

# Versuch V6

C405 Hardwarepraktikum II

*Abnahme: 20. Januar 2025*

Stand: 21. Januar 2025

*Tom Mohr*

*Martin Ohmeyer*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>1</b>
1.1	Zähler . . . . .	1
1.2	Würfel . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Logikgatter</b>	<b>2</b>
2.1	Wahrheitstabelle . . . . .	2
2.2	KV-Diagramme und vereinfachte Formeln . . . . .	3
2.3	Aufbau . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Gal</b>	<b>5</b>
3.1	Zähler . . . . .	5
3.1.1	Mealy-Automat . . . . .	5
3.1.2	Wahrheitstabelle . . . . .	6
3.1.3	KV-Diagramme und vereinfachte Formeln . . . . .	7
3.2	Mapping Zähler auf Würfel . . . . .	8
3.2.1	Wahrheitstabelle . . . . .	8
3.2.2	KV-Diagramme und vereinfachte Formeln . . . . .	9
3.3	Code . . . . .	10
3.4	Aufbau . . . . .	11

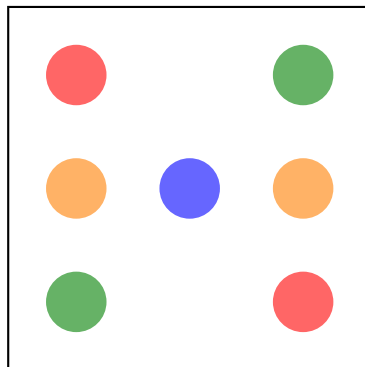
# 1 Allgemeines

## 1.1 Zähler

Variablen, die zu einem Zähler gehören, tragen die Bezeichnung  $z_n$ .

## 1.2 Würfel

Variablen, die zum Würfel gehören, tragen die Bezeichnung  $w_n$ . Sie sind wie in Abbildung 1.2 dargestellt auf die Augen des Würfels verteilt.



$w_3$   $w_2$   $w_1$   $w_0$

## 2 Logikgatter

### 2.1 Wahrheitswerttabelle

Im Nachfolgenden finden Sie die Wahrheitswerttabelle für das Abbilden des Zählers auf die low-active Pins des Würfels.

Zähler	Würfel	$z_2$	$z_1$	$z_0$	$w_3$	$w_2$	$w_1$	$w_0$
0	1	0	0	0	1	1	1	0
1	2	0	0	1	1	1	0	1
2	3	0	1	0	1	1	0	0
3	4	0	1	1	1	0	0	1
4	5	1	0	0	1	0	0	0
5	6	1	0	1	0	0	0	1

## 2.2 KV-Diagramme und vereinfachte Formeln

Hier wird die Wahrheitstabelle 2.1 in Formeln umgewandelt, welche dabei direkt grafisch vereinfacht werden.

$\bar{z}_0$	$z_0$	$z_0$	$\bar{z}_0$	
$1_0$	$1_1$	$1_3$	$1_2$	$\bar{z}_2$
$1_4$	$0_5$	$x_7$	$x_6$	$z_2$
$\bar{z}_1$	$\bar{z}_1$	$z_1$	$z_1$	

$$w_3 = \bar{z}_2 \vee \bar{z}_0$$

$\bar{z}_0$	$z_0$	$z_0$	$\bar{z}_0$	
$1_0$	$1_1$	$0_3$	$1_2$	$\bar{z}_2$
$0_4$	$0_5$	$x_7$	$x_6$	$z_2$
$\bar{z}_1$	$\bar{z}_1$	$z_1$	$z_1$	

$$w_2 = \bar{z}_2 \bar{z}_1 \vee z_1 \bar{z}_0$$

$\bar{z}_0$	$z_0$	$z_0$	$\bar{z}_0$	
$1_0$	$0_1$	$0_3$	$0_2$	$\bar{z}_2$
$0_4$	$0_5$	$x_7$	$x_6$	$z_2$
$\bar{z}_1$	$\bar{z}_1$	$z_1$	$z_1$	

