

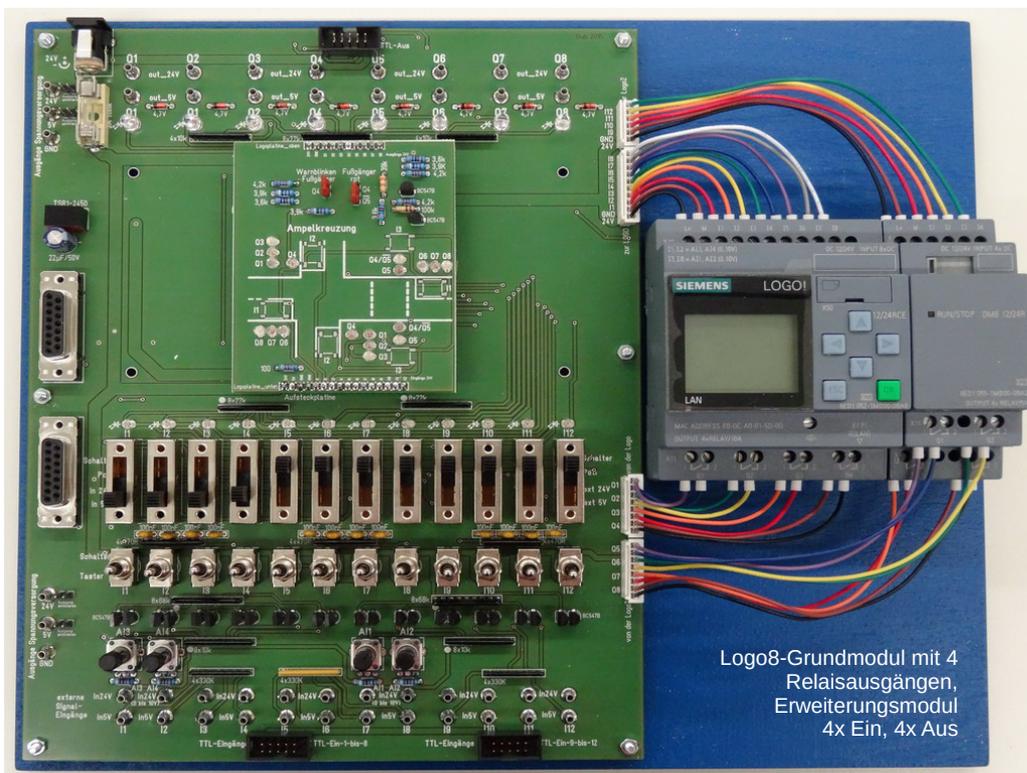
Inhaltsverzeichnis

1 Grundbegriffe.....	3
1.1 Was bedeutet steuern?.....	3
1.2 Analog - Digital - Binär.....	4
1.3 Signale in einer Steuerung.....	4
1.4 Dezimal- und Dualzahlen.....	5
2 Steuerungen mit binären Signalen.....	6
2.1 Digitale Grundverknüpfungen.....	6
2.2 Handling der Schaltungseingabe und Regeln zur Veranschaulichung.....	8
2.3 Schaltung nach Funktionsgleichung (Beispiel 1).....	9
2.4 Schaltung nach Funktionsgleichung (Beispiel 2).....	10
2.5 Entwurf einer Schaltung aus Grundelementen: Wechselschaltung.....	11
2.6 Disjunktive Normalform: eine systematische Lösungsmöglichkeit.....	12
2.7 Prüf- und Sicherheitsschaltung (Übung).....	13
2.8 Majoritätsschaltung: 2-aus-3-Schaltung (Übung).....	14
2.9 Wechselschaltung mit 3 Ein-Aus-Schaltern (Übung).....	15
2.10 Wechselschaltung mit 4 Ein-Aus-Schaltern (Übung).....	16
2.11 Leuchtpunktanzeige (Übung).....	17
2.12 Leuchtbandanzeige, "Thermometer-Code" (Übung).....	18
2.13 Teichbefüllungssteuerung (Übung).....	19
2.14 Aufgabe – Wasseraufbereitungsanlage.....	20
2.15 Windrichtungsanzeige für Windkraftanlage (Übung).....	21
2.16 Sturmsicherung für eine Windkraftanlage (Übung).....	22
3 Schwellwertschalter, Schmitt-Trigger.....	23
3.1 Komparator (Schwellwertschalter) ohne Hysterese.....	23
3.2 Komparator (Schwellwertschalter) mit Hysterese (Schmitt-Trigger).....	23
3.3 Analoger Schwellwertschalter (Komparator) in LOGO.....	24
3.4 Analoger Schadstoffmelder (Übung).....	26
3.5 Schadstoffkonzentrationsanzeige mit 3 Stufen (Übung).....	27
3.6 Pumpensteuerung für thermische Solaranlage (Übung).....	28
3.7 Jalousiesteuerung (Übung).....	28
4 Speichern von Informationen.....	29
4.1 Erklärung des Begriffs Speichern am Beispiel Fahrstuhlanforderung.....	29
4.2 RS-Speicher (RS-Flipflop).....	29
4.3 RS-Speicher aus Grundgattern.....	29
4.4 Funktionsbaustein RS-Speicher.....	30
4.5 Regenwassernutzung.....	31
5 Zeitfunktionen.....	34
5.1 Einschaltverzögerung.....	34
5.2 Logo-Ausschaltverzögerung.....	34
5.3 Anwendung Treppenhauslicht mit 3 Tastern.....	35
6 Prinzip von Ablaufsteuerungen.....	36
6.1 Funktion einer Schrittkette.....	36
6.2 Grafische Ablaufdarstellung einer einfachen Befüllung.....	37
6.3 Zugehöriges Zeitablaufdiagramm: einfache Befüllung.....	39
6.4 Schaltungsaufbau mit LOGO!.....	40
6.5 Alternativer Schaltungsaufbau in Logo mit speichernden Ausgängen.....	41
7 Beispiele von Ablaufsteuerungen.....	42
7.1 Ablaufsteuerung einer Waschstraße.....	42
7.2 Einfache Ampelsteuerung.....	47
7.3 Fußgänger-Ampel (Übung).....	49
7.4 Fußgänger-Bedarfsampel (Übung).....	51

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

7.5 Schaltwerk für eine Waschmaschine..... 52
 7.6 Schwimmbecken mit Sonnenkollektorheizung..... 56
 7.7 Mischanlage..... 59

- 24V-Netzteil-Anschluss
- Pfostensteckverbindung
- TTL- Ausgänge
- 2mm-Buchsen für
- 24V- und 5V- Ausgänge
- Ausgänge mit farbigen LEDs
- Mitte:
- optionale Aufsteckplatinen,
- hier Ampelkreuzung
- oder Aufgabenkarten
- mit Technologieschema
- Anschluss Festo meclAB
- Anzeige des Zustands der
- Eingänge mit LEDs
- 4-fach-Schiebeschalter
- zur Wahl des Eingänge
- Schalter/Taster, Poti,
- 24V oder 5V-Eingänge
- Schalter/Taster
- für jeden Eingang
- Poti 0-10V
- für die analoge Eingänge
- 2mm-Buchsen für
- 5V-/24V-/Analogeingänge
- Pfostensteckverbindung
- TTL-Eingänge



Logo8-Grundmodul mit 4
 Relaisausgängen,
 Erweiterungsmodul
 4x Ein, 4x Aus

1 Grundbegriffe

1.1 Was bedeutet steuern?

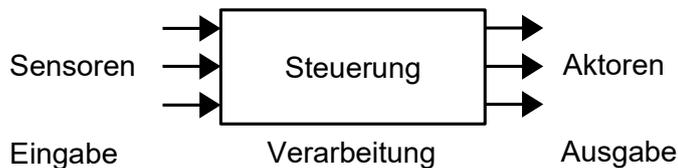


Abb. 1.1: EVA-Prinzip

Abhängig von den Eingangsgrößen, die Sensoren liefern, werden Ausgangsgrößen mit Hilfe von Aktoren beeinflusst.

Die Eingangs- und Ausgangsgrößen können analog oder digital sein.

1.1.1 Beispiele für Sensoren

- Schalter, Taster
- Temperatursensor
- Drucksensor
- Helligkeitssensor
- Bewegungssensor

1.1.2 Beispiele für Steuerungen

- Fahrstuhlsteuerung, Garagentorsteuerung
- Ampelsteuerung, Treppenhauslicht
- Waschmaschinensteuerung, Heizungssteuerung
- Ausrichtung einer Windkraftanlage
- Automatisches Mischen eines Stoffes
- Abfüllanlage

1.1.3 Beispiele für Aktoren

- Motor, Lüfter, Ventilator
- Pumpe, Ventil
- Beleuchtung, Heizung

1.1.4 Beispiel für ein einfaches Steuerungssystem

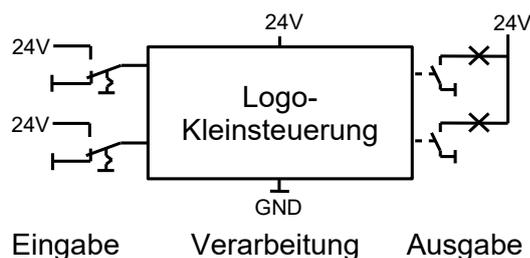


Abb. 1.2: Beispiel: EVA-Prinzip bei einer Kleinsteuerung

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

Zwei Schalter sind an eine Logo-Kleinsteuerung angeschlossen und schalten über zwei Relaiskontakte zwei 24 V- oder 230 V-Lampen. Die Kleinsteuerung benötigt eine Versorgungsspannung, damit in ihr ein Programm abgearbeitet werden kann. An den Ausgängen verwendet man oft Relaiskontakte. Dann kann man den Verbraucher und die Versorgungsspannung frei wählen. Die Relaiskontakte schließen dann einen vollständigen Stromkreis.

1.2 Analog - Digital - Binär

Steuerungen arbeiten mit analogen und digitalen Signalen.

1.2.1 Analog

- Es sind unendlich viele Zwischenwerte möglich.
- Beispiel: Spannung zwischen 0 V und 10 V
- Eine Uhr mit mechanischen Zeigern ist eine Analoguhr.

1.2.2 Digital

- Es sind abzählbar viele Zustände möglich.
- Beispiel. Analoge Musik und Sprache wird vor der Speicherung im PC / Handy / MP3-Player / CD digitalisiert in 256 (8-Bit) oder 65536 (16-Bit) Spannungswerte
- Farben auf dem PC-Bildschirm oder im Foto werden in abzählbar viele Abstufungen digitalisiert (z.B. 8, 16, 24 Bit)

1.2.3 Binär (boolean)

- Zwei digitale Zustände bezeichnet man als binär.
- Logisch 1 = High (H) = wahr = true
- Logisch 0 = Low (L) = falsch = false

1.3 Signale in einer Steuerung

In einer Steuerung verwendet man z.B. binäre Signale:

- Taster am Eingang nicht gedrückt (0V) → Low → 0
- Taster am Eingang gedrückt (24V) → High → 1
- 1 → Kontakt am Ausgang geschlossen → Lampe leuchtet
- 0 → Kontakt am Ausgang offen → Lampe leuchtet nicht

Zunächst beschäftigen wir uns mit digitalen Steuerungen. Obwohl diese nur 2 Zustände kennt, bezeichnet man sie nicht als Binärtechnik, sondern als Digitaltechnik.

1.4 Dezimal- und Dualzahlen

1.4.1 Dezimalzahl

Zahlenvorrat: Ziffern 0 bis 9				
Basis: 10 → 10 Ziffern				
Wertigkeit	1000 10^3	100 10^2	10 10^1	1 10^0
Dezimalzahl	2	0	4	8
Bedeutet: $2 * 1000 + 0 * 100 + 4 * 10 + 8 * 1$				

1.4.2 Dualzahl (binär) und Umwandlung von Dual- in Dezimalzahl

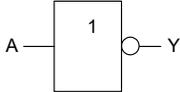
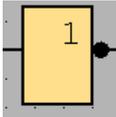
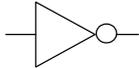
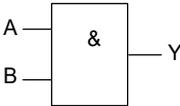
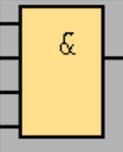
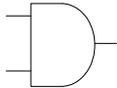
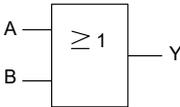
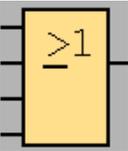
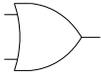
Zahlenvorrat: Ziffern 0 und 1								
Basis: 2 → 2 Ziffern								
Wertigkeit	128 2^7	64 2^6	32 2^5	16 2^4	8 2^3	4 2^2	2 2^1	1 2^0
Dualzahl	1	1	0	0	1	0	1	1
Bedeutet: $1 * 128 + 1 * 64 + 0 * 32 + 0 * 16 + 1 * 8 + 0 * 4 + 1 * 2 + 1 * 1 = 203_{\text{dez}}$								

1.4.3 Umwandlung von Dezimal- in Dualzahl

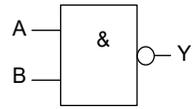
203dez = ?dual								
Wertigkeit	128 2^7	64 2^6	32 2^5	16 2^4	8 2^3	4 2^2	2 2^1	1 2^0
Dualzahl	?	?	?	?	?	?	?	?
$ \begin{array}{r} 203 \\ -128 \quad \downarrow \\ \hline 75 \\ -64 \quad \quad \downarrow \\ \hline 11 \quad \quad \quad \text{X} \quad \text{X} \\ -8 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \downarrow \\ \hline 3 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{X} \\ -2 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \downarrow \\ \hline 1 \\ -1 \quad \downarrow \\ \hline 0 \end{array} $								
Wertigkeit	128 2^7	64 2^6	32 2^5	16 2^4	8 2^3	4 2^2	2 2^1	1 2^0
Dualzahl	1	1	0	0	1	0	1	1

2 Steuerungen mit binären Signalen

2.1 Digitale Grundverknüpfungen

Symbol	Funktionsgleichung	Symbol in LOGO Eingänge: I Ausgänge: Q	Funktions- tabelle	in Worten	Amerikanische Darstellung z.B. Labview															
<p>NOT (Negation) NICHT</p> 	$Y = !A$ $Y = \text{NOT } A$ $Y = /A$ $Y = \bar{A}$		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	Y	0	1	1	0	<p>Wenn der Schalter am Eingang aus ist, leuchtet die LED aus Ausgang und umgekehrt.</p>										
A	Y																			
0	1																			
1	0																			
<p>AND (Konjunktion) UND</p> 	$Y = A \& B$ $Y = A \text{ AND } B$ $Y = A \cdot B$ $Y = A \wedge B$ $Y = A B$		<table border="1"> <thead> <tr> <th>B</th> <th>A</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	B	A	Y	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	<p>Nur wenn alle beschalteten Eingänge 1 sind, wird der Ausgang eins (LED leuchtet).</p>	
B	A	Y																		
0	0	0																		
0	1	0																		
1	0	0																		
1	1	1																		
<p>OR (Disjunktion) ODER</p> 	$Y = A + B$ $Y = A \text{ OR } B$ $Y = A + B$ $Y = A \vee B$		<table border="1"> <thead> <tr> <th>B</th> <th>A</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	B	A	Y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	<p>Wenn mindestens ein beschalteter Eingang 1 ist, wird der Ausgang 1.</p>	
B	A	Y																		
0	0	0																		
0	1	1																		
1	0	1																		
1	1	1																		

NAND

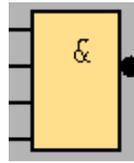


$$Y = \overline{A \& B}$$

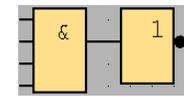
$$Y = \overline{A \text{ AND } B}$$

$$Y = \overline{A \cdot B}$$

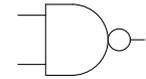
$$Y = \overline{A \cdot B}$$



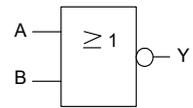
B	A	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Wie ein UND, dessen Ausgang invertiert ist.
Ausgang wird 1, sobald mindestens ein Eingang 0 ist.



NOR

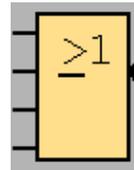


$$Y = \overline{A + B}$$

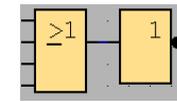
$$Y = \overline{A \text{ AND } B}$$

$$Y = \overline{A + B}$$

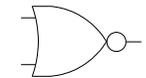
$$Y = \overline{A + B}$$



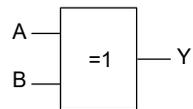
B	A	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Wie ein ODER, mit invertiertem Ausgang.
Ausgang wird 1, wenn alle Eingänge 0 sind.



XOR (Antivalenz)

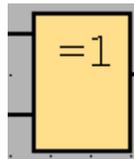


$$Y = A \$ B$$

$$Y = A \text{ XOR } B$$

$$Y = A^*/B + /A^*B$$

$$Y = A \oplus B$$

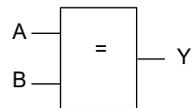


B	A	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Nur wenn genau ein Eingang 1 ist, wird der Ausgang 1.
(nur 2 Eingänge möglich)



XNOR (Äquivalenz)

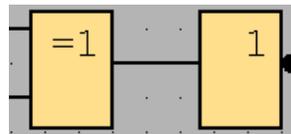


$$Y = A \$ B$$

$$Y = A \text{ XNOR } B$$

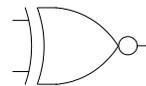
$$Y = A^*B + /A^*/B$$

$$Y = \overline{A \oplus B}$$



B	A	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Wenn die Eingänge gleich sind, wird der Ausgang 1.
(nur 2 Eingänge möglich)



UND / ODER / NAND / NOR
XOR und XNOR

Verknüpfungen können beliebig viele Eingänge haben.
... nur 2 Eingänge.

Abb. 2.1: Digitale Grundverknüpfungen

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

2.2 Handling der Schaltungseingabe und Regeln zur Veranschaulichung

3 Eingänge (I1, I2, I3) untereinander „zeichnen“.

2 UND so daneben zeichnen, dass

- der oberste Eingang vom oberen UND auf der gleichen Höhe ist wie der Anschluss von I1
- und beim unteren UND der 3. Eingang von oben auf Höhe des Anschlusses von I3 liegt.

Obwohl die Reihenfolge der Anschlüsse egal ist, schließen wir wegen der besseren Lesbarkeit und vor allem wegen der einfacheren Fehlersuche immer

- I1 an den obersten Eingang aller UND-Verknüpfungen an,
- I2 an den 2. Eingang von oben an,
- I3 an den 3. Eingang von oben an.

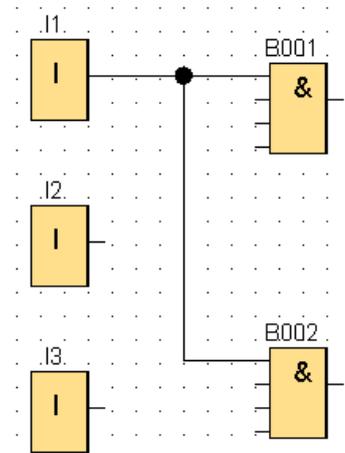
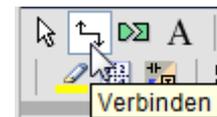


Abb. 2.2: I1 an oberem UND-Eingang



Verbinden Sie also I1 mit den beiden oberen Eingängen der UNDs. Sobald Sie I2 mit dem 2. Eingang eines UNDs verbinden, sehen Sie, dass nun 2 Verbindungslinien übereinander liegen. Dies darf nicht sein!. Diese Schaltung ist nicht mehr lesbar!



Klicken Sie zuerst auf das Maussymbol und dann auf die Linie, die von I1 zum unteren UND führt, dann ist die Linie markiert. Ziehen Sie diese Linie am blauen, runden Markierungspunkt um 1 oder 2 Raster nach links.

Schließen Sie nun I2 an den 2. Anschluss des anderen UND an.

Verfahren Sie ebenso beim Anschließen von I3. Es soll sich die nebenstehende Schaltung ergeben. Die linke, senkrechte Linie ist I1, daneben sind I2 und I3.

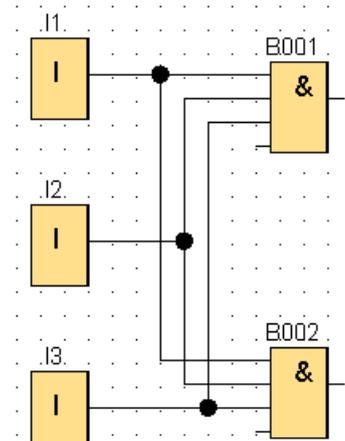
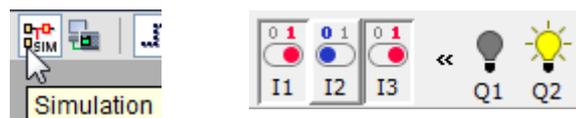


Abb. 2.3: I2 am 2. UND-Eing., I3 am 3. UND-Eing.

Wenn Eingänge der UND negiert (invertiert) werden sollen, doppelklicken Sie (im Modus „Selektion“) auf die entsprechenden Eingänge. Ein invertierter Eingang wird durch einen Punkt dargestellt und hat die gleiche Wirkung wie ein NICHT-Gatter vor dem Eingang.

Schalten Sie 2 Ausgänge (Q1, Q2) an die UNDs.

Die Funktion kann man am Bildschirm simulieren:



Leitungen mit dem Zustand 1 (H) werden rot dargestellt.

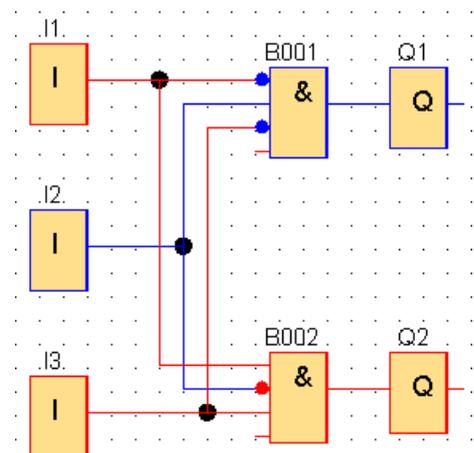


Abb. 2.4: Farbige Leitungen im Simulationsmodus

2.3 Schaltung nach Funktionsgleichung (Beispiel 1)

Eingänge: 3 Schalter I1 bis I3 Ausgänge: 2 LEDs Q1 und Q2

Aufgaben:

- Bauen Sie folgende Schaltungen mit der LOGO!-Steuerung auf:
 $Q1 = \neg I1 * I2 * \neg I3$ (sprich: Q1 ist gleich NICHT I1 UND I2 UND NICHT I3)
 $Q2 = I1 * \neg I2 * \neg I3$ (sprich: Q2 ist gleich I1 UND NICHT I2 UND NICHT I3)
- Vervollständigen Sie die Funktionstabelle
- Erklären Sie in Worten, in welchen Fällen die LEDs Q1 und Q2 leuchten.

Schaltung und Funktionstabelle:

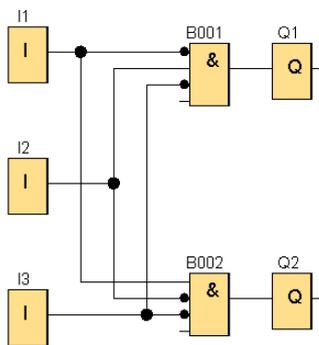


Abb. 2.5: Schaltung

I3	I2	I1	Q1	Q2
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0

Abb. 2.6: Funktionstabelle

Erklärungen:

Q1 leuchtet, wenn die beschalteten Eingänge der UND-Verknüpfung eins werden. Da I1 und I3 vor der UND-Verknüpfung invertiert werden leuchtet Q1 wenn

- I1 = 0 ist und
- I2 = 1 ist und
- I3 = 0 ist.

Setzt man genau diese Kombination in die Gleichung $Q1 = \neg I1 * I2 * \neg I3$ ein,
 $Q1 = \neg 0 * 1 * \neg 0 = 1 * 1 * 1$, so erhält man $Q1 = 1$.

Zusammenfassung: $Q1 = \neg I1 * I2 * \neg I3$ Q1 wird 1 wenn I1 = 0 UND I2 = 1 UND I3 = 0 ist.

Q2 leuchtet, wenn die beschalteten Eingänge der UND-Verknüpfung eins werden. Da I2 und I3 vor der UND-Verknüpfung invertiert werden leuchtet Q2 wenn

- I1 = 1 ist und
- I2 = 0 ist und
- I3 = 0 ist.

Setzt man genau diese Kombination in die Gleichung $Q2 = I1 * \neg I2 * \neg I3$ ein,
 $Q2 = 1 * \neg 0 * \neg 0 = 1 * 1 * 1$
 so erhält man $Q2 = 1$.

Zusammenfassung: $Q2 = I1 * \neg I2 * \neg I3$ Q2 wird 1 wenn I1 = 1 UND I2 = 0 UND I3 = 0 ist.

2.5 Entwurf einer Schaltung aus Grundelementen: Wechselschaltung

Eingänge: 2 Schalter Ausgänge: 1 Beleuchtung

Aufgabe:

- Wenn beide Schalter aus sind, soll die Lampe aus sein.
- Wenn man einen Schalter umschaltet, soll die Lampe ihren Zustand ändern. (Ändern: Wenn die Lampe an war, soll sie aus gehen und umgekehrt).
- Erstellen Sie die Funktionstabelle.

