5 Schaltungen aufbauen

Jetzt haben wir die *boolesche Algebra* und die *Schaltalgebra* kennengelernt. Stellt sich jetzt die Frage: *Wofür brauche ich das überhaupt?*

5.1 Von der Anforderung zur Schaltung

In der zuvor dargestellten Beschreibung ging das Aufstellen der Gleichung direkt aus dem Text. Dies ist aber nicht immer der Fall. Daher wollen wir das Vorgehen näher betrachten:

Beispiel: Die Primzahl-Maschine kann die Zahlen $0 - 7$ verarbeiten. Dabei soll die LED besagter Maschine nur dann aufleuchten, wenn die 'gefütterte' Zahl eine Primzahl ist.

`Wie realisieren wir die Schaltung, die die Primzahl-Maschine repräsentiert?`

(I) Zunächst müssen wir überlegen, **wie viele Eingangsvariablen benötigen wir?**
Im Fall der Primzahl-Maschine können wir die Zahlen $0 - 7$ darstellen, also benötigen wir 3 Bit $\hat{=}$ 3 Eingangsvariablen.

(II) **Wie viele Ausgangsvariablen benötigt unsere Schaltung?**
Da wir lediglich eine LED haben, die leuchtet oder eben nicht, benötigen wir auch nur **eine** Ausgangsvariable.

(III) Als nächstes müssen wir herausfinden, **bei welcher Variablenbelegung (*Eingangsvariablen*) ist unser *Ausgangssignal* 1?**
Für unser Beispiel erstellen wir eine Wahrheitstabelle und tragen in den entsprechenden Stellen eine 1 ein.

x_2	x_1	x_0	LED
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

(IV) Aus der Tabelle, schreiben wir die **Variablenbelegungen jeweils als Konjunktion** (UND-Verknüpfung).
Für die obige Tabelle ergibt sich somit:

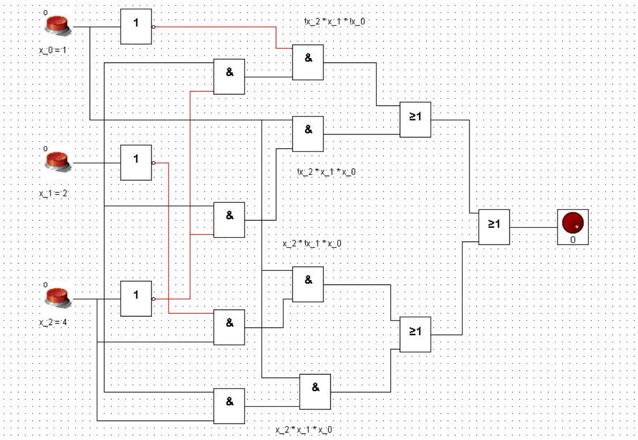
$$\begin{aligned} LED_2 &= \overline{x_2} \cdot x_1 \cdot \overline{x_0} \\ LED_3 &= \overline{x_2} \cdot x_1 \cdot x_0 \\ LED_5 &= x_2 \cdot \overline{x_1} \cdot x_0 \\ LED_7 &= x_2 \cdot x_1 \cdot x_0 \end{aligned}$$

(V) Aus dieser Auflistung **stellen wir die Gleichung auf**, die Grundlage für die Schaltung ist.

$$\begin{aligned} LED &= LED_2 + LED_3 + LED_5 + LED_7 \\ &= (\overline{x_2} \cdot x_1 \cdot \overline{x_0}) + (\overline{x_2} \cdot x_1 \cdot x_0) + \\ &(x_2 \cdot \overline{x_1} \cdot x_0) + (x_2 \cdot x_1 \cdot x_0) \end{aligned}$$

(VI) Unter Verwendung der Gleichung **realisieren wir die Schaltung in der Simulationssoftware**[1].