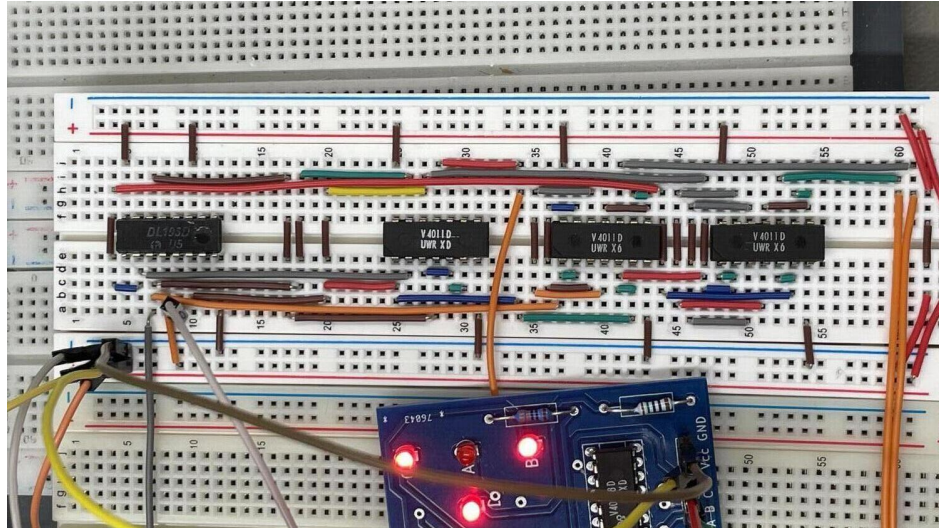
$$w_1 = \bar{z}_2 \bar{z}_1 \bar{z}_0$$

$\bar{z}_0$	$z_0$	$z_0$	$\bar{z}_0$	
$0_0$	$1_1$	$1_3$	$0_2$	$\bar{z}_2$
$0_4$	$1_5$	$x_7$	$x_6$	$z_2$
$\bar{z}_1$	$\bar{z}_1$	$z_1$	$z_1$	

$$w_0 = z_0$$

## 2.3 Aufbau

Die in 2.2 ermittelten Formeln wurden in Gleichungen aus nur NANDs umgewandelt und anschließend aufgebaut.

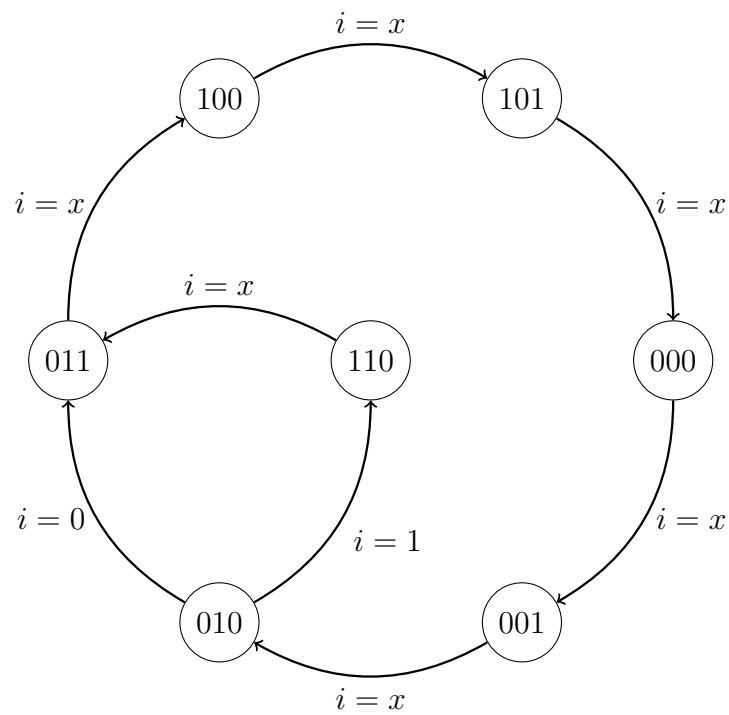


# 3 Gal

## 3.1 Zähler

### 3.1.1 Mealy-Automat

Als Hilfe zum Aufstellen einer Wahrheitstabelle für den internen Zähler, haben wir erst einen Mealy-Automaten entworfen.