I2	I1	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Abb. 2.10: Funktionstabelle Wechselschaltung

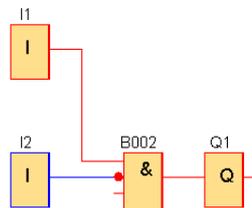
- Bauen Sie die Schaltung ausschließlich aus beliebig vielen digitalen Grundbausteinen UND, ODER, NICHT auf.

2.5.1 Hilfestellung

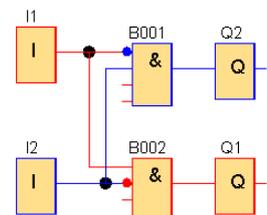
Wir zerlegen das Problem in 2 Schritte: Für jede Zeile, in welcher der Ausgang 1 wird, erstellen wir zunächst eine eigene Schaltung:

Fall Zeile 2:

I2	I1	Q1
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0



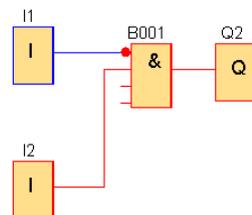
Je 1 Schaltung für Zeile 2 und Zeile 3



Die Schaltung für den 2. Fall, in welcher der Ausgang 1 wird sieht so aus

Fall Zeile 3:

I2	I1	Q2
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0



Zusammenfassen:
 Fall Zeile 2 **oder** Zeile 3 tritt auf:

Nun fassen wir beide Fälle zusammen:

Die Lampe soll angehen, wenn der Fall Zeile 2 **oder** Zeile 3 eintritt: Dies ist die Lösung!

abgelesene Funktionsgleichung:

$$Q1 = (I1 \cdot I2) + (\bar{I1} \cdot I2) ;$$

wobei \cdot UND, AND; $+$ ODER, OR ;

$\bar{\quad}$ NICHT, NOT

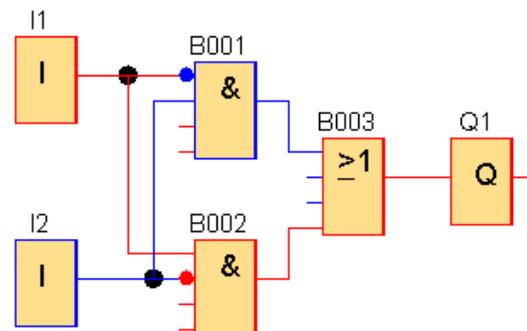


Abb. 2.11: Schaltung, die alle Zeilen der Funktionstabelle berücksichtigt

2.6 Disjunktive Normalform: eine systematische Lösungsmöglichkeit

Aufgabe wie oben: Wechselschaltung

I2	I1	Q1	
0	0	0	
0	1	1	$(\neg I2 * I1)$
1	0	1	$(I2 * \neg I1)$
1	1	0	

Abb. 2.12: Funktionstabelle Wechselschaltung

abgelesen: $Q1 = (\neg I2 * I1) + (I2 * \neg I1)$, dies ist exakt die Lösung aus 4.4!

2.6.1 Vorgehen beim Ablesen der Funktionsgleichung aus der Funktionstabelle

- Funktionstabelle erstellen
- Für jede Zeile, in der unter dem Ausgang eine 1 steht, wird eine UND-Verknüpfung aller Eingänge erstellt, dabei werden alle Eingänge invertiert, bei denen in der Zeile eine 0 steht.
- Am Schluss werden alle UND-Verknüpfungen mit einem ODER zusammengefasst.

2.6.2 Schaltung nach disjunktiver Normalform

Man erhält mit dieser Lösungsmethode immer eine Schaltung, die nach dem gleichen Muster aufgebaut ist.

- Zunächst werden die Eingänge invertiert oder nicht invertiert.
- Dann werden die Eingänge auf UND-Verknüpfungen geführt.
- Anschließend werden die Ausgänge der UND-Verknüpfungen mit ODER verknüpft.

$$Q1 = (\neg I2 * I1) + (I2 * \neg I1)$$

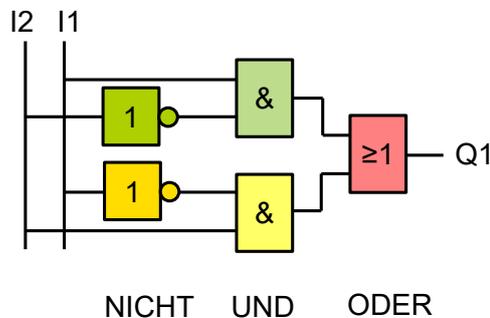


Abb. 2.13: Grundsätzlicher Aufbau einer Schaltung in disjunktiver Normalform

Zeichnen Sie in Zukunft die Schaltungen in LOGO immer nach dem Muster in Abbildung 2.14. Dies erhöht die Übersicht, macht die Schaltungen verständlicher und erleichtert die Fehlersuche.

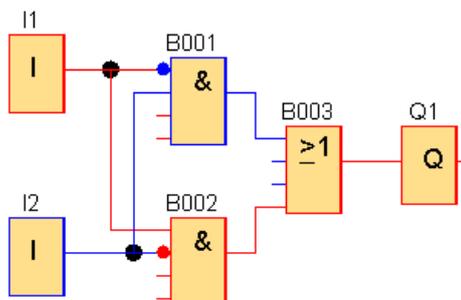


Abb. 2.14: Schaltung in disjunktiver Normalform, gezeichnet mit Logo!
 Simulationsmodus: rot \triangleq 1, blau \triangleq 0

2.7 Prüf- und Sicherheitsschaltung (Übung)

Eingänge: 2 Schalter (binäre Sensoren)

Ausgänge: 1 rote Anzeige-LED, grüne Anzeige-LED

Aufgabe 1:

- In einer sicherheitsrelevanten Steuerung werden Sensoren, die dasselbe messen, zwei- oder dreifach ausgeführt.
- Hier soll überprüft werden, ob 2 Sensoren das gleiche Signal liefern.
- Die **grüne LED** soll angehen, wenn die Sensoren das gleiche Signal liefern.
- Geben Sie die Funktionstabelle, die disjunktiven Normalformen und die in LOGO aufgebaute Schaltung an.

Aufgabe 2: zusätzliche Schaltung!

- Die **rote LED** soll angehen, wenn die Sensoren unterschiedliche Signale liefern.

Lösung:

I2	I1	rot	grün
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Abb. 2.15: Funktionstabelle

$$\text{grün} = (\neg I2 * \neg I1) + (I2 * I1)$$

$$\text{rot} = (\neg I2 * I1) + (I2 * \neg I1) \quad (\text{wie Aufg. 2.5})$$

$$\text{einfacher: rot} = \neg \text{grün}$$

Denkweise: rot geht an, wenn grün aus.

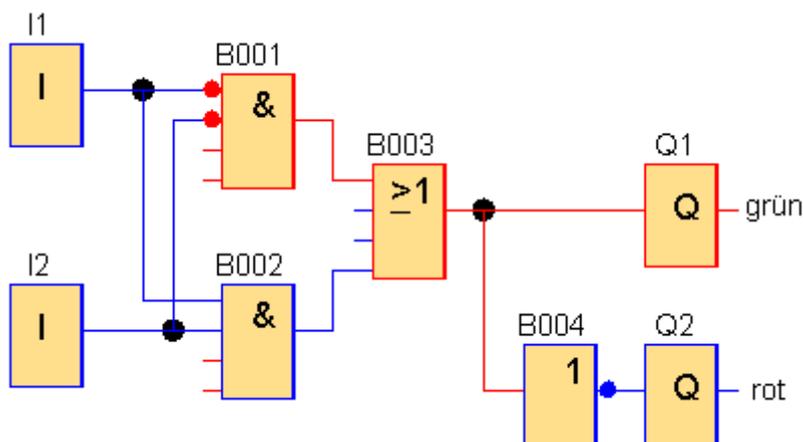


Abb. 2.16: Schaltung im Simulationsmodus bei I1 = I2 = 0

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

2.8 Majoritätsschaltung: 2-aus-3-Schaltung (Übung)

Eingänge: 3 Schalter (binäre Sensoren)

Ausgänge: 1 grüne Anzeige-LED, 1 gelbe Anzeige-LED

Aufgabe:

- Wenn mindestens 2 Sensoren H-Signal zeigen, leuchtet die gelbe LED.
 (Dies ist die Majoritätsschaltung. Majorität = Mehrheit)
- Wenn alle 3 Sensoren H-Signal zeigen, leuchtet zusätzlich die grüne LED.

Lösung:

I3	I2	I1	Gelb	Grün
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

$$\text{Gelb} = (\neg I3 * I2 * I1) + (I3 * \neg I2 * I1) + (I3 * I2 * \neg I1) + (I3 * I2 * I1)$$

$$\text{Grün} = (I3 * I2 * I1)$$

Abb. 2.17: Funktionstabelle

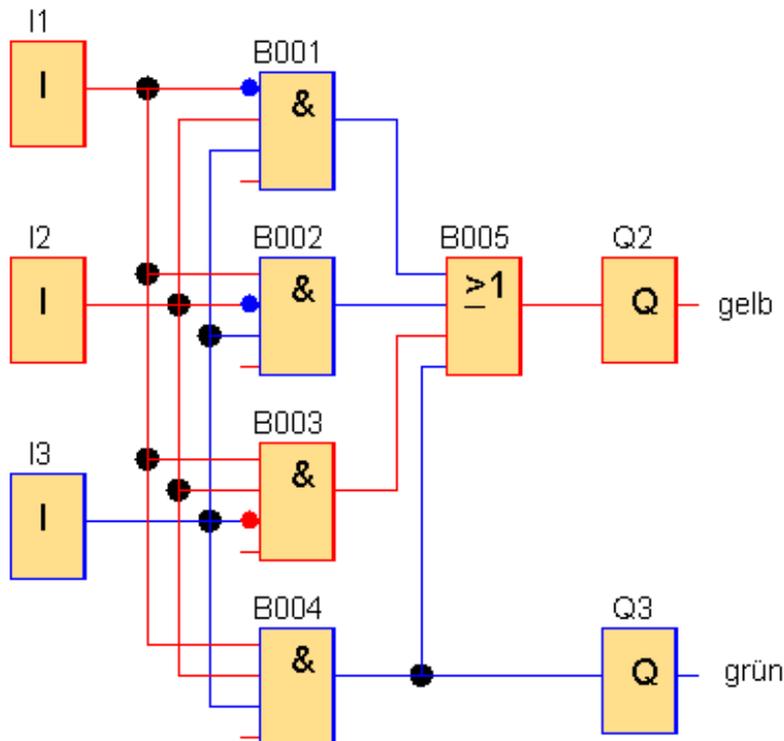


Abb. 2.18: Schaltung mit Simulationsergebnis I1 = I2 = 1 und I3 = 0

2.9 Wechselschaltung mit 3 Ein-Aus-Schaltern (Übung)

Die Beleuchtung in einem Zimmer soll mit 3 Schaltern (nicht Tastern) ein- und ausschaltbar sein.

2.9.1 Anschluss der LOGO an die Zimmerbeleuchtung

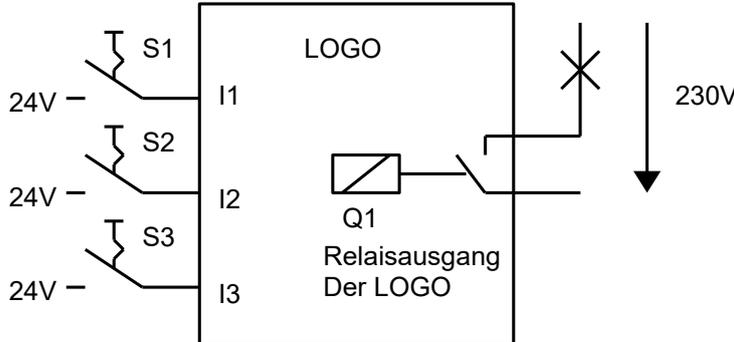


Abb. 2.19: Blockschaltbild Wechselschaltung realisiert mit LOGO!

2.9.2 Funktionstabelle und daraus abgeleitete Funktionsgleichung

I3	I2	I1	Licht Q1
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

$$\begin{aligned}
 Q1 = & \neg I3 * \neg I2 * I1 \\
 & + \neg I3 * I2 * \neg I1 \\
 & + I3 * \neg I2 * \neg I1 \\
 & + I3 * I2 * I1
 \end{aligned}$$

Abb. 2.20: Funktionstabelle Wechselschaltung

2.9.3 Schaltung aus UND / ODER, die in der LOGO in ein Programm umgesetzt wird

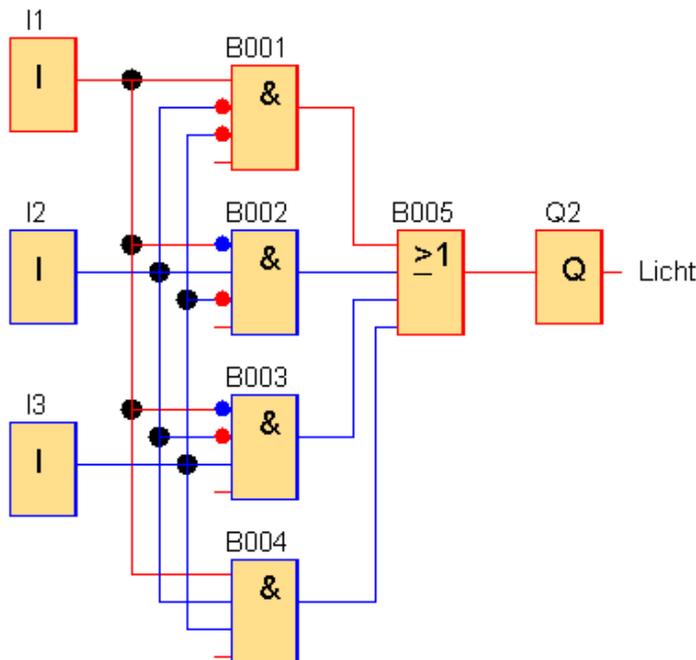


Abb. 2.21: Schaltung mit Simulationsergebnis bei I1 = 1, I2 = I3 = 0

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

2.10 Wechselschaltung mit 4 Ein-Aus-Schaltern (Übung)

Aufgabe: Erweitern Sie die Wechselschaltung auf 4 Schalter.

I4	I3	I2	I1	Licht Q1	Gleichung
0	0	0	0	0	
0	0	0	1	1	$Q1 = \neg I4 * \neg I3 * \neg I2 * I1$
0	0	1	0	1	$+ \neg I4 * \neg I3 * I2 * \neg I1$
0	0	1	1	1	$+ \neg I4 * I3 * \neg I2 * I1$
0	1	0	0	1	$+ \neg I4 * I3 * I2 * \neg I1$
0	1	0	1	1	
0	1	1	0	1	$+ \neg I4 * I3 * I2 * I1$
0	1	1	1	1	$+ I4 * \neg I3 * \neg I2 * I1$
1	0	0	0	1	$+ I4 * \neg I3 * \neg I2 * \neg I1$
1	0	0	1	1	
1	0	1	0	1	
1	0	1	1	1	$+ I4 * \neg I3 * I2 * I1$
1	1	0	0	1	
1	1	0	1	1	$+ I4 * I3 * \neg I2 * I1$
1	1	1	0	1	$+ I4 * I3 * I2 * \neg I1$
1	1	1	1	1	

Abb. 2.22: Funktionstabelle und abgeleitete Gleichungen

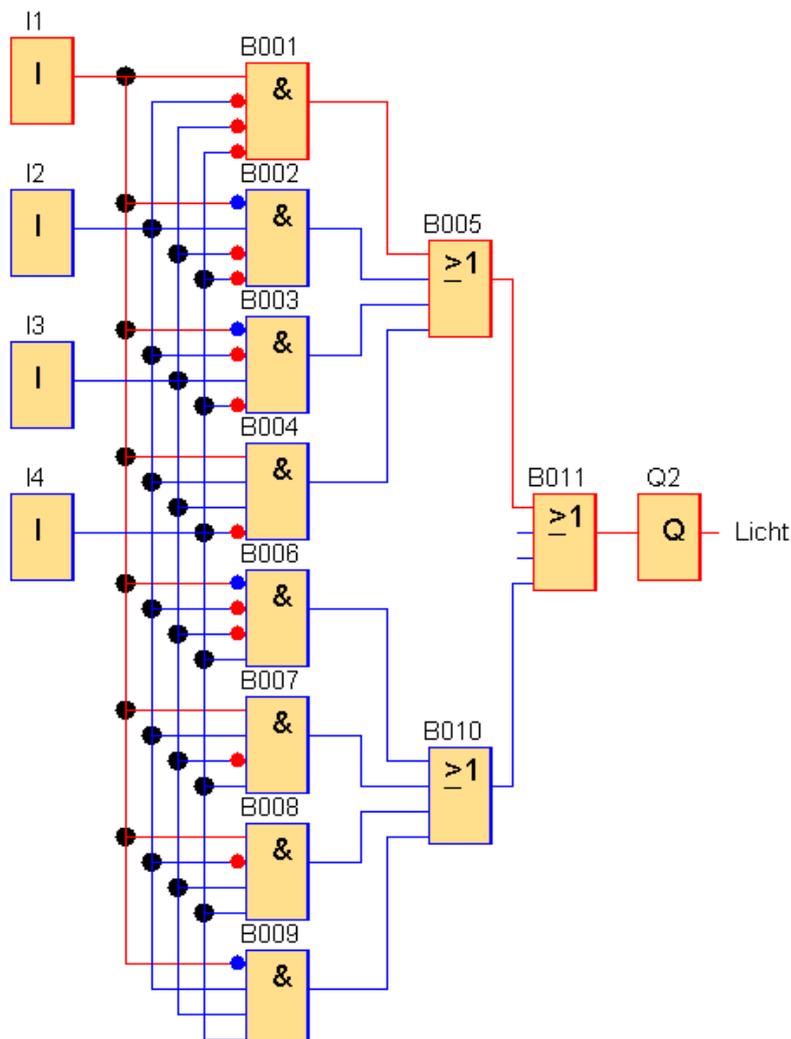


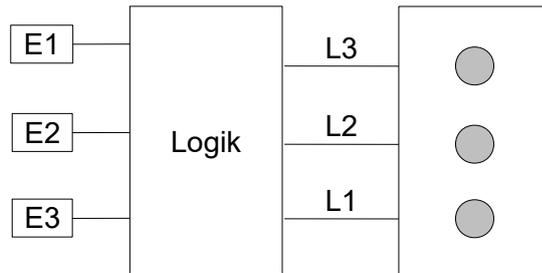
Abb. 2.23: Schaltung mit Simulationsergebnis mit einem eingeschalteten Schalter

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

2.11 Leuchtpunktanzeige (Übung)

Mit drei Meldern (A, B, C) wird die Konzentration an Schadstoffen gemessen. Es ist eine Leuchtpunkt-Anzeige nach folgendem Muster zu entwerfen:

- Wenn genau ein Melder H-Signal zeigt, geht Lampe L1 an.
- Wenn genau zwei Melder H-Signal zeigen, geht Lampe L2 an.
- Wenn genau drei Melder H-Signal zeigen, geht Lampe L3 an.



3 Melder Leuchtpunkt-Anzeige
 Abb. 2.24: Blockschaltbild Leuchtpunktanzeige

Lösung:

E3	E2	E1	L1	L2	L3
0	0	0			
0	0	1	1		
0	1	0	1		
0	1	1		1	
1	0	0	1		
1	0	1		1	
1	1	0		1	
1	1	1			1

Abb. 2.25: Funktionstabelle Leuchtpunktanzeige

abgelesen aus Funktionstabelle:

$$\begin{aligned}
 L1 &= (\neg E3 * \neg E2 * E1) \\
 &+ (\neg E3 * E2 * \neg E1) \\
 &+ (E3 * \neg E2 * \neg E1) \\
 L2 &= (\neg E3 * E2 * E1) \\
 &+ (E3 * \neg E2 * E1) \\
 &+ (E3 * E2 * \neg E1) \\
 L3 &= (E3 * E2 * E1)
 \end{aligned}$$

Die Gleichungen (in disjunktiver Normalform) wurden in nebenstehende Schaltung umgesetzt.

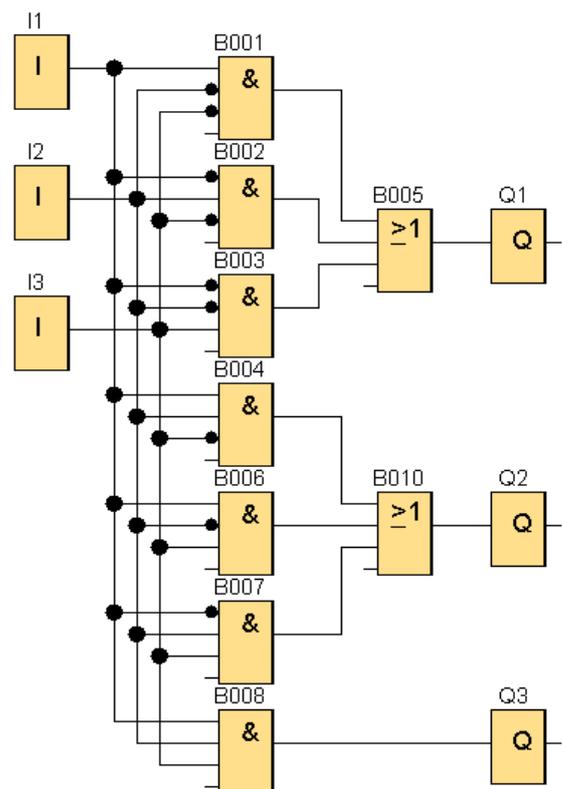


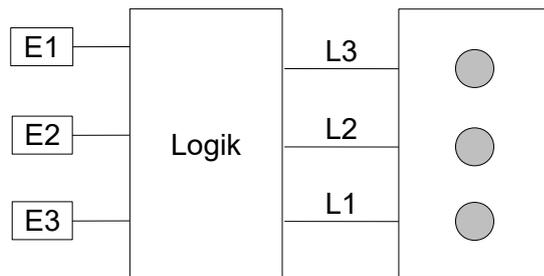
Abb. 2.26: Schaltung Leuchtpunktanzeige

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

2.12 Leuchtbandanzeige, "Thermometer-Code" (Übung)

Mit drei Meldern (A, B, C) wird die Konzentration an Schadstoffen gemessen. Es ist eine Leuchtband-Anzeige nach folgendem Muster zu entwerfen:

- Wenn mindestens ein Melder H-Signal zeigt, geht Lampe L1 an.
- Wenn mindestens zwei Melder H-Signal zeigen, geht zusätzlich L2 an.
- Wenn mindestens drei Melder H-Signal zeigen, geht zusätzlich L3 an.



3 Melder Leuchtpunkt-Anzeige
 Abb. 2.27: Blockschaltbild Leuchtbandanzeige

Lösung:

E3	E2	E1	L1	L2	L3
0	0	0	1		
0	0	1	1		
0	1	0	1		
0	1	1	1	1	
1	0	0	1		
1	0	1	1	1	
1	1	0	1	1	
1	1	1	1	1	1

Abb. 2.29: Funktionstabelle Leuchtbandanzeige

$L1 = E1 + E2 + E3$

„Wie man sieht“ ist es viel einfacher, die Schaltung L1 mit einem ODER statt in disjunktiver Normalform aufzubauen.

$L2 = (E1 * E2 * /E3) + (E1 * /E2 * E3) + (/E1 * E2 * E3) + (E1 * E2 * E3)$

Gleiche Schaltung wie bei 2.8, Majoritätsschaltung, 2-aus-3-Schaltung!