[1] LogicSim



Die Vorgehensweise im Überblick

(I) Anzahl der Eingangsvariablen bestimmen

(II) Anzahl der Ausgangsvariablen bestimmen

(III) Wertetabelle anlegen und füllen

(IV) Konjunktionen der 1-Zeilen aufstellen

(V) Gleichung aufstellen (ODER-Verknüpfung der Konjunktionen)

(VI) Schaltung realisieren

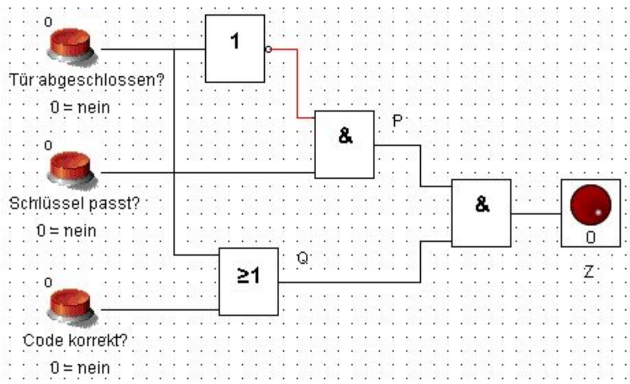
6 Schaltungen analysieren

Bisher haben wir aus der geforderten Funktionalität eine Funktionstabelle und daraus eine logische Funktion aufgestellt. Mit dieser Funktion haben wir dann die Schaltung in einer Simulationssoftware[2] realisiert und getestet.

`Was aber, wenn wir die Schaltung erhalten und deren Funktionalität beschreiben sollen?`

6.1 Funktionsweisen einer Schaltung beschreiben

Wir nutzen die folgende Schaltung beispielhaft zur Verdeutlichung des Vorgehens.



(I) Wir beginnen mit der **Funktionstabelle**.
In diese Übertragen wir die **Ein- und Ausgangsvariablen**.
Eingangsvarablen: $Tür = T, Schlüssel = S, Code = C$
Ausgangsvariable: $LED = L$

> Wenn nötig, kann die Schaltung auch in kleinere Abschnitte (im Beispiel P und Q) unterteilt werden. Diese Spalten P und Q dienen lediglich als **Zwischenschritt** um die Gesamtsituation Z korrekt auszufüllen. Sie müssen nicht bei jeder Analyse angegeben werden.

[2] LogicSim

A	B	C	P $\overline{A} \wedge B$	Q $A \vee C$	LED $P \wedge Q$
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

(II) Im Anschluss betrachten wir die einzelnen (oder die gesamte) Situationen P und Q.
Wir befüllen die Spalten der einzelnen Situationen ($P = \overline{A} \wedge B$ bzw. $Q = A \vee C$) unter Berücksichtigung der Variablenzustände.

A	B	C	P $\overline{A} \wedge B$	Q $A \vee C$	LED $P \wedge Q$
0	0	0	0	0	
0	0	1	0	1	
0	1	0	1	0	
0	1	1	1	1	
1	0	0	0	1	
1	0	1	0	1	
1	1	0	0	1	
1	1	1	0	1	

(III) Mit Hilfe der Einzelsituationen P und Q betrachten wir nun die Gesamtsituation $Z = P \wedge Q$ und füllen diese Spalte entsprechend.

$Tür$	B	C	P $\overline{A} \wedge B$	Q $A \vee C$	LED $P \wedge Q$
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0
1	1	1	0	1	0

(IV) Für die Beschreibung der Schaltung sind nun ausschließlich die Zeilen relevant, bei denen die Gesamtsituation $Z = 1$ ist.
Für diese betrachten wir die Zustände der Eingangsvariablen und formulieren unter Zuhilfenahme der Situation die Funktionalität.

Die LED leuchtet auf, wenn die Tür nicht abgeschlossen ist, der Schlüssel passt und der eingegebene Code korrekt ist.

`Die Vorgehensweise im Überblick`

(I) Ein- und Ausgangsvariablen bestimmen
Funktionstabelle mit Variablen aufstellen

(II) Teilsituationen in Funktionstabelle übernehmen und entsprechende Ausgänge eintragen

(III) Gesamtsituation in Tabelle angeben unter Berücksichtigung der Einzelsituationen füllen

(IV) Betrachte ausschließlich die Zeilen der Funktionstabelle, in denen die Gesamtsituation den Zustand 1 hat.
Nutze die Eingangsvariablen zur Beschreibung der Funktionalität.