### 3.1.2 Wahrheitstabelle

Aus dem Automaten 3.1.1 lässt sich leicht die Wahrheitstabelle für den Zähler ablesen. Diese finden Sie im Anschluss.

Dez.	$z_2$	$z_1$	$z_0$	$i$	$z_2^+$	$z_1^+$	$z_0^+$
0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	1
2	0	0	1	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	1	0
6	0	1	1	0	1	0	0
7	0	1	1	1	1	0	0
8	1	0	0	0	1	0	1
9	1	0	0	1	1	0	1
10	1	0	1	0	0	0	0
11	1	0	1	1	0	0	0
12	1	1	0	0	0	1	1
13	1	1	0	1	0	1	1
14	1	1	1	0	x	x	x
15	1	1	1	1	x	x	x



### 3.1.3 KV-Diagramme und vereinfachte Formeln

Hier entwickeln die vereinfachten Formeln, welche aus der Wahrheitstabelle 3.1.2 folgen.

	$\bar{i}$	$i$	$i$	$\bar{i}$	
$\bar{z}_2$	0 <sub>0</sub>	0 <sub>1</sub>	0 <sub>3</sub>	0 <sub>2</sub>	$\bar{z}_1$
$\bar{z}_2$	0 <sub>4</sub>	1 <sub>5</sub>	1 <sub>7</sub>	1 <sub>6</sub>	$z_1$
$z_2$	0 <sub>12</sub>	0 <sub>13</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>14</sub>	$z_1$
$z_2$	1 <sub>8</sub>	1 <sub>9</sub>	0 <sub>11</sub>	0 <sub>10</sub>	$\bar{z}_1$
	$\bar{z}_0$	$\bar{z}_0$	$z_0$	$z_0$	

$$z_2^+ = \bar{z}_2 z_1 i \vee z_2 \bar{z}_1 \bar{z}_0 \vee z_1 z_0$$

	$\bar{i}$	$i$	$i$	$\bar{i}$	
$\bar{z}_2$	0 <sub>0</sub>	0 <sub>1</sub>	1 <sub>3</sub>	1 <sub>2</sub>	$\bar{z}_1$
$\bar{z}_2$	1 <sub>4</sub>	1 <sub>5</sub>	0 <sub>7</sub>	0 <sub>6</sub>	$z_1$
$z_2$	1 <sub>12</sub>	1 <sub>13</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>14</sub>	$z_1$
$z_2$	0 <sub>8</sub>	0 <sub>9</sub>	0 <sub>11</sub>	0 <sub>10</sub>	$\bar{z}_1$
	$\bar{z}_0$	$\bar{z}_0$	$z_0$	$z_0$	

$$z_1^+ = z_1 \bar{z}_0 \vee \bar{z}_2 \bar{z}_1 z_0$$

	$\bar{i}$	$i$	$i$	$\bar{i}$	
$\bar{z}_2$	1 <sub>0</sub>	1 <sub>1</sub>	0 <sub>3</sub>	0 <sub>2</sub>	$\bar{z}_1$
$\bar{z}_2$	1 <sub>4</sub>	0 <sub>5</sub>	0 <sub>7</sub>	0 <sub>6</sub>	$z_1$
$z_2$	1 <sub>12</sub>	1 <sub>13</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>14</sub>	$z_1$
$z_2$	1 <sub>8</sub>	1 <sub>9</sub>	0 <sub>11</sub>	0 <sub>10</sub>	$\bar{z}_1$
	$\bar{z}_0$	$\bar{z}_0$	$z_0$	$z_0$	

$$z_0^+ = \bar{z}_0 \bar{i} \vee \bar{z}_1 \bar{z}_0 \vee z_2 z_1$$

## 3.2 Mapping Zähler auf Würfel

### 3.2.1 Wahrheitstabelle

Es sind nun die Zählerzustände 3.1.3 auf die Pins des Würfels zu mappen. Dafür haben wir die folgenden Wahrheitstabelle aufgestellt.