$L3 = E1 * E2 * E3$

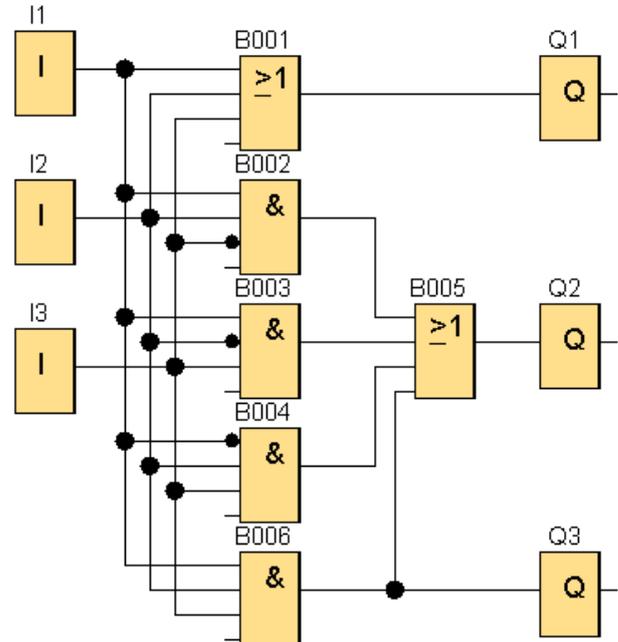


Abb. 2.28: Schaltung Leuchtbandanzeige

2.13 Teichbefüllungssteuerung (Übung)

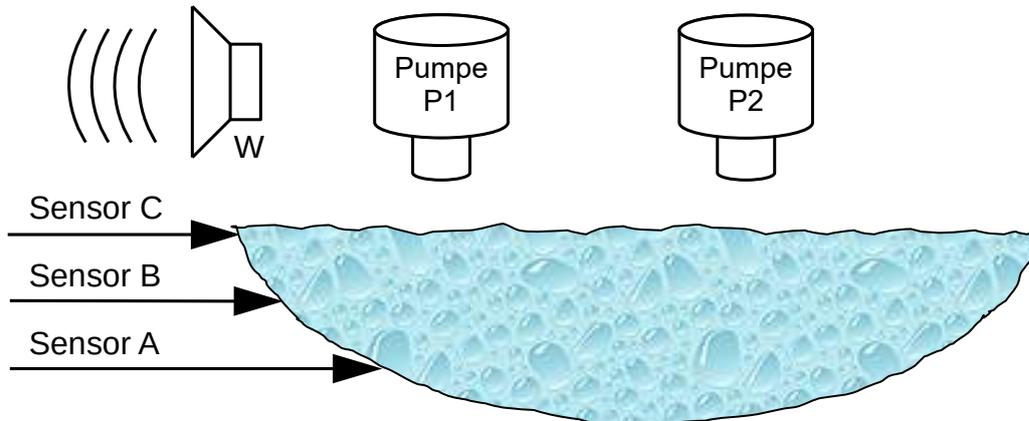


Abb. 2.30: Blockschaltbild Teich mit Sensoren und Pumpen

Als Amphibienfreunde wollen wir das Überleben der Frösche im Gartenteich sichern und entwickeln eine Steuerung zur Befüllung eines Froschteiches mit zwei Pumpen.

Die Sensoren liefern 1 Signal wenn das Wasser sie erreicht bzw. 0 Signal, wenn kein Wasser am Sensor ist.

- Befindet sich der Wasserstand unterhalb des Sensors A, dann müssen beide Pumpen laufen.
- Befindet sich der Wasserstand zwischen den Sensoren A und B darf nur Pumpe 1 laufen.
- Befindet sich der Wasserstand zwischen den Sensoren B und C darf nur Pumpe 2 laufen.
- Erreicht der Wasserstand den Sensor C oder höher darf keine der Pumpen in Betrieb sein.
- Wenn die Sensoren einen Zustand melden, der nicht möglich ist ("schwebendes Wasser"), gehen beide Pumpen aus und ein Warnsignal ertönt.

Eingänge: C, B, A

Ausgänge: P1, P2, W

Lösung:

C	B	A	P1	P2	W
0	0	0	1	1	
0	0	1	1		
0	1	0			1
0	1	1		1	
1	0	0			1
1	0	1			1
1	1	0			1
1	1	1			

Abb. 2.31: Funktionstabelle

$$P1 = (\neg C \wedge \neg B \wedge A) + (\neg C \wedge B \wedge A)$$

$$P2 = (\neg C \wedge \neg B \wedge A) + (\neg C \wedge B \wedge A)$$

$$W = (\neg C \wedge B \wedge A) + (C \wedge B \wedge A) + (C \wedge \neg B \wedge A) + (C \wedge \neg B \wedge \neg A)$$

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

2.14 Aufgabe – Wasseraufbereitungsanlage

In einer Wasseraufbereitungs-Anlage wird Wasser aus einem Sammeltank in einen höher gelegenen Zwischenbehälter gepumpt (Abb. 5.8). Zur Erfassung der Füllstände in den Behältern dienen die Schwimmschalter S1...S4 (Schwimmkörper des Schalters schwimmt: S = 1). Für die Steuerung der Pumpe gelten folgende Randbedingungen:

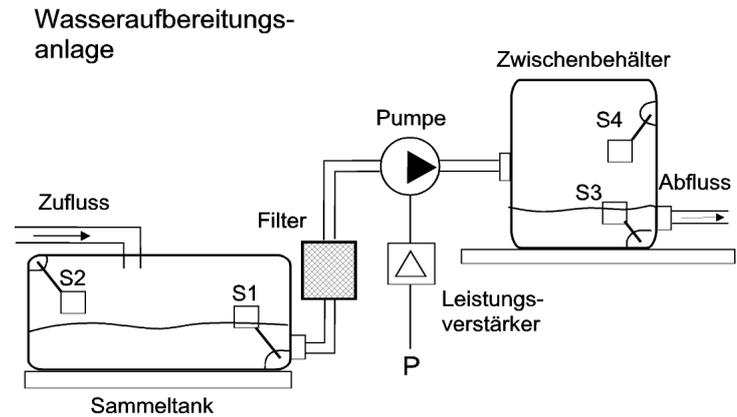


Abb. 2.32: Wasseraufbereitungsanlage. Quelle: T. Wolf.

- Die Pumpe darf nicht leerlaufen.
- Der Mindestfüllstand im Zwischenbehälter darf nicht unterschritten werden.
- Erreicht der Füllstand im Sammeltank seinen Höchststand, muss der Zwischenbehälter vollständig gefüllt werden.

2.14.1 Arbeitsaufträge

1. Erstellen Sie die Funktionstabelle zur Steuerung der Pumpe (Pumpe läuft: P = 1).
2. Ergänzen Sie die Funktionstabelle durch einen Alarmausgang, der eine Fehlfunktion oder einen kritischen Zustand der Schalter meldet (Fehler: Alarm = 1).
3. Ergänzen Sie die Spalte Erläuterungen.
4. Unter welcher Bedingung könnte das häufige Ein- und Ausschalten der Pumpe durch die Schaltpegel von S4 vermieden werden?

2.14.2 Funktionstabelle

Zeile	S4	S3	S2	S1	Pumpe	Alarm	Erläuterungen
0	0	0	0	0	0	0	Beide Behälter ohne Wasser
1	0	0	0	1	1	0	Mindestfüllstand Zwischenbehälter unterschritten
2	0	0	1	0	0	1	S1 oder S2 defekt
3	0	0	1	1	1	0	Mindestfüllstand Zwischenbehälter unterschritten
4	0	1	0	0	0	1	Kein Wasser im Sammeltank, evtl. Abfluss verstopft
5	0	1	0	1	0	0	Mittlerer Füllstand in beiden Behältern
6	0	1	1	0	0	1	S1 oder S2 defekt
7	0	1	1	1	1	0	Höchststand Sammeltank
8	1	0	0	0	0	1	S4 oder S3 defekt
9	1	0	0	1	0	1	S4 oder S3 defekt
10	1	0	1	0	0	1	S1 oder S2 defekt und S4 oder S3 defekt
11	1	0	1	1	1	1	S4 oder S3 defekt, Sammeltank voll
12	1	1	0	0	0	0	Zwischenbehälter voll, evtl Abfluss verstopft
13	1	1	0	1	0	0	Zwischenbehälter voll, evtl Abfluss verstopft
14	1	1	1	0	0	1	S1 oder S2 defekt
15	1	1	1	1	0	1	Beide Behälter voll, evtl. Abfluss verstopft

2.15 Windrichtungsanzeige für Windkraftanlage (Übung)

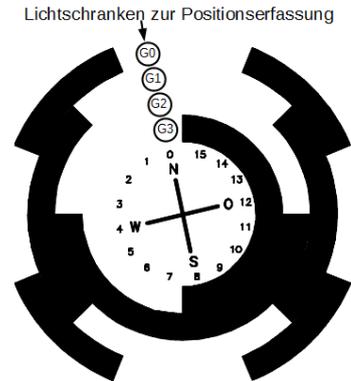
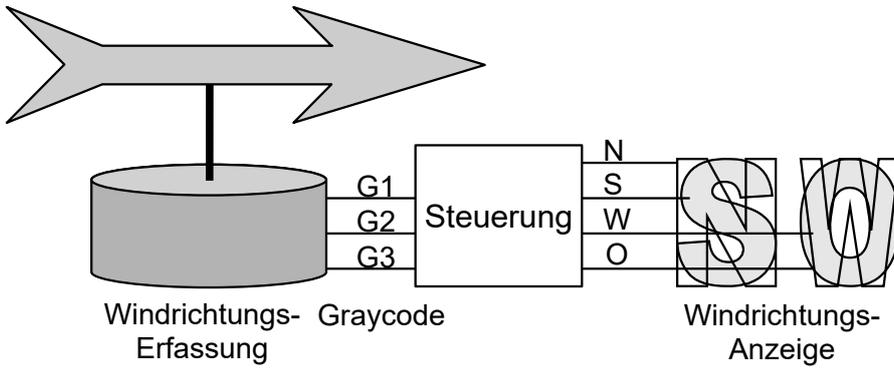


Abb. 2.34: Blockschaltbild Windrichtungserfassung

Abb. 2.33: Graycodescheibe

Positions-Nr Graycodescheibe	Himmelsrichtung	Graycode			Anzeige			
		G3	G2	G1	N	O	S	W
0	N	0	0	0	1			
14	NO	1	0	0	1	1		
12	O	1	0	1		1		
10	SO	1	1	1		1	1	
8	S	1	1	0			1	
6	SW	0	1	0			1	1
4	W	0	1	1				1
2	NW	0	0	1	1			1

Abb. 2.35: Funktionstabelle

Die Ansteuerung einer Windrichtungsanzeige für eine Windkraftanlage wird entworfen.

Ein Sensor erfasst 16 verschiedene Positionen und liefert auf 4 Leitungen die im Graycode kodierte Himmelsrichtung. Wir wollen jedoch nur 8 Himmelsrichtungen anzeigen und benötigen daher nur die 3 Leitungen G3, G2, G1. Auf der Scheibe ist festgelegt: N = Position 0, NW = Position 2, W = Position 4 usw.

Bei der Anzeige sind die Leuchtschriften für N und S sowie W und O transparent hintereinander angebracht. Man sieht immer nur N oder S bzw. W oder O leuchten.

Entwerfen Sie die Steuerung.

2.15.1 Funktionsgleichungen und Schaltung

$$N = (\neg G3 * \neg G2 * G1) + (\neg G3 * \neg G2 * \neg G1) + (G3 * \neg G2 * \neg G1)$$

$$O = (G3 * \neg G2 * \neg G1) + (G3 * \neg G2 * G1) + (G3 * G2 * G1)$$

$$S = (G3 * G2 * G1) + (G3 * G2 * \neg G1) + (\neg G3 * G2 * \neg G1)$$

$$W = (\neg G3 * G2 * \neg G1) + (\neg G3 * G2 * G1) + (\neg G3 * \neg G2 * G1)$$

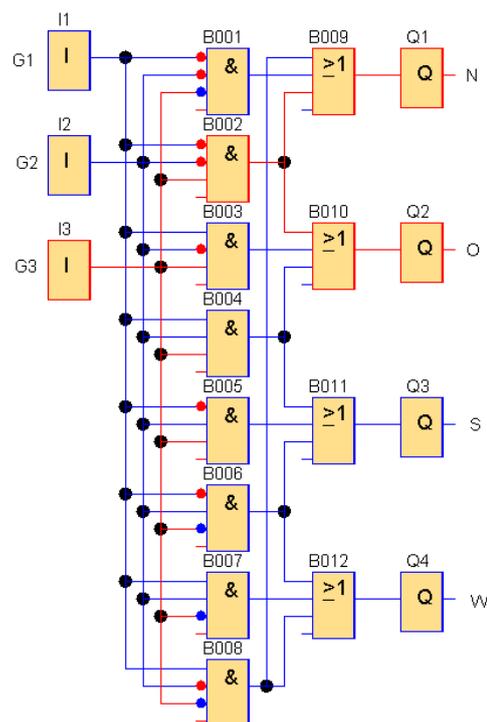


Abb. 2.36: Schaltung Windrichtungsanzeige

2.16 Sturmsicherung für eine Windkraftanlage (Übung)

Ein Windgeschwindigkeitsmesser liefert die Windstärke in Beauford (0-12) kodiert als Dualzahl.

- Ab Windstärke 10 soll die Sturmsicherung ansprechen.
- Bei Windstärke 8 und 9 soll eine gelbe Warnleuchte an gehen.

Entwerfen Sie beide Schaltungen.

dez	D8	D4	D2	D1	Sturm	Warn
0	0	0	0	0		
1	0	0	0	1		
2	0	0	1	0		
3	0	0	1	1		
4	0	1	0	0		
5	0	1	0	1		
6	0	1	1	0		
7	0	1	1	1		
8	1	0	0	0		1
9	1	0	0	1		1
10	1	0	1	0	1	
11	1	0	1	1	1	
12	1	1	0	0	1	
13	1	1	0	1	1	
14	1	1	1	0	1	
15	1	1	1	1	1	

Abb. 2.37: Funktionstabelle Sturmwarnung

3 Schwellwertschalter, Schmitt-Trigger

3.1 Komparator (Schwellwertschalter) ohne Hysterese

Komparator bedeutet Vergleicher. Dieses Bauteil vergleicht einen analogen Wert mit einem Vergleichswert und zeigt an seinem Ausgang durch ein digitales High oder Low an, ob der Wert größer oder kleiner als der Vergleichswert ist.

Folgende Schaltzeichen sind gebräuchlich:   

Bei den Symbolen mit 2 Eingängen schließt man auch den Vergleichswert am Bauteil an. Wenn nur ein Eingang dargestellt ist, ist der Vergleichswert fest. Der Vergleichswert wird auch Schaltschwelle genannt.

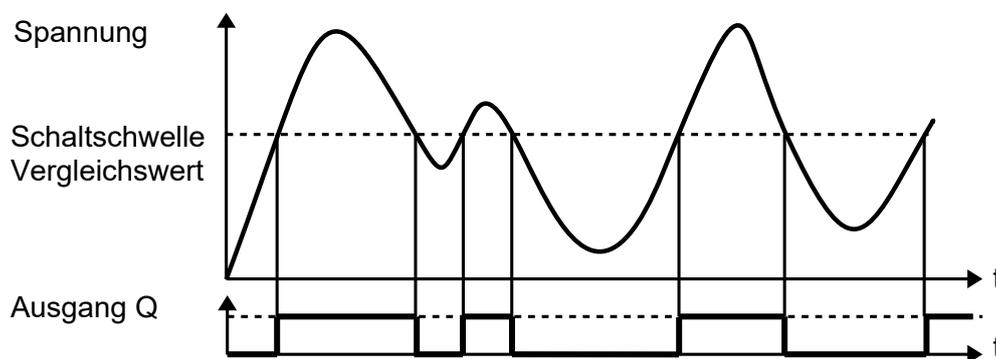


Abb. 3.1: Analoger Spannungsverlauf, Schaltschwelle und Ausgangssignal des Komparators

3.2 Komparator (Schwellwertschalter) mit Hysterese (Schmitt-Trigger)

Ein Komparator besitzt oft 2 Schaltschwellen, der Abstand der Schaltschwellen wird Hysterese genannt. Die Hysterese wird in Volt, Grad öä. angegeben.

Folgende Schaltzeichen sind gebräuchlich:  

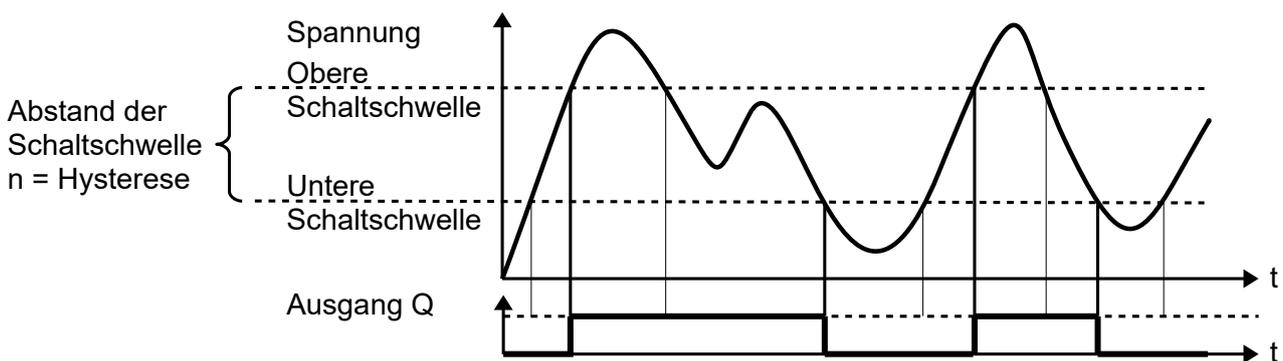


Abb. 3.2: Analoger Spannungsverlauf, 2 Schaltschwellen und Ausgangssignal des Komparators mit Hysterese
 Arbeitsweise:

- Wenn die obere Schaltschwelle überschritten wird, ist der Ausgang Q high.
- Wenn die untere Schaltschwelle unterschritten wird, ist der Ausgang Q low.
- Wenn die Spannung zwischen den Schaltschwellen liegt, bleibt der Ausgang wie er zuvor war, der Zustand wird "gespeichert".

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

3.3 Analoger Schwellwertschalter (Komparator) in LOGO

Logo setzt den analogen Spannungswert an den Eingängen AI1 bis AI4 im Bereich von 0 bis 10 V in einen internen Rechenwert 0 bis 1000 um.

Wir lassen zunächst Gain = 1,0 sowie Offset = 0 und den Messbereich 0 bis 1000.

Mit diesen Einstellungen kann man später Eingangsgrößen einem bestimmten Wertebereich zuweisen.

Spannung in V	interner Rechenwert
0	0
0,1	10
1	100
5	500
7,5	750
8,37	837
10	1000

Wenn Gain = 1,0 und Offset = 0 ist, gelten nebenstehende Zuordnungsbeispiele.

Abb. 3.4: Zusammenhang Spannung und LOGO-interner Rechenwert

Der analoge Schwellwertschalter ist in Logo ein Komparator mit 2 Schaltschwellen. Die Schaltschwellen heißen ON und OFF und können getrennt eingegeben werden.

Benötigt man einen Schwellwertschalter mit einer Schaltschwelle, so gibt man für beide Schaltschwellen den gleichen Wert ein.

3.3.1 Schaltschwelle ON > Schaltschwelle OFF

$Q = 1$ falls $A_x > ON$

$Q = 0$ falls $A_x \leq OFF$

Q bleibt falls $OFF \leq A_x < ON$

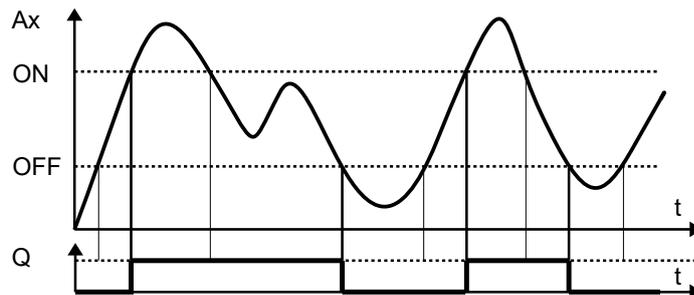


Abb. 3.6: Spannungsverlauf, Schaltschwellen, Ausgangssignal bei ON > OFF

3.3.2 Schaltschwelle ON < Schaltschwelle OFF (Fensterkomparator)

$Q = 1$
 falls A_x zwischen ON und OFF

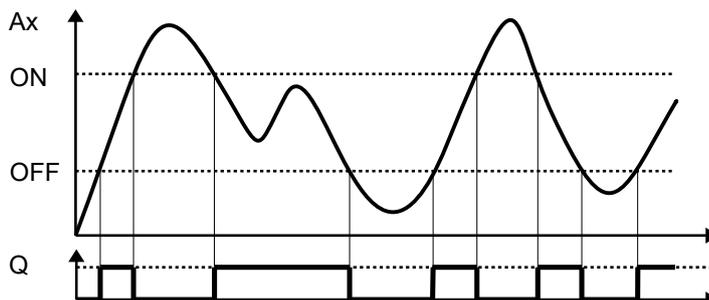


Abb. 3.7: Spannungsverlauf, Schaltschwellen, Ausgangssignal bei ON < OFF

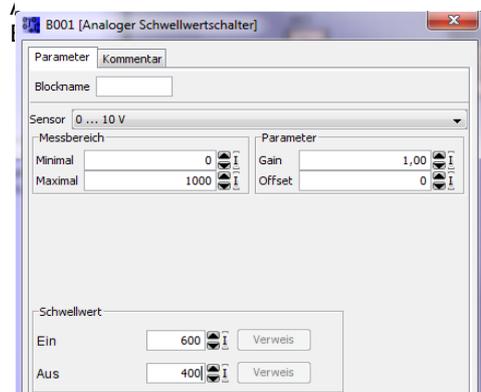
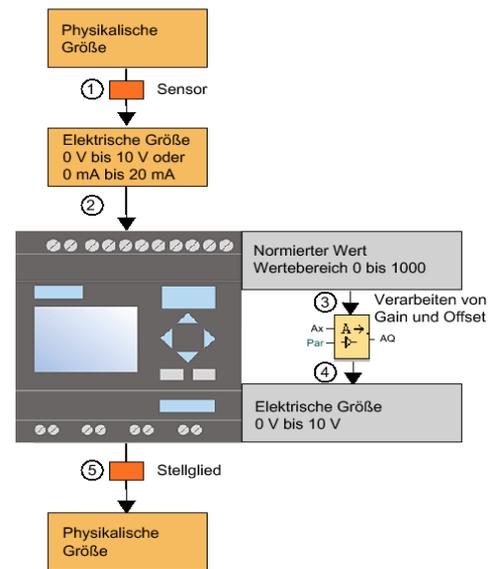


Abb. 3.5: Eingabefenster für Messbereich und Schaltschwellen

3.3.3 Testprogramm

- Analoge Spannung (z.B. mit Poti) an AI1 / I7
- Schaltschwellen: ON (Ein): 600 OFF (Aus): 400
- Meldetext mit Erklärungen und Anzeige des augenblicklich eingestellten Analogwerts.

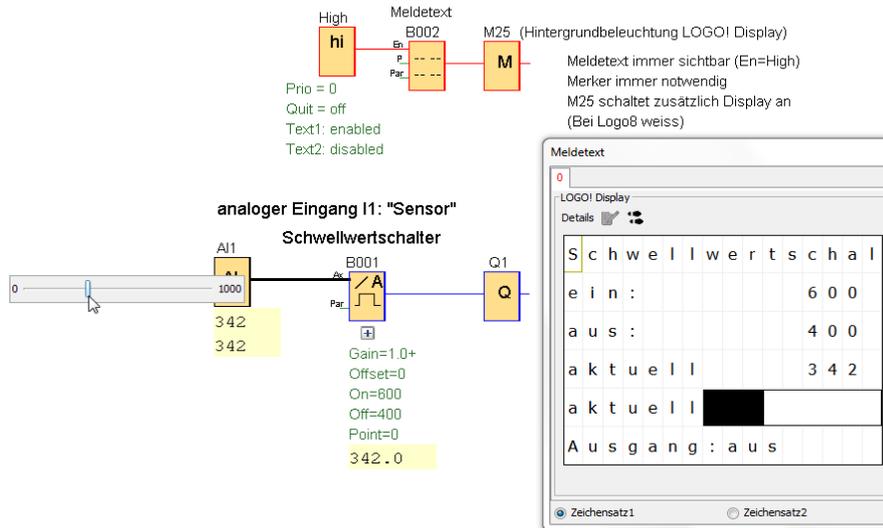


Abb. 3.8: Schwellwertschalter in LOGO und LCD-Ausgabe (Meldetext)

3.3.4 Einstellungen Schwellwertschalter und Meldetext

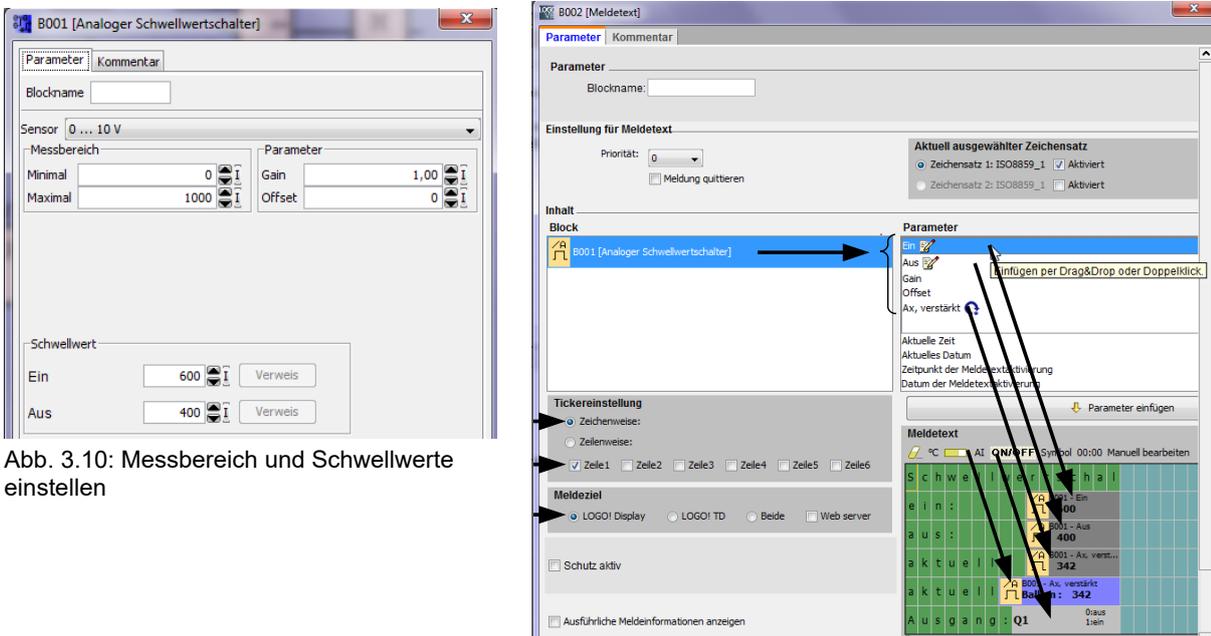


Abb. 3.10: Messbereich und Schwellwerte einstellen

Abb. 3.9: Werte des Schwellwertschalters anzeigen

3.3.5 Beobachten der Funktionsweise des Schwellwertschalters

- Erhöht man den Wert von 0 an, so geht die LED an, sobald der Wert 600 überschreitet.
- Erniedrigt man den Wert von > 600 so geht die LED erst aus, wenn man 400 unterschreitet.
- Im Bereich zwischen 400 und 600 bleibt der zuletzt ausgegebene Zustand erhalten.

