Verbraucherwiderstand  $R_A$  angeschlossen werden, ohne dadurch  $u_A$  zu beeinflussen? Begründen Sie Ihre Antwort in Stichworten.

**Aufgabe 4 (ca. 15 Punkte)**

Das folgende C-Programm wird in Maschinensprache übersetzt und auf einem Mikrocontroller des Typs ATmega8515 ausgeführt.

```

/* Taktfrequenz des Controllers */
#define F_CPU 1843200UL

/* AVR-spezifische Include-Dateien */
#include <compat/deprecated.h>
#include <avr/sfr_defs.h>
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

/* Hauptprogramm */
int main(void)
{
    /* PB0...PB3 sind Ausgänge, PB4...PB7 sind Eingänge */
    DDRB = 15;

    while(1 == 1) /* Endlosschleife */
    {
        cbi(PORTB, 0);
        cbi(PORTB, 1);
        _delay_ms(1000);

        sbi(PORTB, 0);
        _delay_ms(1000);

        cbi(PORTB, 0);
        _delay_ms(1000);

        sbi(PORTB, 1);
        _delay_ms(1000);

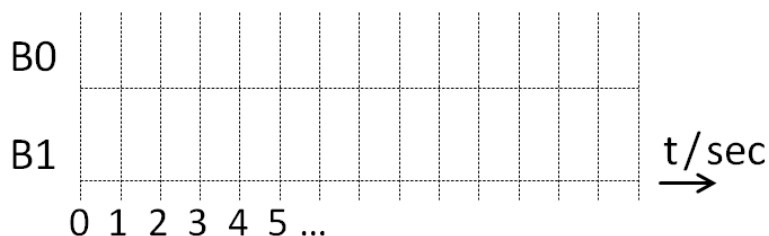
        sbi(PORTB, 0);
        _delay_ms(1000);
    }

    return 0;
}

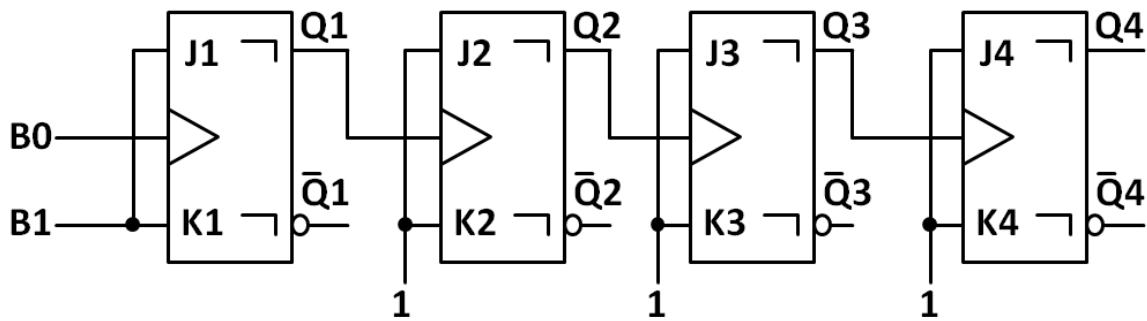
```

4.1. Zeichnen Sie die Signalverläufe, die an den Anschlüssen B0 und B1 des Mikrocontrollers ausgegeben werden, in das folgende Diagramm.

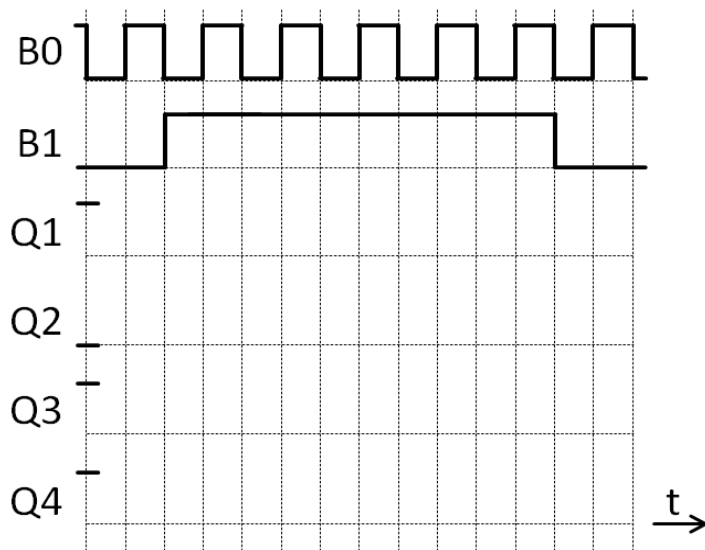
(Hinweis: Die Programmausführung beginnt zum Zeitpunkt  $t = 0s$ .)



- 4.2. An die Anschlüsse B0 und B1 des Mikrocontrollers wird die abgebildete Schaltung aus vier positiv flankengesteuerten JK-Master/Slave-Flipflops angeschlossen.



Zeichnen Sie Signalverläufe an den Ausgängen Q1, Q2, Q3 und Q4 in das folgende Diagramm. (Hinweis: Auf dem Mikrocontroller läuft nun ein anderes Programm als in Aufgabe 4.1.)



- 4.3. Wie ändert sich das Verhalten der Schaltung, wenn die J-/K-Eingänge des zweiten, dritten und vierten Flipflops nicht mehr permanent auf 1 gesetzt werden, sondern stattdessen gar nicht angeschlossen werden („offene Eingänge“)? Gehen Sie davon aus, dass alle Flipflops in TTL-Technologie aufgebaut sind.

(Antwort mit kurzer Begründung in Stichworten!)

- 4.4. Nennen Sie eine typische Anwendung von Schieberegistern.

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