Dez.	WZ.	$z_2$	$z_1$	$z_0$	$w_3$	$w_2$	$w_1$	$w_0$
0	1	0	0	0	1	1	1	0
1	2	0	0	1	1	1	0	1
2	3	0	1	0	1	1	0	0
3	4	0	1	1	1	0	0	1
4	5	1	0	0	1	0	0	0
5	6	1	0	1	0	0	0	1
6	6	1	1	0	0	0	0	1

### 3.2.2 KV-Diagramme und vereinfachte Formeln

Aus Tabelle 3.2.1 ergeben sich die folgenden Formeln.

$\bar{z}_0$	$z_0$	$z_0$	$\bar{z}_0$	
$\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$	$\bar{z}_2$
$\begin{matrix} 1 \\ 4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} x \\ 7 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 6 \end{matrix}$	$z_2$
$\bar{z}_1$	$\bar{z}_1$	$z_1$	$z_1$	

$$w_3 = \bar{z}_2 \vee \bar{z}_1 \bar{z}_0$$

$\bar{z}_0$	$z_0$	$z_0$	$\bar{z}_0$	
$\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$	$\bar{z}_2$
$\begin{matrix} 0 \\ 4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} x \\ 7 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 6 \end{matrix}$	$z_2$
$\bar{z}_1$	$\bar{z}_1$	$z_1$	$z_1$	

$$w_2 = \bar{z}_2 \bar{z}_0 \vee \bar{z}_2 \bar{z}_1$$

$\bar{z}_0$	$z_0$	$z_0$	$\bar{z}_0$	
$\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 2 \end{matrix}$	$\bar{z}_2$
$\begin{matrix} 0 \\ 4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} x \\ 7 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 6 \end{matrix}$	$z_2$
$\bar{z}_1$	$\bar{z}_1$	$z_1$	$z_1$	

$$w_1 = \bar{z}_2 \bar{z}_1 \bar{z}_0$$

$\bar{z}_0$	$z_0$	$z_0$	$\bar{z}_0$	
$\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 2 \end{matrix}$	$\bar{z}_2$
$\begin{matrix} 0 \\ 4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} x \\ 7 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 6 \end{matrix}$	$z_2$
$\bar{z}_1$	$\bar{z}_1$	$z_1$	$z_1$	

$$w_0 = z_0 \vee z_2 z_1$$

### 3.3 Code

Die Implementation der Formeln 3.2.2 im GAL können Sie dem folgenden Code-Block entnehmen.

```
PIN 1 = clock ;
PIN 2 = i ;

PIN 16 = z0 ; /* Pin nicht angeschlossen, fuer int. Funktion notwendig */
PIN 17 = z1 ; /* Pin nicht angeschlossen, fuer int. Funktion notwendig */
PIN 18 = z2 ; /* Pin nicht angeschlossen, fuer int. Funktion notwendig */

PIN 16 = w0 ;
PIN 17 = w1 ;
PIN 18 = w2 ;
PIN 19 = w3 ;

z2.d = !z2 & z1 & i # z2 & !z1 & !z0 # z1 & z0;
z1.d = z1 & !z0 # !z2 & !z1 & z0;
z0.d = !z0 & !i # !z1 & !z0 # z2 & z1;

w3.d = !z2 # !z1 & !z0;
w2.d = !z2 & !z0 # !z2 & !z1;
w1.d = !z2 & !z1 & !z0;
w0.d = z0 # z2 & z1;
```

### 3.4 Aufbau

Der Aufgebaue Gal.