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

3.4 Analoger Schadstoffmelder (Übung)

Die Schadstoffkonzentration wird von einem Sensor mit einer Spannung von 0 bis 10 V gemeldet.

- Wenn die Spannung kleiner als 4 V beträgt, ist die Schadstoffkonzentration gering und die grüne LED leuchtet.
- Ist die Spannung größer als 4 V, leuchtet die rote LED wegen bedenklicher Konzentration.
- Auf dem Logo-Display soll die Konzentration von 0 bis 1000 und einer der Texte Schadstoffe gering oder Schadstoffe bedenklich erscheinen. (Ab Logo 8: Hintergrund farbig)

3.4.1 Simulation Wert größer 400

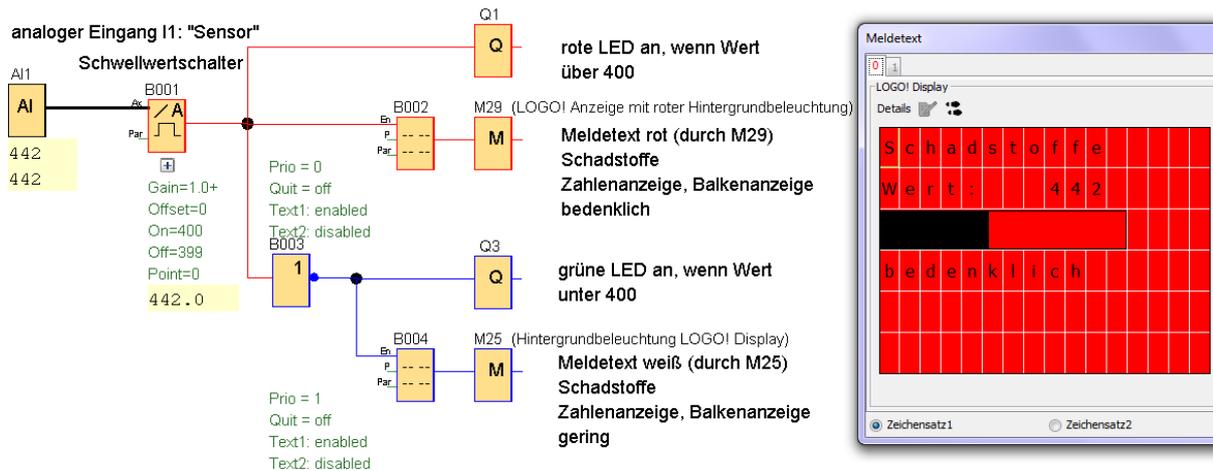


Abb. 3.11: Programm, Simulationsergebnis und Anzeige des Schadstoffmelders bei einem Wert > 400

- rote LED leuchtet und der Meldetext "bedenklich" erscheint.
- Wenn man Merker 25 an High anschließt, leuchtet die LCD-Hintergrundbeleuchtung dauern. Würde man M25 an den Meldetext "bedenklich" anschließen, würde die Beleuchtung nur angehen, wenn der Schadstoffwert größer als 400 ist.

3.4.2 Simulation Wert kleiner als 400

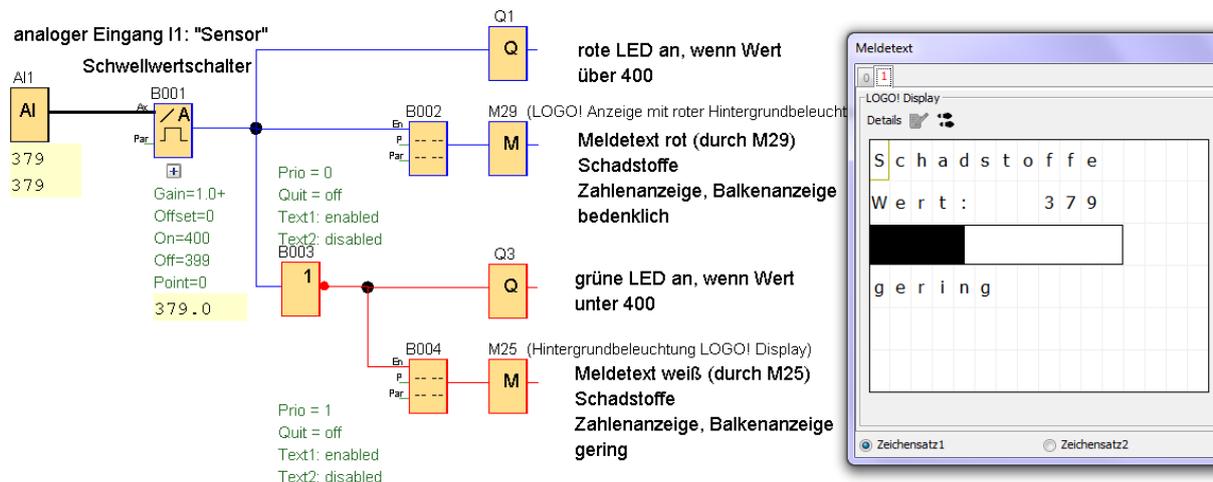


Abb. 3.12: Programm, Simulationsergebnis und Anzeige des Schadstoffmelders bei einem Wert < 400

3.5 Schadstoffkonzentrationsanzeige mit 3 Stufen (Übung)

Die Schadstoffkonzentration wird von einem Sensor mit einer Spannung von 0 bis 10 V gemeldet.

- Wenn die Spannung kleiner oder gleich 4 V ist, herrscht eine geringe Schadstoffkonzentration und die grüne LED leuchtet.
- Liegt die Spannung zwischen 4 V und 6 V, ist die Konzentration mittel und die gelbe LED leuchtet.
- Überschreitet die Spannung 6 V, so ist die Konzentration hoch und die rote LED leuchtet.
- Auf dem Logo-Display soll die Konzentration von 0 bis 1000 als Zahl und als Balkenanzeige erscheinen sowie einer der Texte Schadstoffe geringe Belastung / mittlere Belastung / Gefahr angezeigt werden.

3.5.1 Simulation bei mittlerer Belastung

- Schaltschwellen des mittleren Schwellwertschalters beachten! Achten Sie darauf, dass an den Schaltschwellen (400, 600) genau eine LED leuchtet!
- Wenn beim oberen und unteren Schwellwertschalter On = Off gewählt wird, besteht die Gefahr der Schwingungsneigung (Relais geht dauernd an und aus, dies ist durch ein Rattern hörbar.)
- Untere Zeile des Meldetexts als Laufschrift („Ticker“) einstellen.

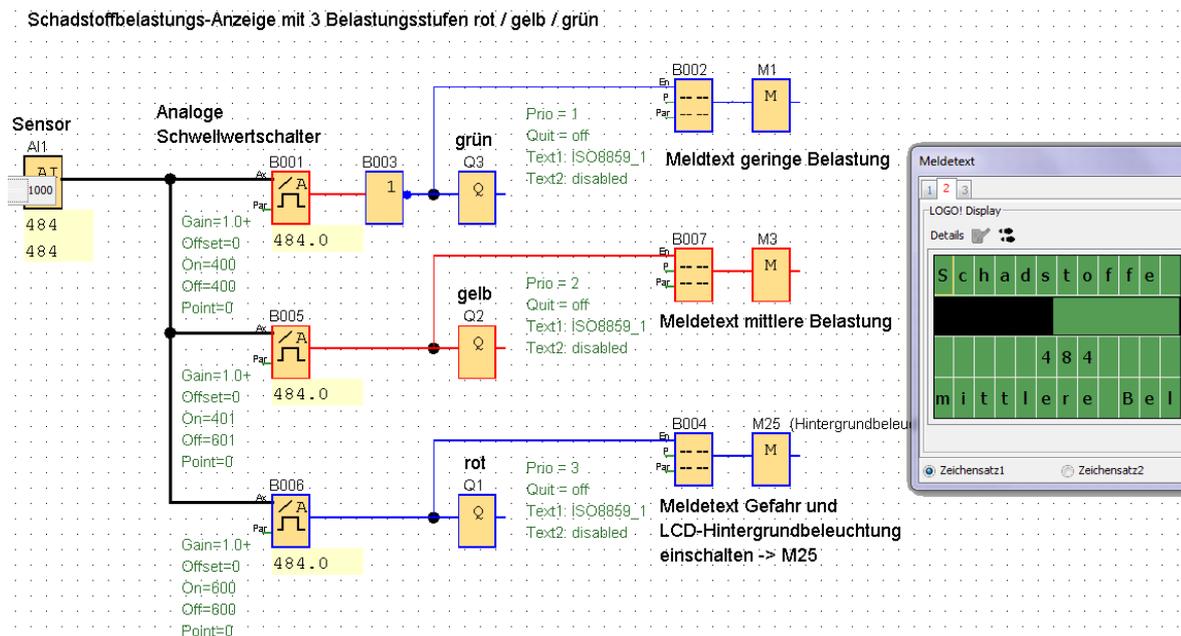


Abb. 3.13: Programm, Simulationsergebnis und Anzeige des Schadstoffmeters bei mittlerer Belastung

3.6 Pumpensteuerung für thermische Solaranlage (Übung)

Die Warmwassererwärmung wird durch eine thermische Solaranlage unterstützt. Von den Sonnenkollektoren auf dem Dach soll dann Wasser in den Warmwasserspeicher im Keller gepumpt werden, wenn die Temperaturdifferenz zwischen Sonnenkollektoren und Warmwasserspeicher 15°C beträgt.

Betriebsmittel:

- 2 Temperatursensoren: $0 - 10\text{ V}$ entspricht $0 - 100^{\circ}\text{C}$
- Pumpe
- Schalter Unterstützung Warmwasser durch Solaranlage An / Aus

Anleitung: Der LOGO-Funktionsbaustein "Analogkomparator" besitzt 2 analoge Eingänge, deren Differenzwert den Ausgang steuert.

3.7 Jalousiesteuerung (Übung)

Die Jalousien eines Schulgebäudes sollen dann heruntergefahren werden (Ausgang $Q1 = 1$; $Q2 = 0$), wenn der analoge Sonnensensor eine Spannung von mehr als 8 V abgibt. Bei einer Spannung von 3 V wird sie wieder hochgefahren (Ausgang $Q1 = 0$; $Q2 = 1$).

(Hinweis: Die Jalousie hat Endschalter, die beim Herunter- oder Hochfahren die Jalousie automatisch stoppen, wenn die Endstellung erreicht ist.)

Erklären Sie warum bei der Jalousiesteuerung eine Hysterese sinnvoll ist.

4 Speichern von Informationen

4.1 Erklärung des Begriffs Speichern am Beispiel Fahrstuhlanforderung

Durch Drücken eines Tasters wird der Fahrstuhl angefordert. Der Fahrstuhl merkt sich die Anforderung, indem die Lampe im Taster leuchtet, auch wenn der Taster wieder losgelassen wird. Dies funktioniert, weil die Anforderung in einem Flipflop gespeichert wurde. Sobald der Fahrstuhl da ist, setzt ein Kontakt im Fahrstuhlschacht das Flipflop zurück, die Lampe erlischt.

4.2 RS-Speicher (RS-Flipflop)

4.2.1 Schaltzeichen / einfache Funktionstabelle / Ablaufdiagramm

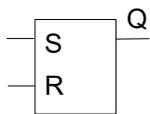


Abb. 4.1:
Schaltzeichen RS-Speicher

S	R	Q	Zustand
0	0	Q	speichern
0	1	0	rücksetzen
1	0	1	setzen
1	1	0	rücksetzdominant

Abb. 4.2: Funktionstabelle (Kurzschreibweise) eines RS-Speichers

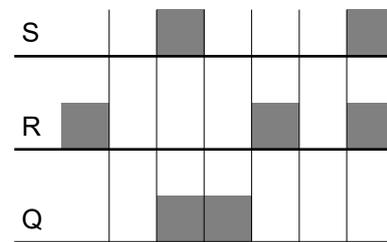


Abb. 4.3: Beispiel für ein Ablaufdiagramm eines RS-Speichers

4.2.2 Begriffe

Setzen (set): den Ausgang auf 1 bringen

Rücksetzen (reset): den Ausgang auf 0 bringen

Rücksetzdominant: Rücksetzen hat Vorrang vor Setzen; bei $S = R = 1$ wird rückgesetzt

Highaktiv: die Eingänge reagieren auf logisch 1

4.3 RS-Speicher aus Grundgattern

4.3.1 erweiterte Funktionstabelle und abgelesene Funktionsgleichung

Zum Schaltungsentwurf muss man die Funktionstabelle erweitern: Links steht der Zustand von Q vor der Tasterbetätigung, rechts nach der Tasterbetätigung.

Q_{vor}	S	R	Q_{nach}	Zustand
0	0	0	0	speichern
0	0	1	0	rücksetzen
0	1	0	1	setzen
0	1	1	0	rücksetzdominant
1	0	0	1	speichern
1	0	1	0	rücksetzen
1	1	0	1	setzen
1	1	1	0	rücksetzdominant

Abb. 4.4: erweiterte Funktionstabelle eines RS-Speichers

Abgelesen:

$$Q = \overline{R} \cdot S \cdot \overline{Q} + \overline{R} \cdot \overline{S} \cdot Q + \overline{R} \cdot S \cdot Q$$

vereinfacht und zusammengefasst ergibt sich:

$$Q = \overline{R} \cdot (S + Q)$$

Aus der Funktionstabelle ist zu erkennen, dass der Ausgang Q_{nach} nur dann 1 wird, wenn $R = 0$ ist **und** entweder $S = 1$ **oder** $Q_{\text{vor}} = 1$ ist.

4.3.2 Schaltung

$$Q = \overline{R} * (S + Q)$$

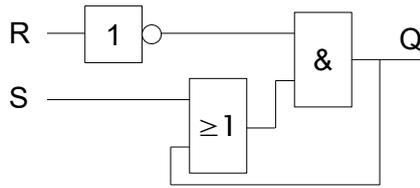
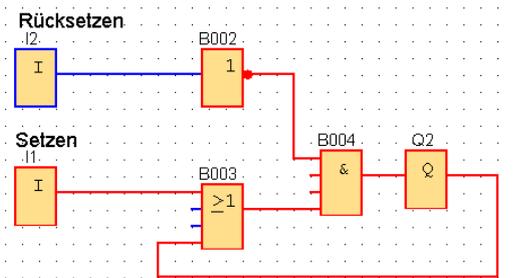
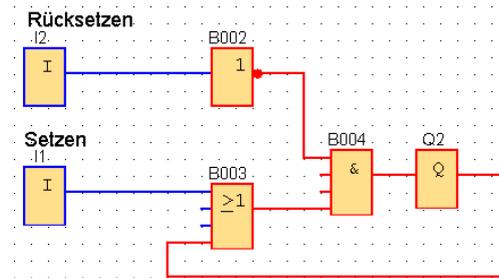


Abb. 4.5: Schaltung eines RS-Speichers, aufgebaut aus NICHT, UND, ODER

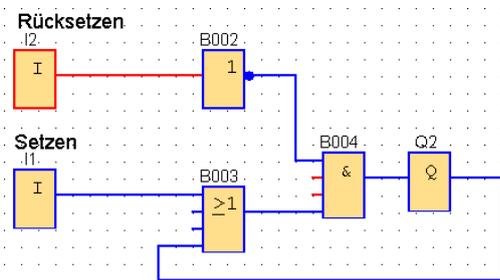
4.3.3 Wie funktioniert das Speichern?



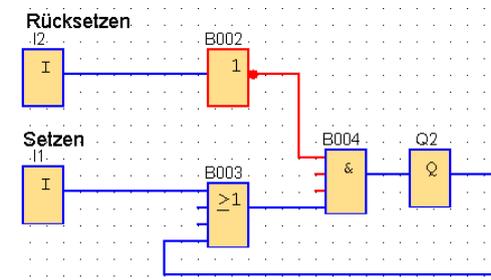
Durch **Setzen=1** wird der Ausgang zu 1



Wenn anschließend Setzen=0 wird, bleibt durch die Rückführung von Q=1 auf das ODER am Setzeingang dieser Zustand **gespeichert**.



Durch **Rücksetzen=1** wird der Ausgang 0



Auch dieser Zustand bleibt erhalten, wenn Rücksetzen wieder 0 wird.

Abb. 4.6: Simulationsergebnis des RS-Speichers mit den Setzen, Rücksetzen und Speichern

4.4 Funktionsbaustein RS-Speicher

Der Baustein heißt in Logo **Selbthalterelais** und hat die Funktion eines rücksetzdominanten RS-Speichers.

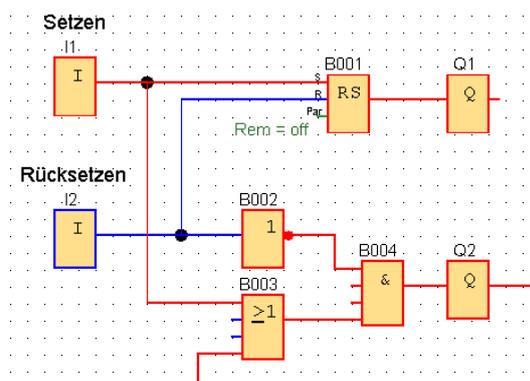


Abb. 4.7: Vergleich RS-Speicher mit Funktionsbaustein und Grundelementen

4.5 Regenwassernutzung

4.5.1 Aufgabenstellung

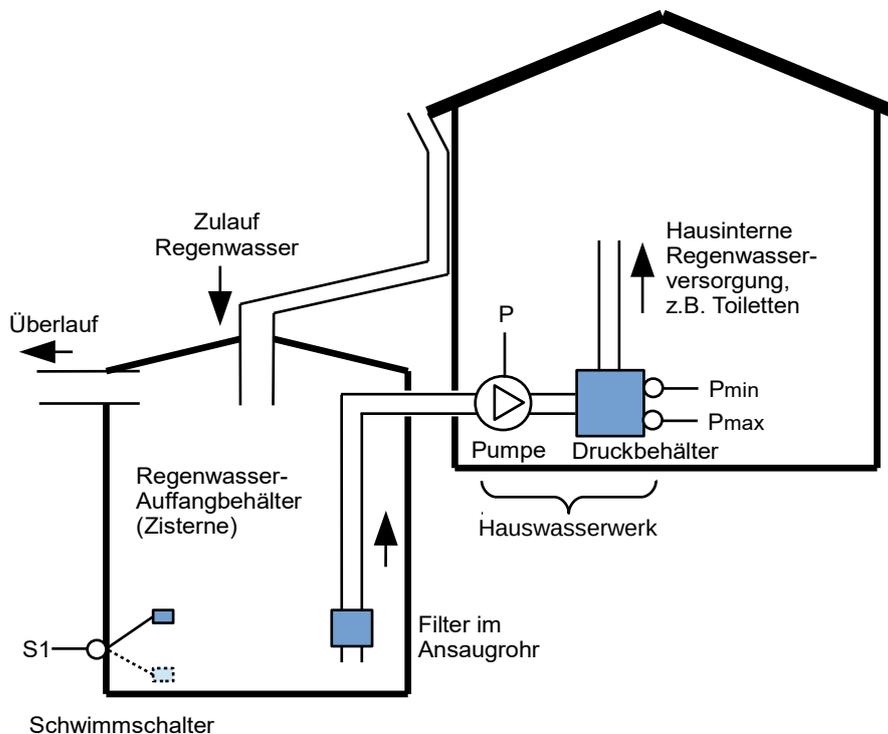


Abb. 4.8: Blockschaltbild der Regenwassernutzung mit Zisterne und Hauswasserwerk

Die Toilettenspülung und die Gartenbewässerung wird in einem Einfamilienhaus mit gespeichertem Regenwasser versorgt. Der Druck in den Leitungen der hausinternen Regenwasserversorgung wird vom sogenannten Hauswasserwerk zwischen den Druckwerten P_{min} und P_{max} gehalten. Wenn z.B. eine Toilettenspülung betätigt wird, sinkt der Druck in der Leitung unter P_{min} ab und die Pumpe saugt Wasser aus dem Regenauffangbehälter an. Der Druck darf nicht über P_{max} steigen. Zum Schutz der Pumpe vor Trockenlauf stellt ein Schwimmschalter S1 fest, ob noch ausreichend Wasser vorhanden ist ($S1 = 1$) oder ob der Wasserstand unter einen Minimalwert gesunken ist ($S1 = 0$).

Entwerfen Sie die Schaltung zur Steuerung der Pumpe des Hauswasserwerks.

4.5.2 Hilfestellungen

- Beachten Sie, dass es **nicht** ausreicht, die 3 Sensoren abzufragen, um zu entscheiden, ob die Pumpe laufen soll. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, ob die Pumpe gerade läuft oder nicht. (Ähnliches Verhalten wie Vergleicher mit 2 Schaltschwellen.)
- Sie können entweder eine Funktionstabelle erstellen, in der die Pumpe auf der linken **und** der rechten Seite aufgeführt ist. (Vergl. Tabelle 4.3.1) Dann ergibt sich in der Funktionsgleichung „automatisch“ eine Rückführung vom Ausgang zum Eingang der Schaltung, die eine „speichernde Wirkung“ hat.
- Oder Sie versehen den Schaltungs-Ausgang „Pumpe“ mit einem RS-Speicher und überlegen, unter welchen Bedingungen die Pumpe ein- und ausgeschaltet werden muss.

4.5.3 Lösung mit Funktionstabelle und Funktionsgleichung

Zeile	Pumpe	S	Pmax	Pmin	Pumpe	Erläuterungen
0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	1	0	Wasserstand in der Zisterne zu niedrig, Pumpe aus
2	0	0	1	0	0	
3	0	0	1	1	0	
4	0	1	0	0	1	
5	0	1	0	1	0	Pumpe kann aus bleiben, da noch Pmin
6	0	1	1	0	0	Fehler bei den Drucksensoren!
7	0	1	1	1	0	Pumpe aus lassen da Pmax überschritten
8	1	0	0	0	0	
9	1	0	0	1	0	Wasserstand in der Zisterne zu niedrig, Pumpe aus
10	1	0	1	0	0	
11	1	0	1	1	0	
12	1	1	0	0	1	Pumpe an lassen da Pmin noch nicht erreicht
13	1	1	0	1	1	Pumpe an lassen bis Pmax erreicht
14	1	1	1	0	0	Fehler bei den Drucksensoren
15	1	1	1	1	0	Pumpe ausschalten da Pmax erreicht

Abb. 4.9: Tabelle zur Ermittlung der Funktionsgleichung, um daraus die Schaltung zu erstellen

$$\begin{aligned}
 \text{Pumpe} = & \text{/Pumpe} * \text{S} * \text{/Pmax} * \text{/Pmin} \\
 & + \text{Pumpe} * \text{S} * \text{/Pmax} * \text{/Pmin} \\
 & + \text{Pumpe} * \text{S} * \text{/Pmax} * \text{Pmin}
 \end{aligned}$$

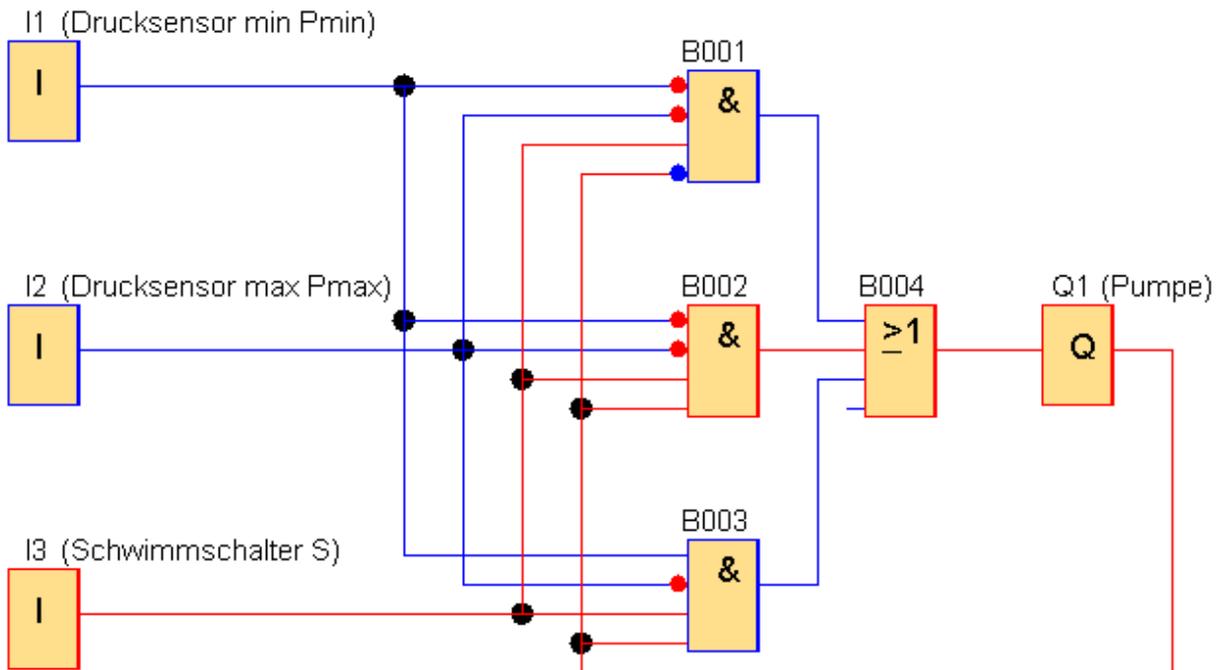


Abb. 4.10: Schaltung der Pumpensteuerung, aufgebaut aus den Grundelementen NICHT, UND, ODER

Die Rückführung vom Ausgang Pumpe zum Eingang der UND-Verknüpfungen sorgt für das speichernde Verhalten der Schaltung. Die gelb markierten Zeilen 4 und 15 in der Funktionstabelle zeigen das Ein- und Ausschalten der Pumpe. Die grün markierten Zeilen 5 und 12 zeigen das speichernde Verhalten: Die Pumpe bleibt an oder bleibt aus, wenn der Druck zwischen P_{\min} und P_{\max} liegt.

4.5.4 Lösung mit RS-Speicher

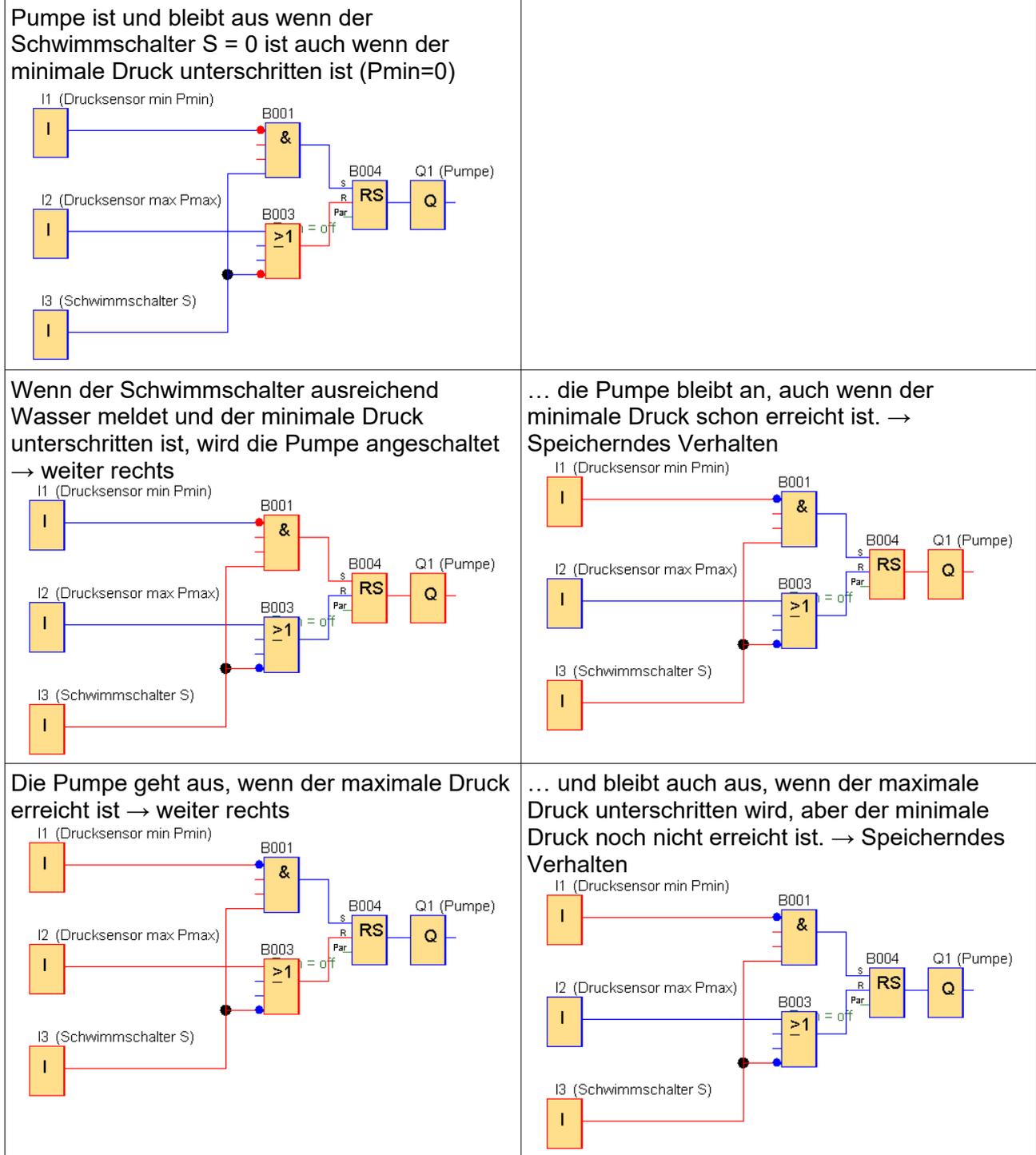


Abb. 4.11 Funktionsbeschreibung und Schaltung der Pumpensteuerung, aufgebaut mit einem RS-Speicher.

5 Zeitfunktionen

5.1 Einschaltverzögerung

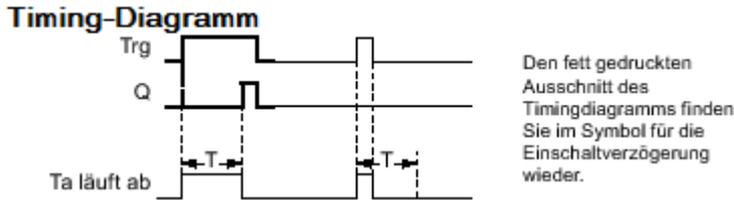


Abb. 5.1: Zeitablaufdiagramm einer LOGO-Einschaltverzögerung

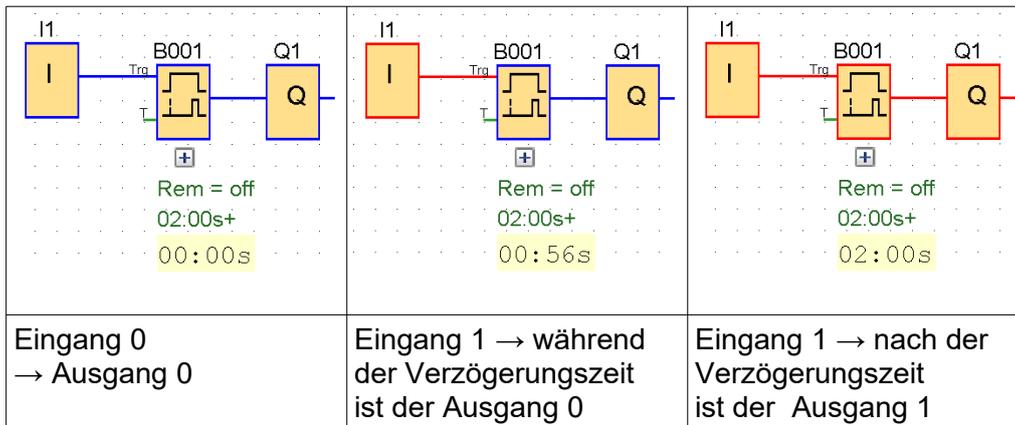


Abb. 5.2: Funktionsweise einer LOGO-Einschaltverzögerung

5.2 Logo-Ausschaltverzögerung

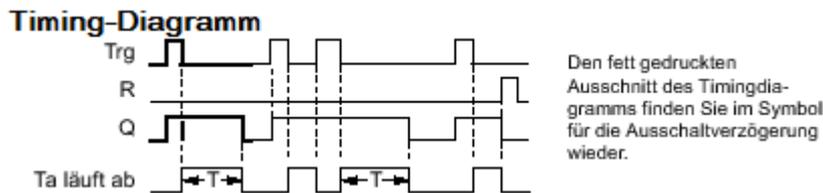


Abb. 5.3: Zeitablaufdiagramm einer LOGO-Ausschaltverzögerung

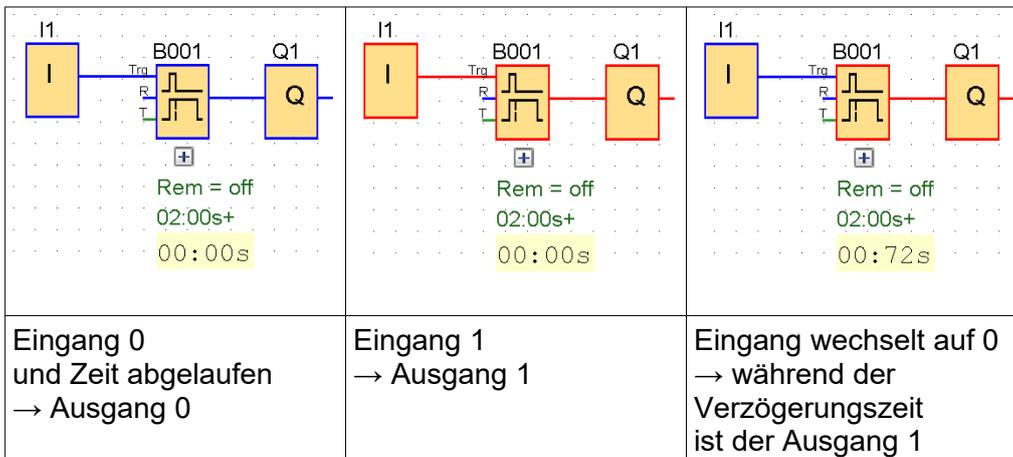


Abb. 5.4: Funktionsweise einer LOGO-Ausschaltverzögerung

5.3 Anwendung Treppenhauslicht mit 3 Tastern

Von 3 Tastern (je 1 in einem Stockwerk) kann das Treppenhauslicht angeschaltet werden. Nach 5 Minuten (im Test 5 Sekunden) schaltet es wieder automatisch aus. Durch erneutes Drücken eines Tasters wird die Zeit neu gestartet, d.h. die Leuchtzeit kann verlängert werden.

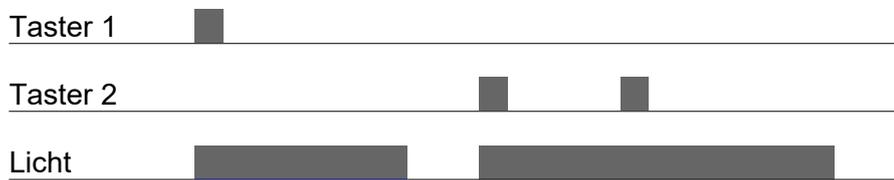


Abb. 5.5: Beispielhafter Ablauf bei der Verwendung von 2 Tastern

Hinweis: Verwenden Sie in der Simulation Taster (Rechtsklick auf alle Eingänge I1 bis I3).

<p>Alle Taster aus. → Lampe aus</p>	<p>Taster 1 gedrückt → Lampe an, Zeit ist noch nicht gestartet.</p>	<p>Taster wieder losgelassen → Lampe an, Countdown aktiv</p>	<p>Wird während der Countdown-Zeit ein Taster erneut gedrückt bleibt die Lampe an, der Countdown beginnt anschließend neu.</p>

Abb. 5.6: Funktionsweise der Treppenhausbeleuchtung, erklärt mit 4 Simulationsergebnissen

6 Prinzip von Ablaufsteuerungen

6.1 Funktion einer Schrittkette

6.1.1 Beispielhafte Schaltung einer Schrittkette in LOGO

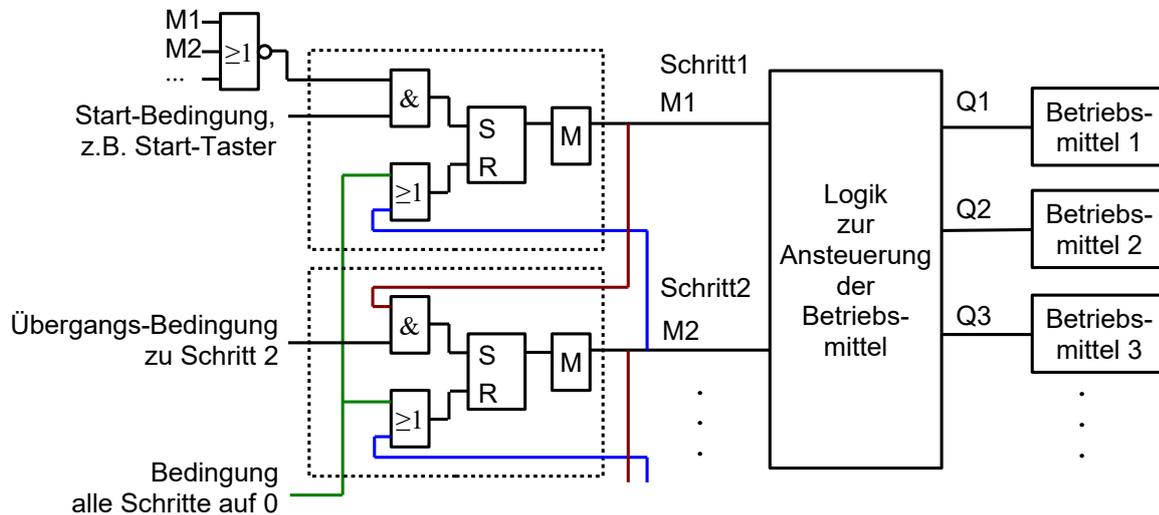


Abb. 6.1: Aufbau einer Schrittkette, aufgebaut aus RS-Speichern

6.1.2 Prinzipien

- Nach dem Einschalten (Reset) sind alle RS-Speicher rückgesetzt ($M=0$)
- Ein Schritt ist aktiv, wenn der zugehörige RS-Speicher gesetzt ist ($M=1$)
- Er kann nur in den nächsten Schritt geschaltet werden, wenn eine Übergangsbedingung erfüllt ist und der vorhergehende Schritt aktiv ist.
 Dies wird erreicht durch die Rückführung (rot) des Ausgangs M1 auf die UND-Verknüpfung vor dem S-Eingang von M2.
- Ein RS-Speicher kann nur dann zurückgesetzt werden, wenn der RS-Speicher des Folgeschritts gesetzt wurde ($M=1$) oder bei NOT-Aus.
 Sobald Schritt 2 aktiv ist, wird Schritt 1 sofort 0. Dies wird sichergestellt durch die Rückführung (blau) von M2 auf das ODER vor dem R-Eingang von M1.
- Die Ansteuerung der Betriebsmittel erfolgt durch logische Verknüpfung der Speicher-Ausgänge.

6.1.3 Anmerkung: Warum heißen die Speicher-Ausgänge M?

Normalerweise bezeichnet man die Speicher-Ausgänge mit Q. Wenn wir aber die Schaltung in LOGO eingeben, heißen die **Ausgänge der Schaltung** Q, an denen die Betriebsmittel (Lampen, Motoren usw.) angeschlossen sind. Hinter die RS-Speicher müssen Merker geschaltet werden, damit die Ausgangszustände zum richtigen Zeitpunkt auf die Eingänge zurück geführt werden.

Daher bezeichnen wir die Ausgänge der Speicher-Schaltungen mit den Merkern als M und die Ausgänge der Gesamtschaltung mit Q.

6.2 Grafische Ablaufdarstellung einer einfachen Befüllung

6.2.1 Beschreibung der Anlage

Ein Behälter besitzt je einen Flüssigkeits-Zulauf- und ein Ablaufventil. Ein Rührer bewegt die Flüssigkeit im Behälter. Zwei Sensoren messen einen oberen und einen unteren Füllstand.

6.2.2 Gewünschter Ablauf

Nachdem die Anlage mit Spannung versorgt wurde und damit eingeschaltet ist, befindet sie sich im Grundzustand, in dem beide Ventile geschlossen sind und der Rührer sich nicht dreht.

Die Befüllung wird durch Drücken des Starttasters gestartet.

Dann läuft von oben solange Flüssigkeit in den Behälter, bis der obere Füllstand erreicht ist. Das untere Ablaufventil ist dabei geschlossen, aber der Rührer dreht sich.

Anschließend wird das obere Ventil geschlossen und die (durch die Füllstandsmessung portionierte Flüssigkeit) läuft unter ständigem Rühren durch Öffnen des unteren Ventils ab (z.B. in eine Flasche, die genau den Behälterinhalt aufnehmen kann).

Ist der untere Füllstand unterschritten (Behälter leer), geht die Anlage wieder in den Grundzustand.

Technologieschema

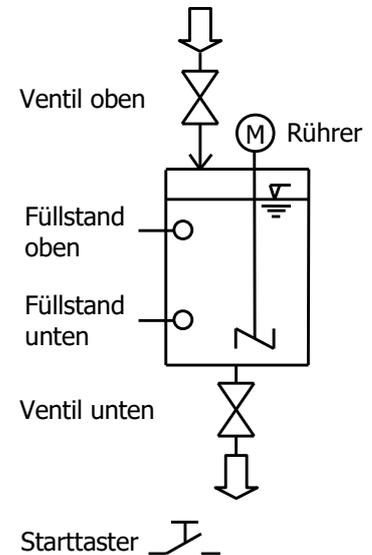


Abb. 6.2: Technologieschema der Abfüllanlage

6.2.3 Grafik des Ablaufs in IEC-Darstellung

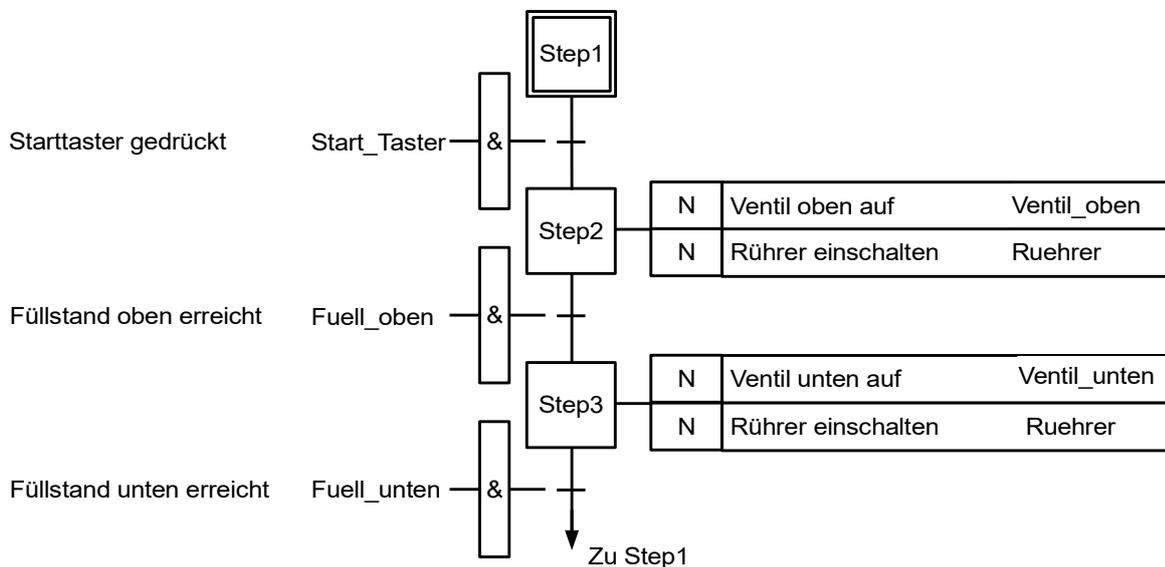


Abb. 6.3: Ablaufdarstellung des Abfüllvorgangs nach IEC

Der Wechsel von einem Schritt in den nächsten erfolgt durch die links angegebenen Bedingungen. Neben dem UND steht der Name des Sensors, links daneben der Kommentar. Rechts wird angegeben, welcher Aktor in welchem Schritt angesteuert wird. N bedeutet „nicht speichernd“.

6.2.4 Alternative Lösung mit speichernden Ausgängen in IEC-Darstellung

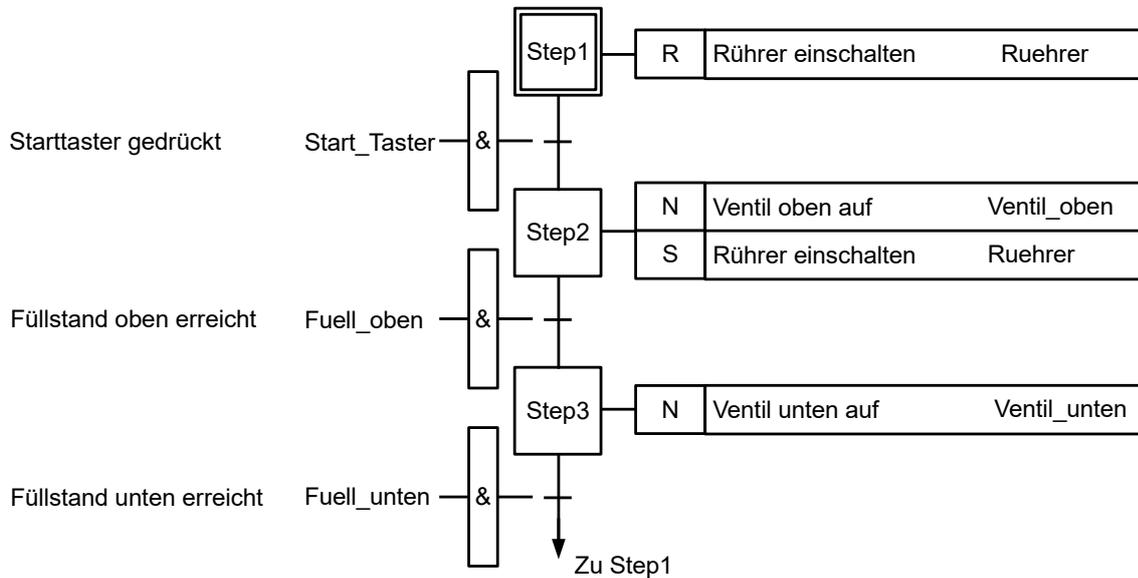


Abb. 6.4: Alternative Ablaufdarstellung mit speichernden Ausgängen nach IEC

In dieser alternativen Lösung wird – wie in der nachfolgenden GRAFCET-Lösung – zwischen speichernden und nicht speichernden Ausgaben unterschieden: Mit S (set, setzen) bleibt der Rührer so lange eingeschaltet, bis ein Ausschalten mit R (rücksetzen, reset) erfolgt.

6.2.5 Grafik des Ablaufs in (vereinfachter) GRAFCET-Darstellung

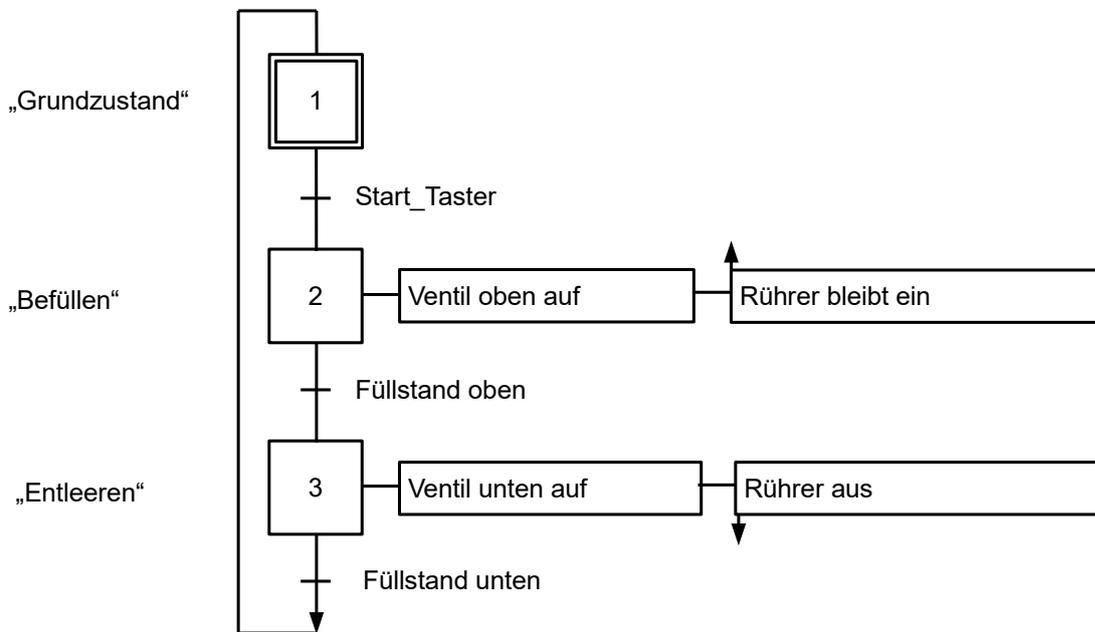


Abb. 6.5: GRAFCET-Ablaufdarstellung der Abfüllanlage

Ausgaben ohne Pfeil sind nicht speichernd. Speichernde Ausgaben können angeschaltet (Rührer bleibt ein / Rührer := 1) und ausgeschaltet (Rührer aus / Rührer := 0) werden. Der Pfeil gibt an, ob die Aktion zu Beginn oder am Ende des Schritts erfolgt.

6.2.6 Grafik des Ablaufs als Zustandsdiagramm

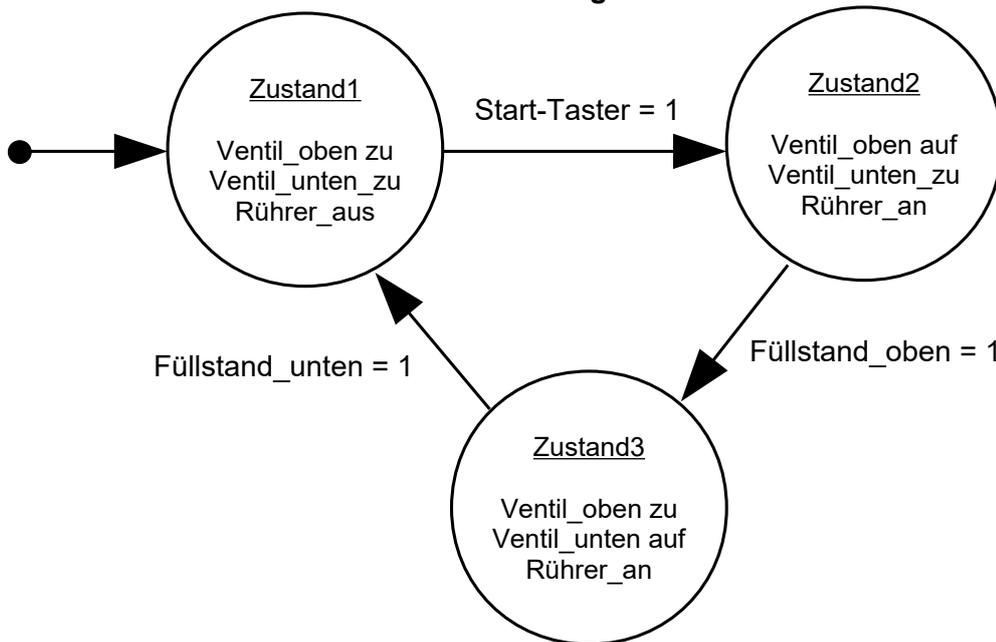


Abb. 6.6: Ablaufdarstellung der Abfüllanlage mit Zustandsdiagramm

6.3 Zugehöriges Zeitablaufdiagramm: einfache Befüllung

Annahme: Zu Beginn ist der Behälter leer.

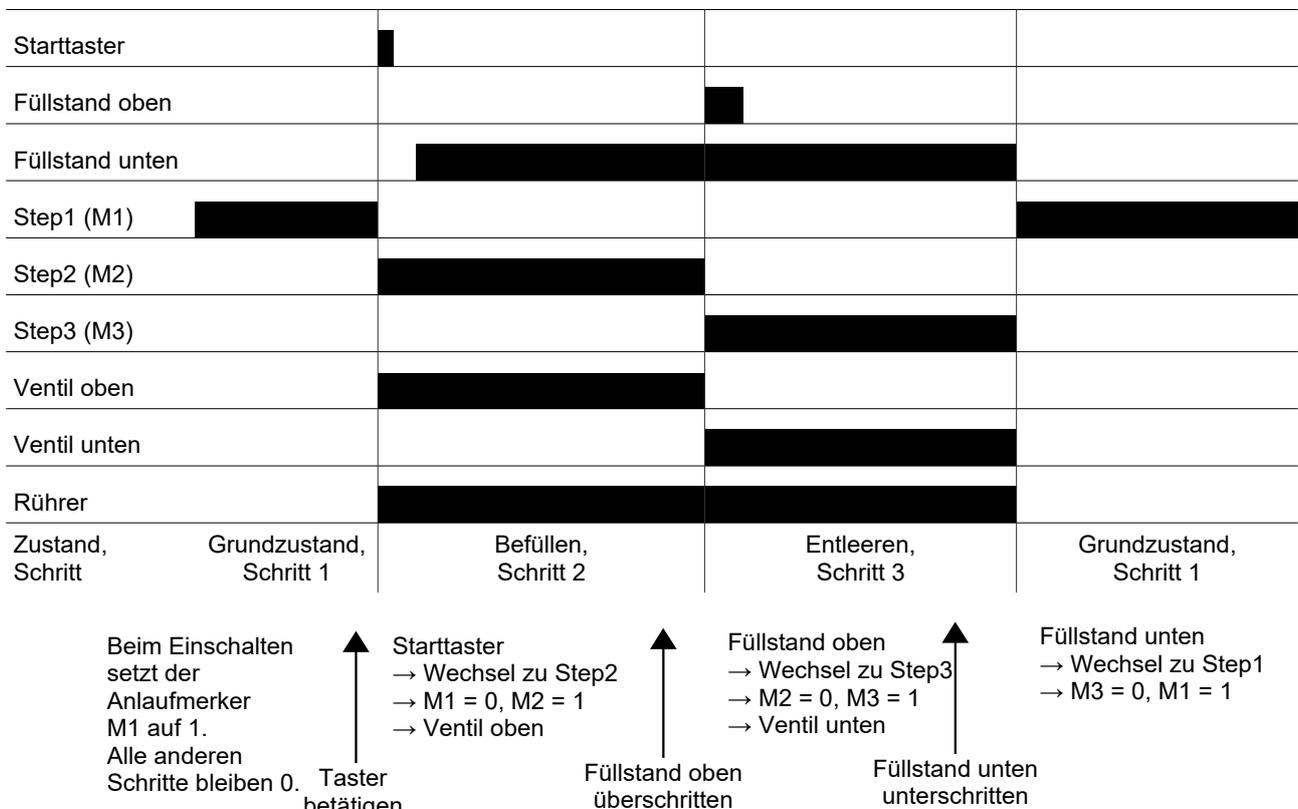
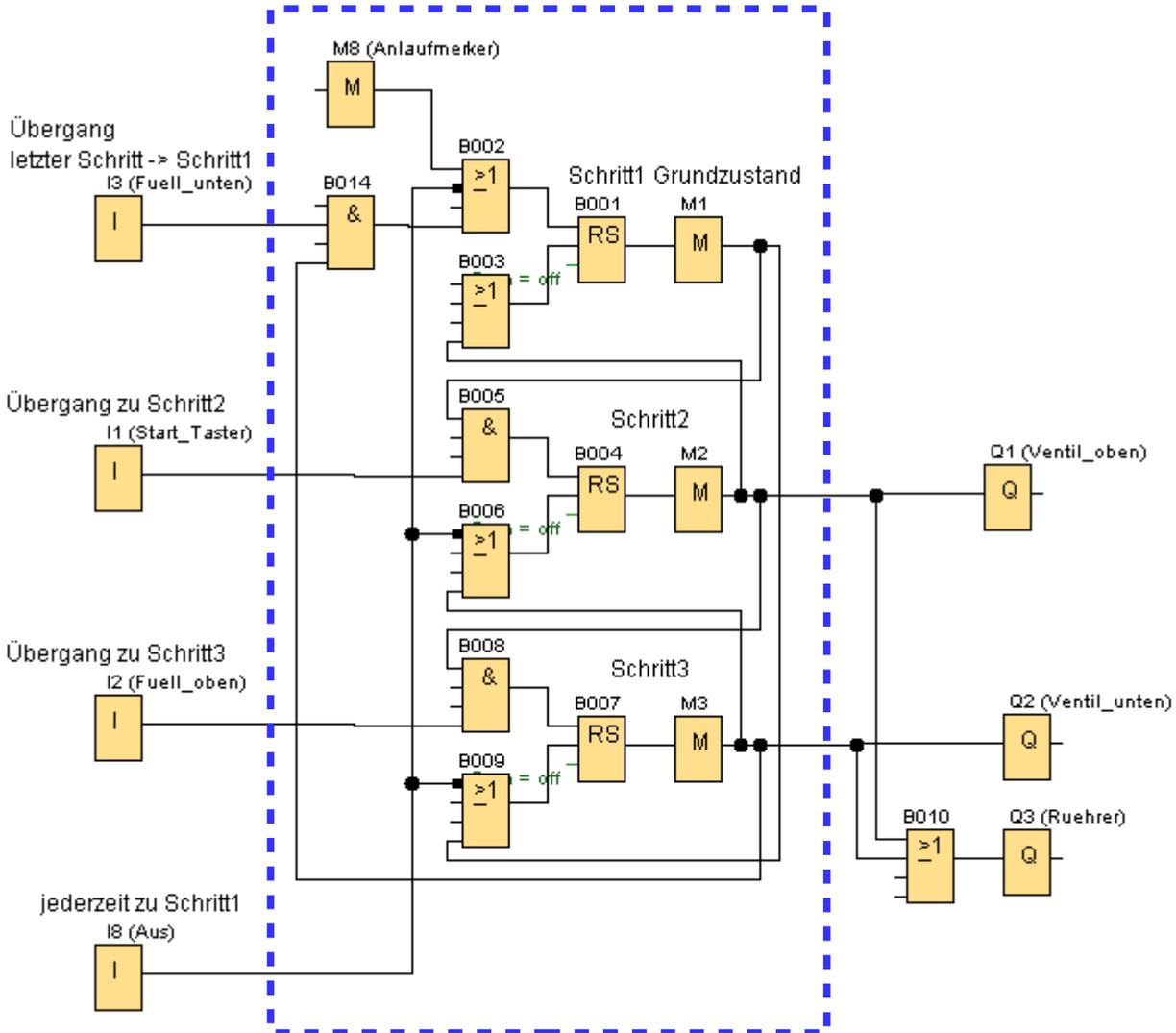


Abb. 6.7: Darstellung des Füllvorgangs mit Zeitablaufdiagramm

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

6.4 Schaltungsaufbau mit LOGO!



Eingänge:
 Übergangsbedingungen
 von einem Schritt zum
 nächsten

Schrittkeette:
 Es ist immer nur ein
 Schritt aktiv

Ausgänge:
 Aktoren sind in einem
 oder mehreren Schritten
 aktiv

Abb. 6.8: Schrittkeette der Ablaufsteuerung, aufgebaut mit LOGO! (nicht speichernde Ausgänge)

Wenn die „vielen Leitungen“ stören, können diese auch aufgetrennt werden. Dann lassen sich, wie z.B. in der SPS üblich, einzelne Schritte getrennt darstellen und die Ansteuerung der Ausgänge getrennt aufführen.

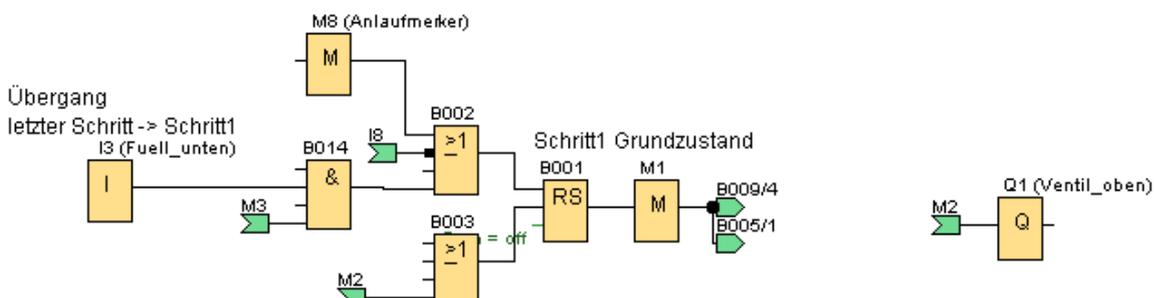
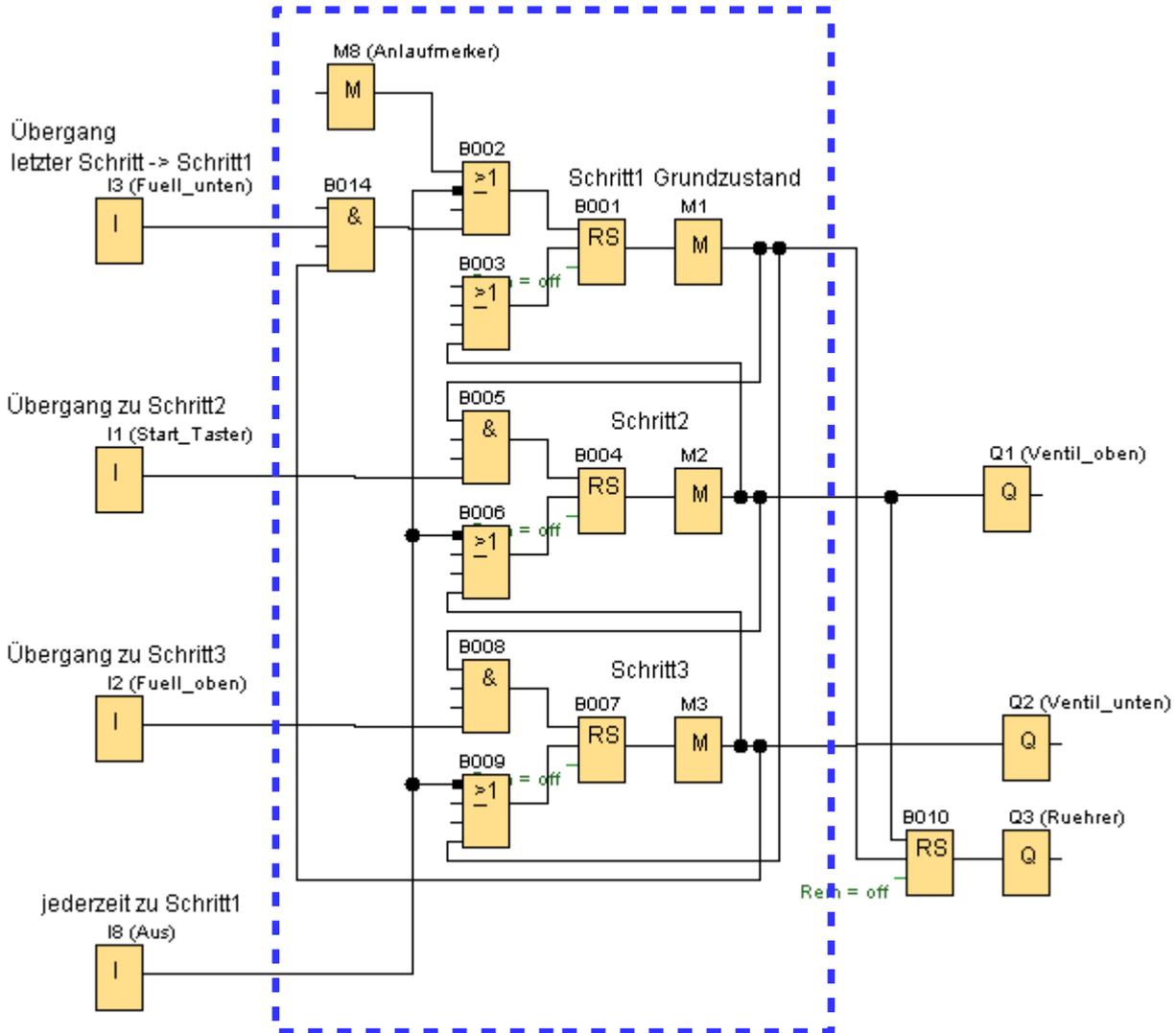


Abb. 6.9: Auftrennen von Leitungen

6.5 Alternativer Schaltungsaufbau in Logo mit speichernden Ausgängen



Eingänge:
 Übergangsbedingungen
 von einem Schritt zum
 nächsten

Schritt看te:
 Es ist immer nur ein
 Schritt aktiv

Ausgänge:
 Aktoren sind in einem
 oder mehreren Schritten
 aktiv

Abb. 6.10: Schritt看te der Ablaufsteuerung mit speichernden Ausgängen

Der Rührer wird in dieser Schaltungsversion, wie z.B. in der IEC-Darstellung 6.2.4 sichtbar, im Schritt 2 mit einem RS-Speicher eingeschaltet und im Schritt 1 wieder ausgeschaltet.

Die Gesamtfunktionen von 6.4 und 6.5 sind identisch

7 Beispiele von Ablaufsteuerungen

7.1 Ablaufsteuerung einer Waschstraße

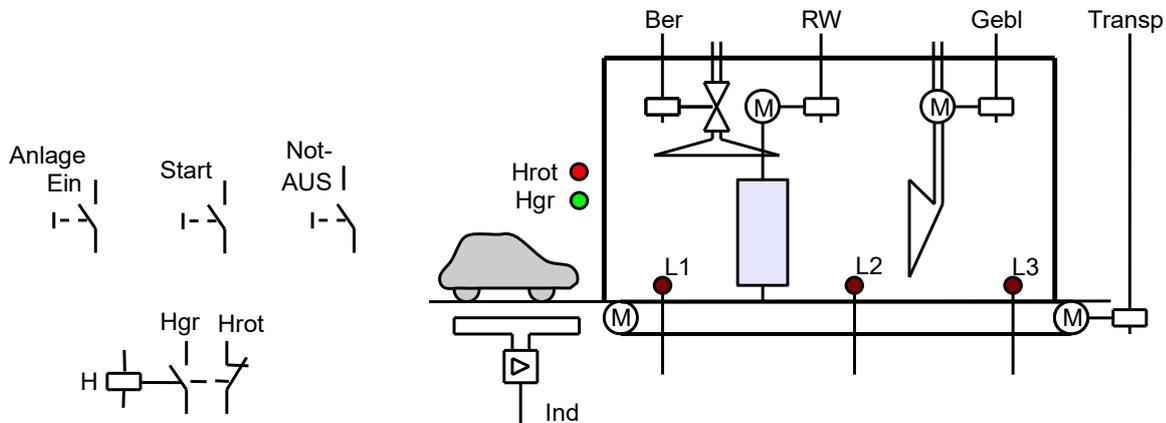


Abb. 7.1: Technologieschema der Waschstraße

Der zeitliche Verlauf dieser Ablaufsteuerung lässt sich folgendermaßen beschreiben:

7.1.1.1 Grundzustand: AUS

Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung und nach NOT-AUS. Alle Betriebsmittel sind aus, das Relais H besitzt eine Ruhekontakt, an dem die rote Ampel angeschlossen ist, diese leuchtet.

7.1.1.2 1. Schritt: BEREIT / AUSFAHRT

Die Ampel ist grün.

7.1.1.3 2. Schritt: EINFAHRT

Der Waschvorgang kann durch Betätigen der Starttaste (Start =1) eingeleitet werden, allerdings nur dann, wenn ein Fahrzeug über die Induktionsschleife (Ind = 1) erkannt wird. In diesem Fall wird das Transportband (Trans =1) eingeschaltet.

7.1.1.4 3. Schritt: WASCHEN

Das Fahrzeug wird vom Transportband durch die einzelnen Stationen der Waschanlage befördert. Erreicht das Fahrzeug die Lichtschranke 1 (L1 = 1), sollen die Reinigungswalze (RW = 1) und die Berieselungsanlage (Ber = 1) eingeschaltet werden. Gleichzeitig ist die rote Ampel (Hrot = 1) einzuschalten die signalisiert, dass das nächste Fahrzeug noch vor der Waschanlage warten muss.

7.1.1.5 4. Schritt: TROCKNEN

Beim Erreichen der Lichtschranke 2 (L2 = 1) muss einerseits das Stellventil der Berieselungsanlage wieder geschlossen werden (Ber = 0), und andererseits ist die Reinigungswalze auszuschalten (RW = 0). Gleichzeitig schaltet sich das Trocknungsgebläse ein (Geb = 1).

7.1.1.6 1. Schritt: AUSFAHRT

Erreicht das Fahrzeug schließlich die Lichtschranke 3 (L3=1), ist der Trocknungsvorgang beendet. Gebläse und Transportband werden wieder ausgeschaltet. Die grüne Ampel muss eingeschaltet werden. Dieser Schritt entspricht dem Schritt BEREITSchaft

7.1.2 Aufgaben

Zeichnen Sie Ablaufdarstellung und vervollständigen Sie das Zeitablaufdiagramm. Entwickeln Sie daraus die Beschaltung der Schrittkette.

Zeichnen Sie das LOGO!-Programm unter Verwendung einer fertigen Schrittkette.

7.1.3 Ablaufdarstellung Waschstraße

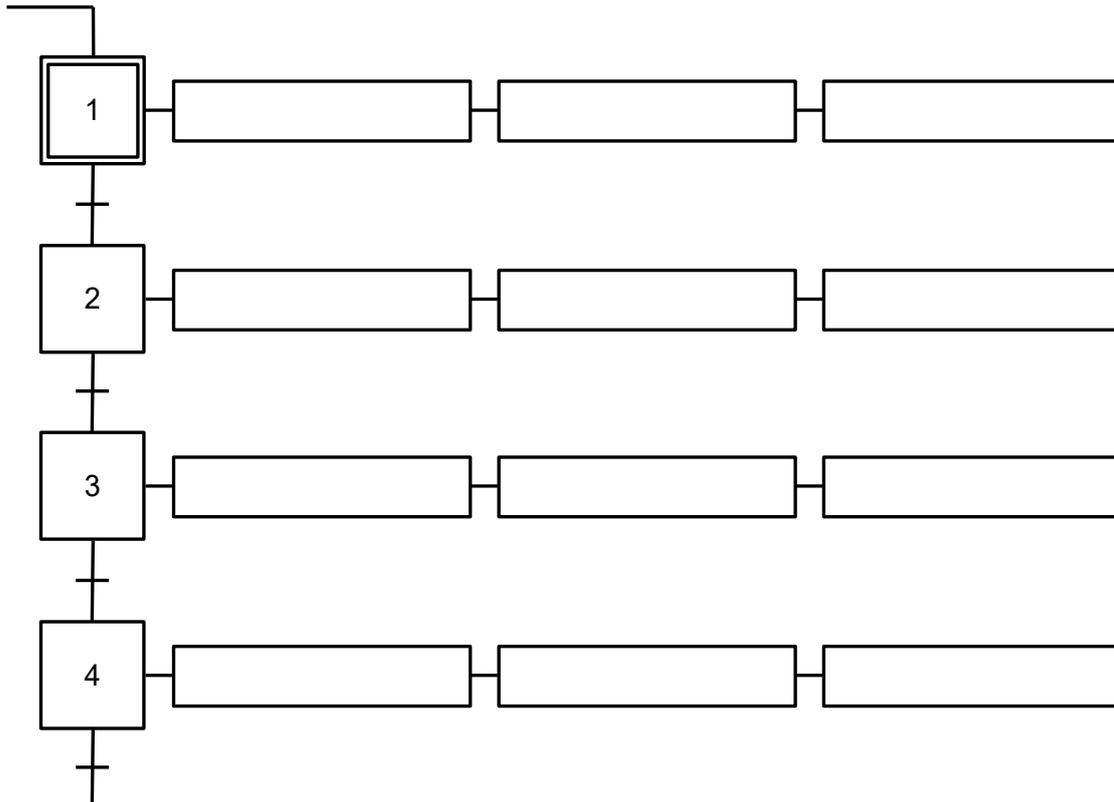


Abb. 7.2: GRAFECET-Darstellung des Ablaufs Waschstraße

7.1.4 Zeitablaufdiagramm Waschstraße

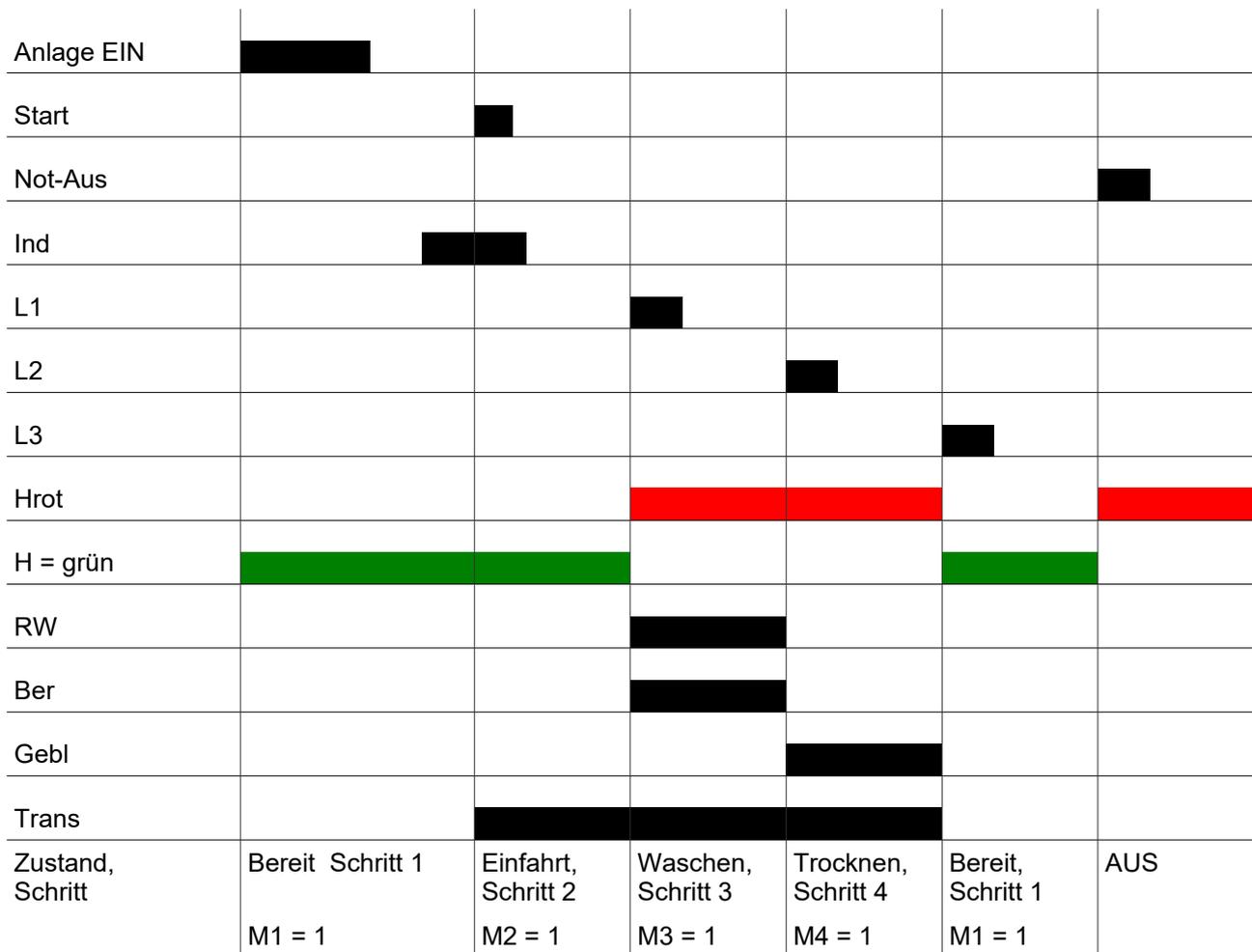


Abb. 7.3: Zeitablaufdiagramm des Ablaufs Waschstraße

Im

Zeitablaufdiagramm kann man gut die Ansteuerungsschaltung für Betriebsmittel ablesen:

- grün = M1 + M2
- RW = Ber = M3
- Gabl = M4
- Trans = M2 + M3 + M4

7.1.5 Waschstraße Steuerungsschaltung mit Schrittkette aus RS-Speichern

schwarz: vorgefertigtes Arbeitsblatt

blau: ergänzte Bauteile für die Waschstraße

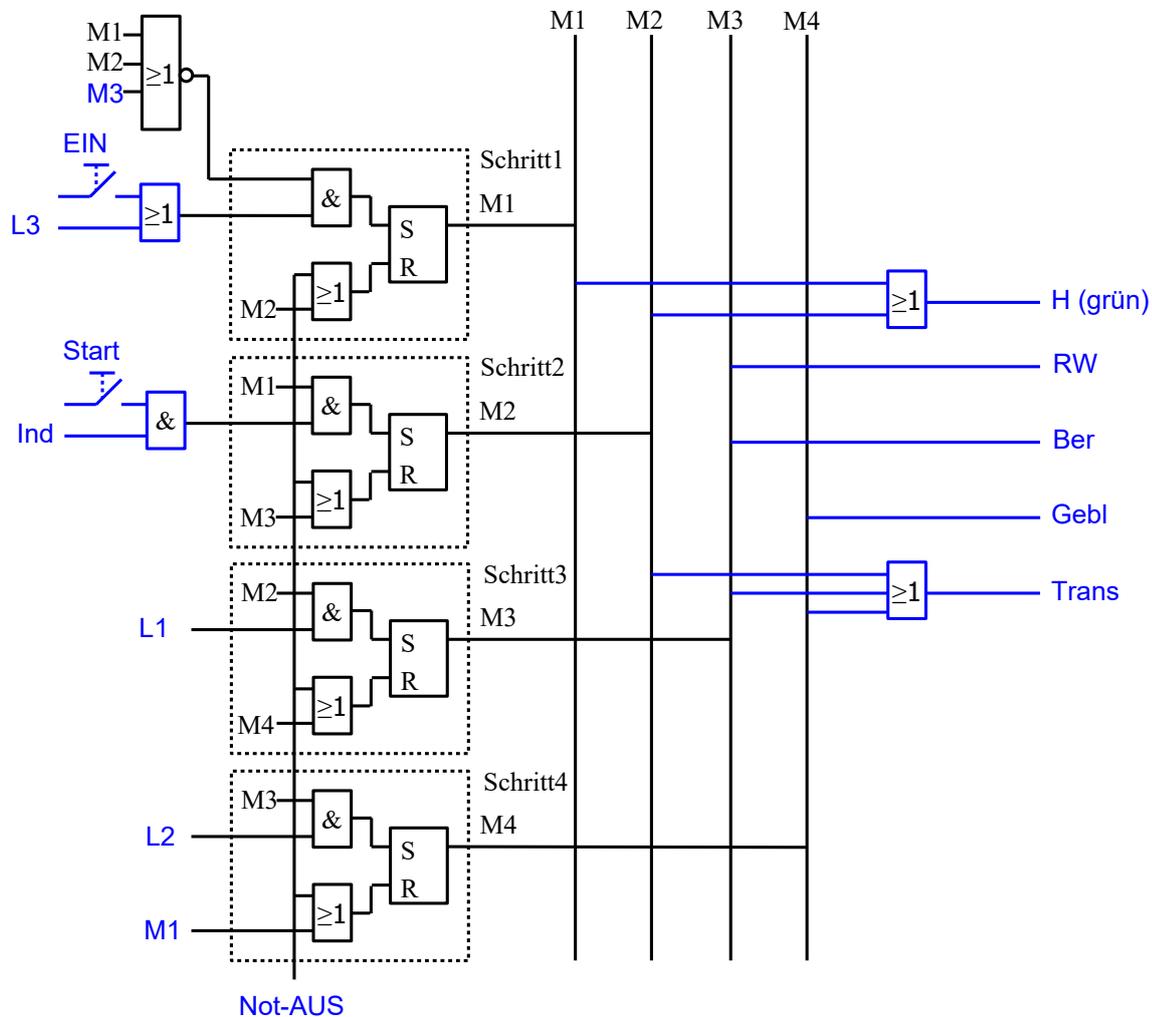


Abb. 7.4: Schaltung der Schrittkette des Ablaufs Waschstraße

Hinweise:

- Die rote Lampe geht an, wenn die grüne Lampe aus ist.
- Die Umschaltung erfolgt durch das Relais H

Besonderheiten:

- Einschalten (EIN) der Anlage möglich nach dem Reset-Zustand (M1=M2=M3=M4=0) oder nach Schritt 4.
- M4 wird gelöscht, wenn M1 = 1.

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

7.1.6 Schrittkette Waschstraße in LOGO

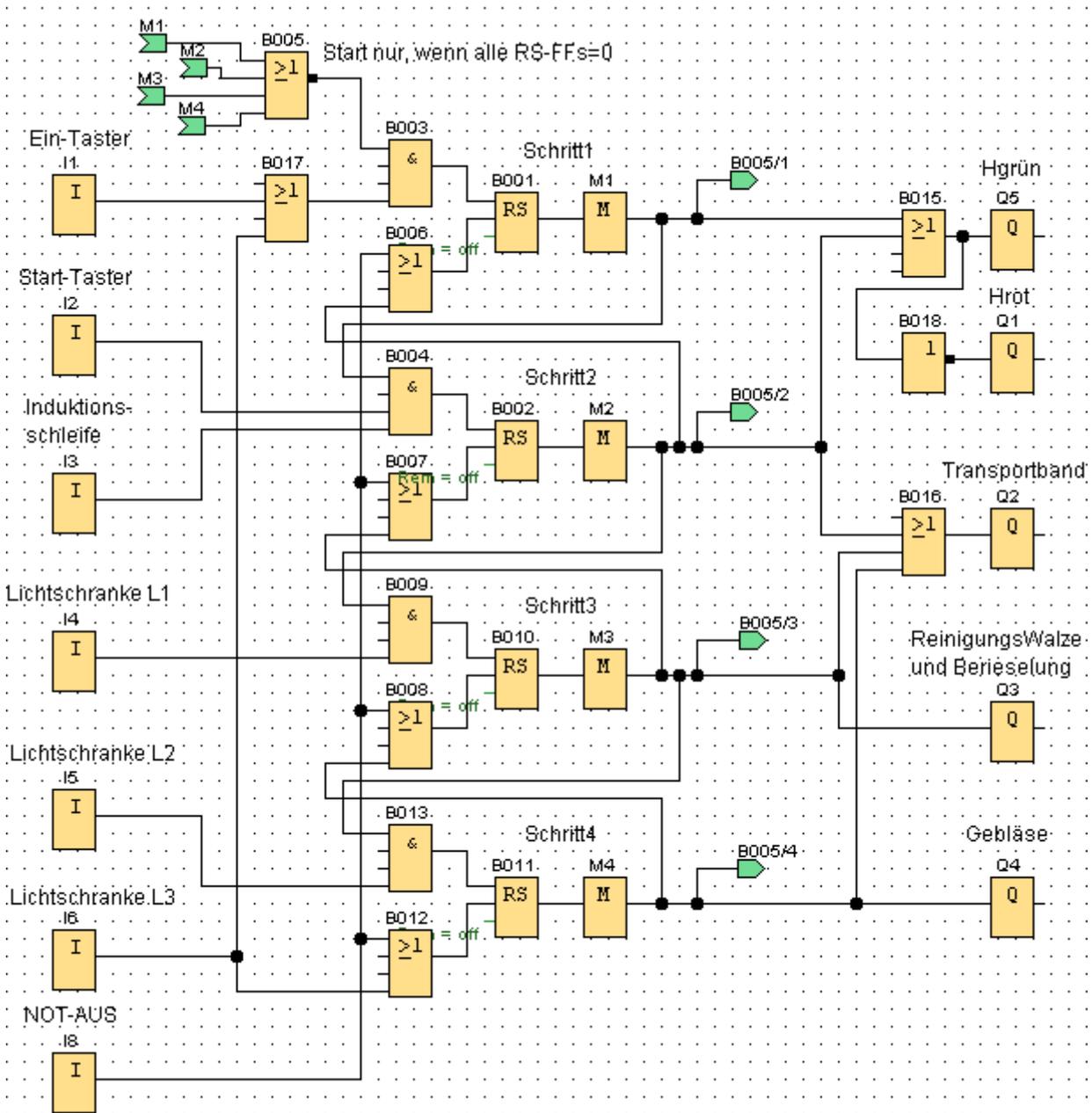


Abb. 7.5: Schaltung der Schrittkette des Ablaufs Waschstraße, gezeichnet mit LOGO!

7.2 Einfache Ampelsteuerung

7.2.1 Aufgabenstellung mit Ablaufdiagramm

Folgender Ablauf soll realisiert werden:



Anleitung:

Abb. 7.6: Zeitablaufdiagramm einer einfachen Ampelsteuerung

Verwenden Sie eine Schrittkette, die durch Zeitverzögerungen automatisch „weiter schaltet“.

Die Ausgänge der Merker sind nun mit geeigneten UND-/ODER-Verknüpfungen mit den Ausgängen Q1 (rot), Q2 (gelb), Q3 (grün) zu verbinden.

7.2.2 GRAFCET-Darstellung

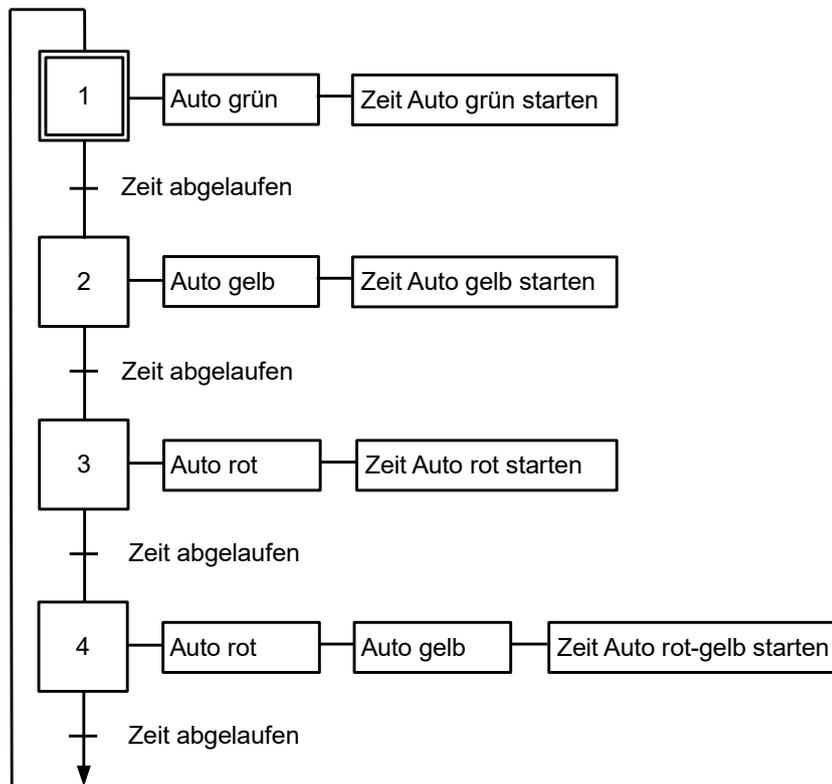


Abb. 7.7: GRAFCET-Darstellung des Ampelsteuerung

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

7.2.3 Schaltung mit Schrittkette

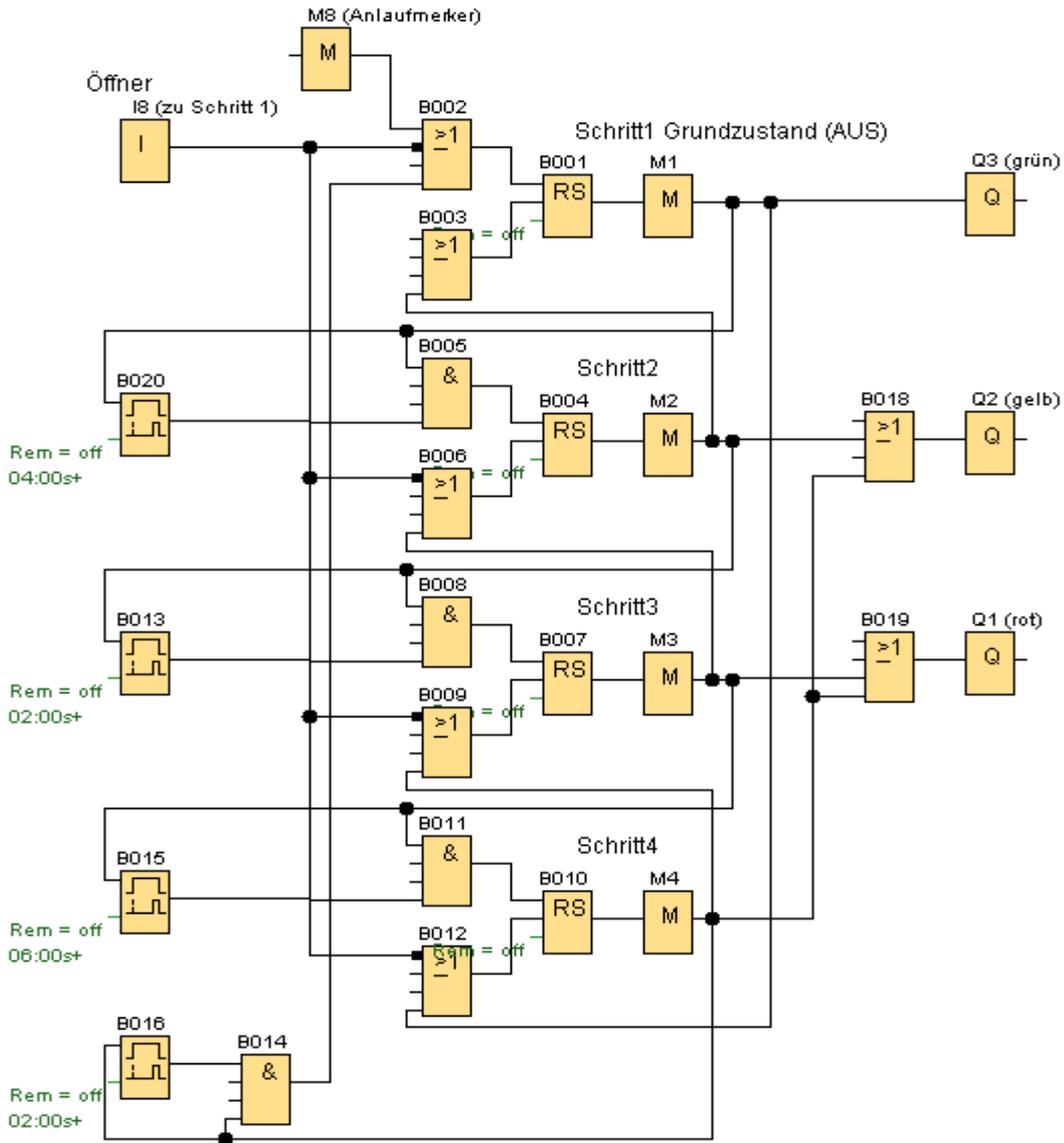


Abb. 7.8: Schrittkette der Ampelschaltung mit nicht speichernden Ausgängen

7.3 Fußgänger-Ampel (Übung)

7.3.1 Aufgabe mit Ablaufdiagramm

Ergänzen Sie Ihre Ampel 7.2 durch eine Fußgängerampel.

Dazu sind insgesamt 5 oder 6 Schritte notwendig.

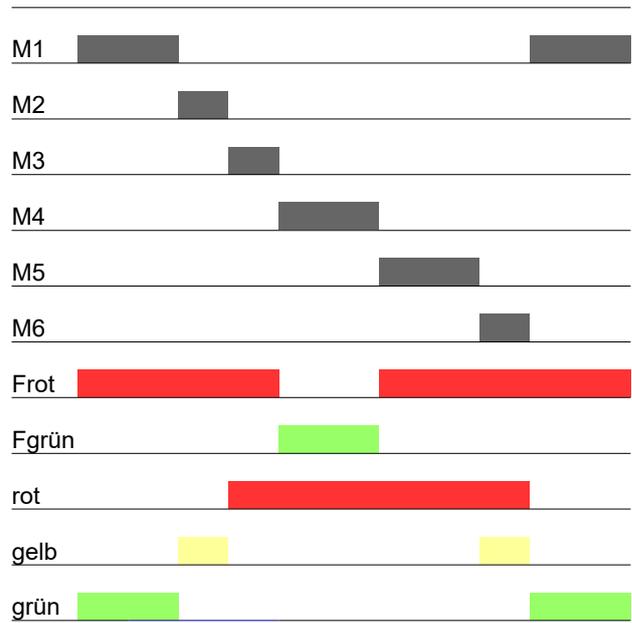


Abb. 7.9: Zeitablaufdiagramm Fußgängerampel

7.3.2 Ablauf mit GRAFCET

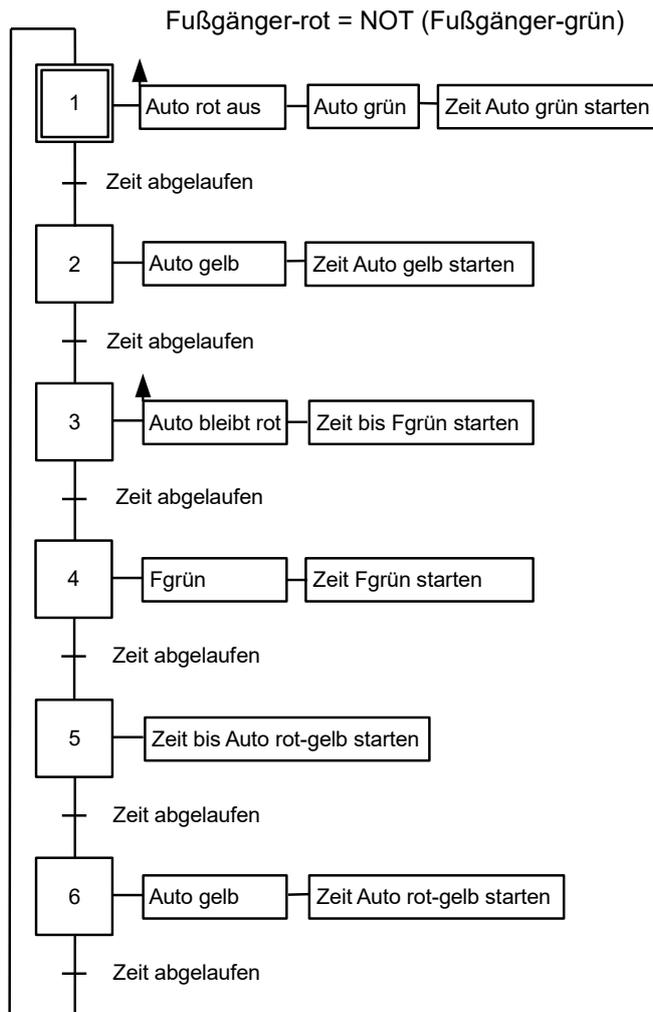


Abb. 7.10: Ablauf der Fußgängerampelsteuerung in GRAFCET-Darstellung

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

7.3.3 Schaltung mit Schrittkette

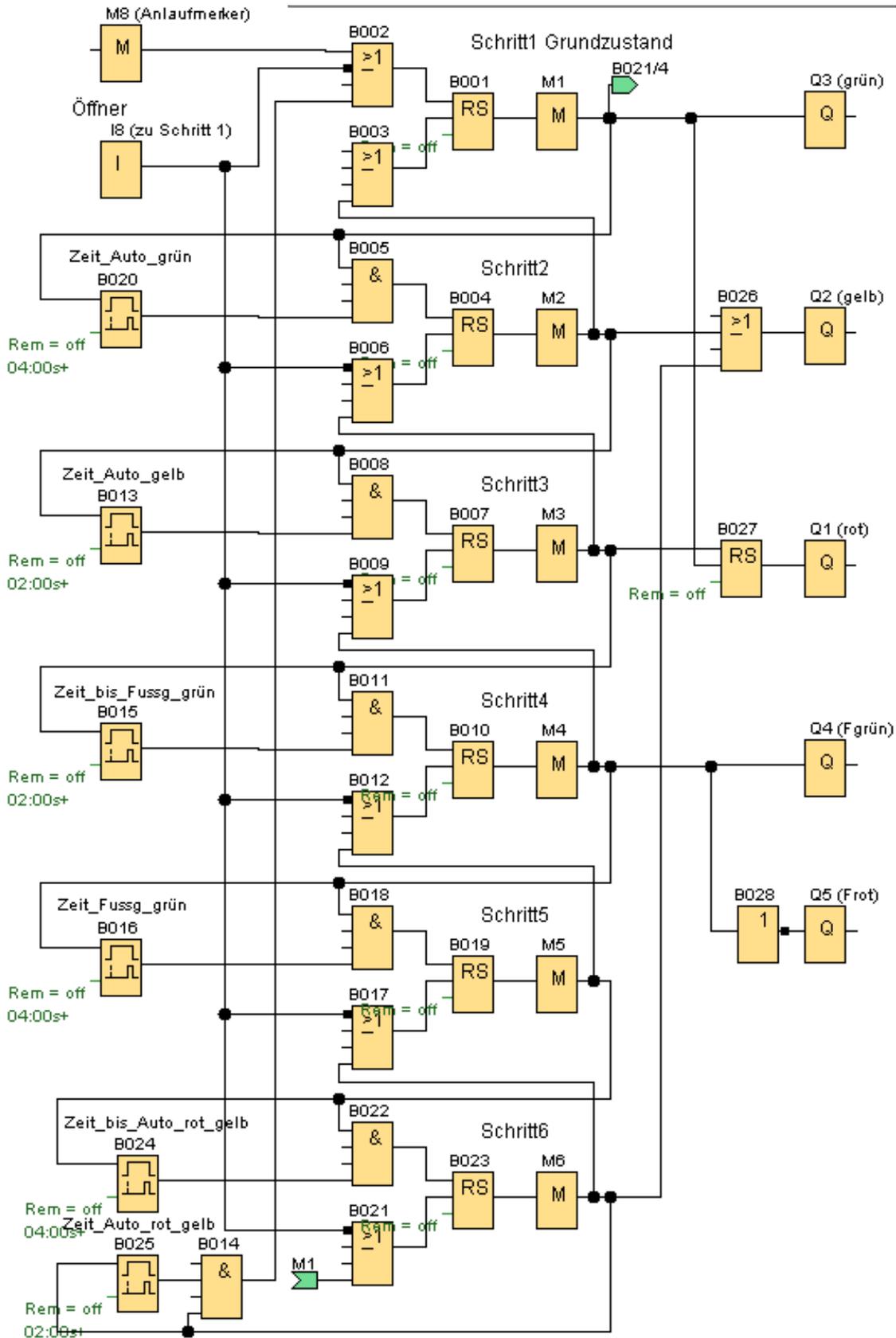


Abb. 7.11: Schrittkette der Fußgängerampel

7.4 Fußgänger-Bedarfsampel (Übung)

Ändern Sie Ihre Ampel so ab, dass der Zustand „Auto-grün“ nur dann verlassen wird, wenn ein Fußgänger „grün“ angefordert hat.

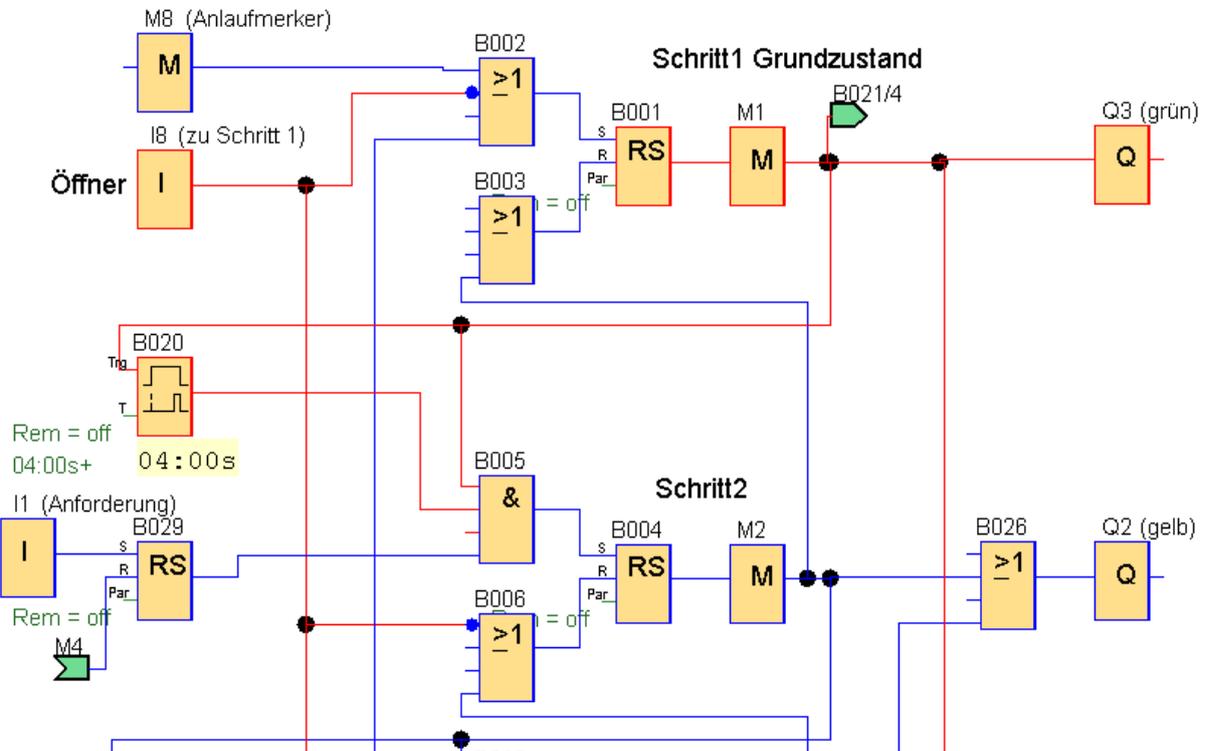


Abb. 7.12: Teilschaltung: Grünanforderung für Fußgänger mit RS-Speicher

Ein RS-Speicher (B029) wurde eingefügt. Wenn ein Fußgänger „grün“ durch Drücken des Tasters I1 anfordert, wird der RS-Speicher gesetzt. Wenn Schritt1 aktiv ist UND die Zeit der „AutogrünPhase“ abgelaufen ist UND eine Anforderung vorliegt, schaltet die Anlage auf Schritt2 und der „normale“ Ablauf startet. In Schritt4, wenn die Fußgängerampel grün ist, wird die Anforderung zurückgesetzt. Sobald die Fußgängerampel rot zeigt, kann eine erneute Anforderung durch Fußgänger erfolgen.

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

7.5 Schaltwerk für eine Waschmaschine

Mit Hilfe einer Schrittkette soll eine Waschmaschinensteuerung entworfen werden.

7.5.1 Betriebsmittel

- Kaltwasserventil V
- Heizung H
- Motor M
- Pumpe P

7.5.2 Weiterschaltung

in den nächsten Schritt abhängig von

- einem Starttaster S,
- einem oberen Füllstandssensor Foben,
- einem unteren Füllstandssensor Funten,
- einem Temperatursensor T
- und einem Zeitgeber Z.

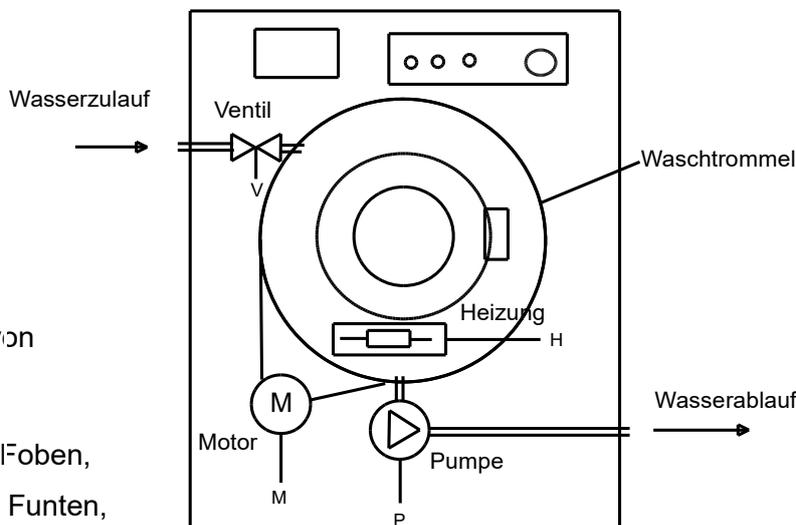


Abb. 7.13: Technologieschema Waschmaschine

7.5.3 Funktion des Zeitgebers (Timer)

Sobald an seinem Eingang Ze eine 1 anliegt, liefert der Ausgang Za nach genau 10 Minuten einen kurzen Impuls.

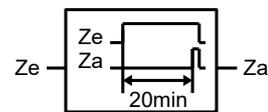


Abb. 7.14: Zeitgeber

7.5.4 Ablauf

Der **Ablauf** der Steuerung findet in den folgenden Schritten statt:

1. Alles ausgeschaltet (nach Reset)
2. **Wasserzulauf**
 Start des Waschvorgangs durch Taste S ($S = 1$) → Waschtrommel mit Wasser füllen ($V = 1$), bis Füllstand (Foben = 1) erreicht.
3. **Heizen**
 Motor und Heizung einschalten ($M = 1$, $H = 1$), bis Temperatur ($T = 1$) erreicht.
4. **Waschen**
 Zeitgeber aktivieren → Motor bleibt an, bis nach 10 Minuten kurz $Za = 1$ wird.
5. **Abpumpen**
 Motor ausschalten. Abpumpen ($P = 1$), bis der Füllstand unterschritten wird ($Fu = 0$)
6. Alles ausgeschaltet wie 1, damit Ende des Waschvorgangs

7.5.5 Aufgaben

Zeichnen Sie Ablaufdarstellung und vervollständigen Sie das Zeitablaufdiagramm. Entwickeln Sie daraus die Beschaltung der Schrittkette. Zeichnen Sie das LOGO!-Programm unter Verwendung einer fertigen Schrittkette.

7.5.6 Verwendete Abkürzungen

V	Ventil	
M	Motor	
H	Heizung	
P	Pumpe	
S	Starttaste	
Fo	Füllstand	oben
Fu	Füllstand	unten
T	Temperatursensor	
Ze	Zeitgeber	Eingang
Za	Zeitgeber	Ausgang

7.5.7 Ablaufdarstellung Waschmaschine

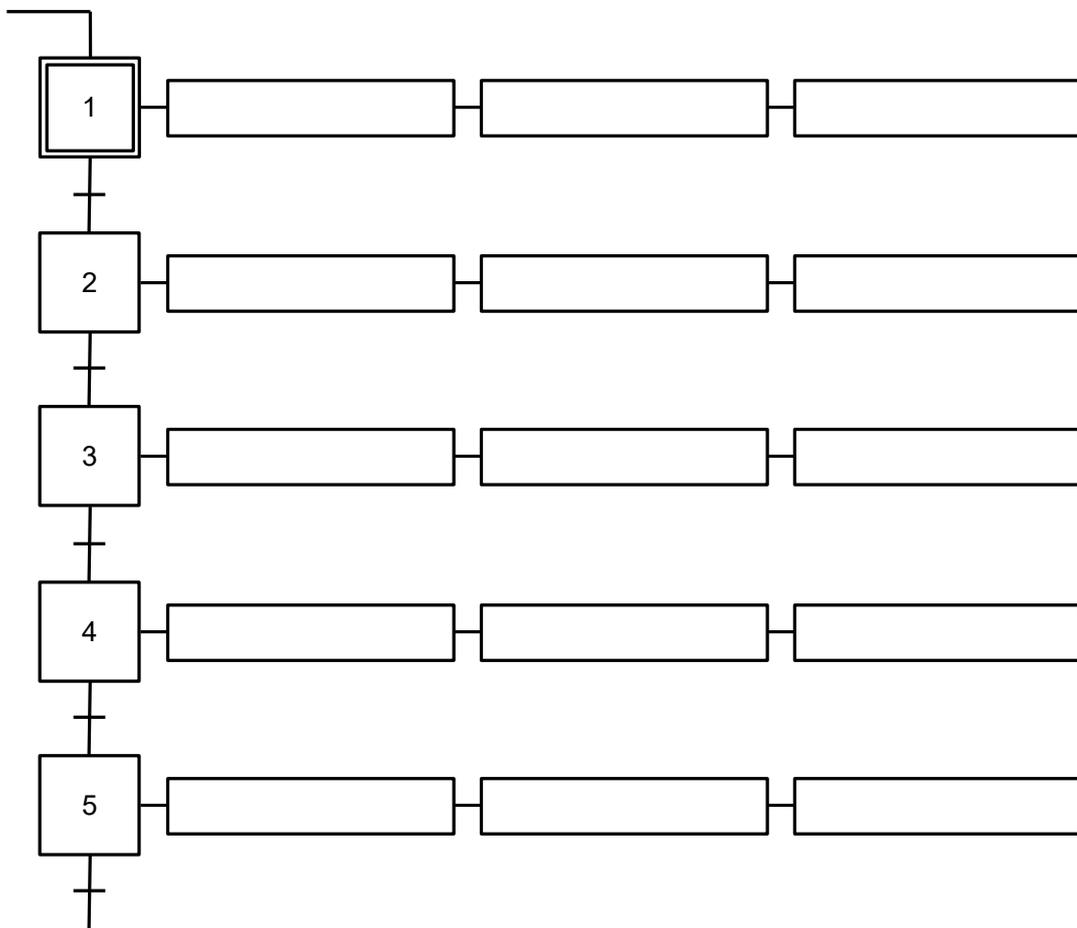


Abb. 7.15: Ablauf der Waschmaschinen-Steuerung in GRAFCET-Darstellung

7.5.8 Zeitablaufdiagramm Waschmaschine

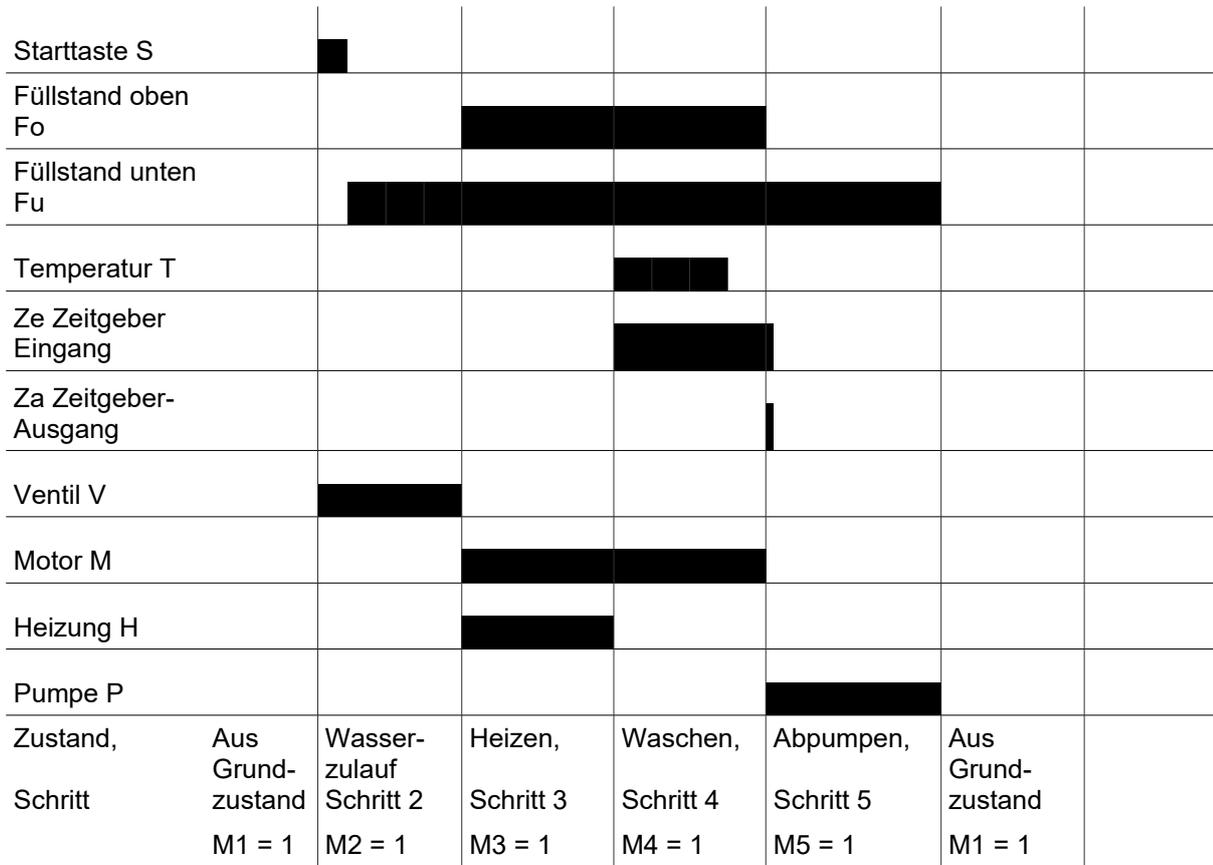


Abb.7.16: Zeitablaufdiagramm Waschmaschinensteuerung

7.5.9 Erklärung der Funktion des Zeitgebers (Timers)

Der verwendete Zeitgeber ist eine Einschaltverzögerung. Wir verwenden ihn als Übergangsbedingung zum nächsten Schritt, um einen Zustand (Schritt) automatisch zu verlassen.

- Der Eingang des Zeitgebers wird an den Ausgang des RS-Speichers angeschlossen, das den Schritt signalisiert, hier Schritt 4.
- Sobald der Schritt aktiv ist, startet der Zeitgeber.
- Wenn die im Timer eingestellte Zeit abgelaufen ist, geht der Ausgang des Zeitgebers auf 1. Dieser ist an den Setz-Eingang des nächsten RS-Speichers angeschlossen. Dadurch beginnt der nächste Schritt (5)
- Zu Beginn von Schritt 5 wird der RS-Speicher des vorherigen Schritts 4 rückgesetzt und damit auch der Eingang Ze des Zeitgebers. Dadurch geht auch der Ausgang Za des Zeitgebers wieder auf 0.

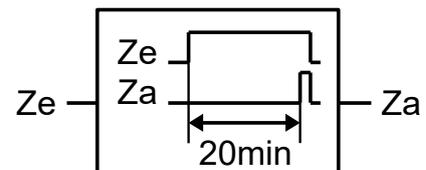


Abb. 7.17: Einschaltverzögerung

7.5.10 Schrittkette Waschmaschine, realisiert mit LOGO

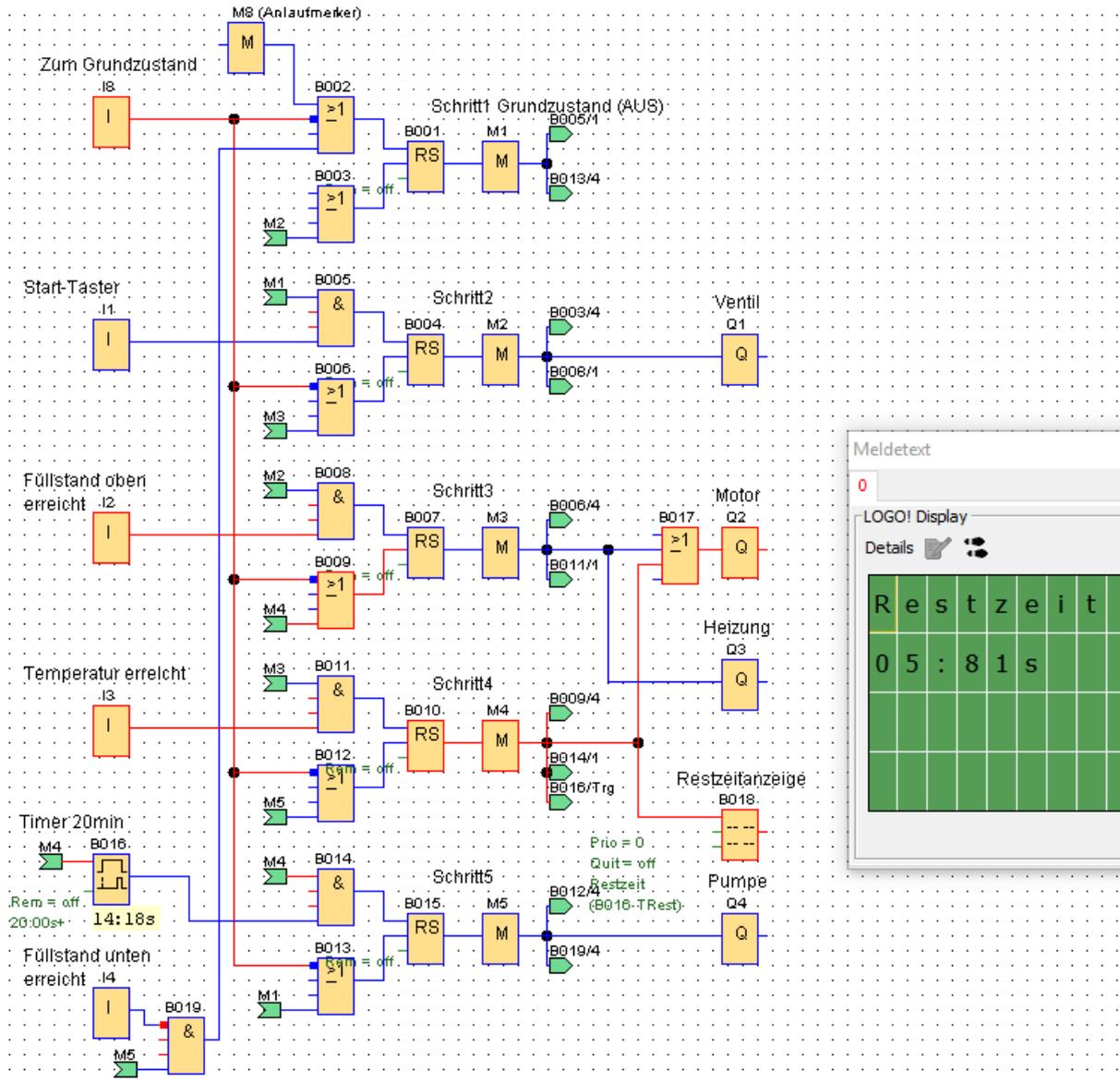


Abb. 7.18: Schaltung der Waschmaschinensteuerung mit Restzeitanzeige

Hier kann man noch einmal die Funktionsweise des Zeit-begrenzten Schritts 4 nachvollziehen: Wenn die gewünschte Temperatur erreicht ist, startet Schritt 4 und damit auch der Timer (Einschaltverzögerung). Erst wenn der Timer-Ausgang nach der eingestellten Zeit logisch 1 wird, ist die Übergangsbedingung zu Schritt 5 erfüllt. Beide Eingänge des UND B014 sind 1. Der RS-Speicher Schritt 5 wird gesetzt. Dadurch wird der vorhergehende Schritt 4 zurückgesetzt, der Eingang des Timers wird 0 und dadurch ebenfalls der Ausgang des O Timers.

Im Meldetext (LC-Display) kann der Zählwert des Timers oder (wie hier) die Restlaufzeit angezeigt werden.

7.6 Schwimmbecken mit Sonnenkollektorheizung

7.6.1 Technologieschema

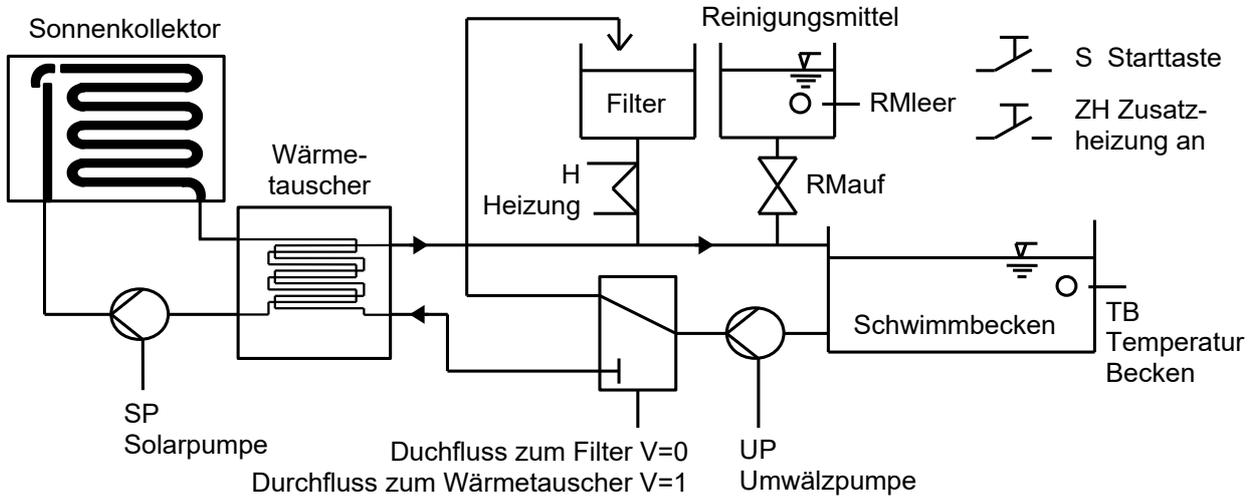


Abb. 7.19: Technologieschema der Sonnenkollektorheizung

7.6.2 Gewünschter Ablauf

1. Aus: Alle Betriebsmittel aus, 2-Wegeventil Richtung Filter einschalten mit Starttaste, dies kann auch der Impulskontakt einer Zeitschaltuhr sein. Bei allen weiteren Schritten ist die Umwälzpumpe an.
2. Reinigungsmittel hinzufügen bis Portionsbehälter leer ($RM_{leer} = 1$).
3. Durchfluss zum Wärmetauscher, Solarpumpe an bis Zeitgeber 15min abgelaufen ist. Das Becken wird über die Wärmetauscher von den Sonnenkollektoren geheizt.
4. Durchfluss zum Filter, Heizung an, falls Zusatzheizung gewünscht ($ZH = 1$) und Temperatur des Beckens zu gering ist ($TB = 0$).
 Übergang zum nächsten Schritt wenn der Zeitgeber nach 10min abgelaufen ist.
5. Durchfluss zum Filter, Heizung aus, Nutzung der Heizungs-Nachwärme für 5 min, anschließend weiter mit Schritt 2
6. Hinweis: Verwenden Sie 3 Zeitgeber-Bausteine (LOGO: Einschaltverzögerungen)

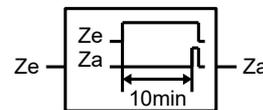


Abb. 7.20: Einschaltverzögerung

7.6.3 Aufgaben

Zeichnen Sie die Ablaufdarstellung und vervollständigen Sie das Zeitablaufdiagramm. Entwickeln Sie daraus die Beschaltung der Schrittkette.

Zeichnen und testen Sie das LOGO!-Programm unter Verwendung einer fertigen Schrittkette.

Wenn der Ablauf funktioniert, fügen Sie folgende Änderung ein:

Statt des Sensors TB wird die gemessene Temperatur mit einem am Poti voreingestellten Sollwert verglichen. Temperatur $0...100^{\circ}\text{C}$ entspricht in LOGO dem Zahlenwert 0 bis 1000. Ebenso ist am Poti theoretisch ein Vorgabewert von 0 bis 1000 (wobei der Wert elektrisch auf 250 begrenzt ist (25°C))

7.6.4 Ablaufdarstellung

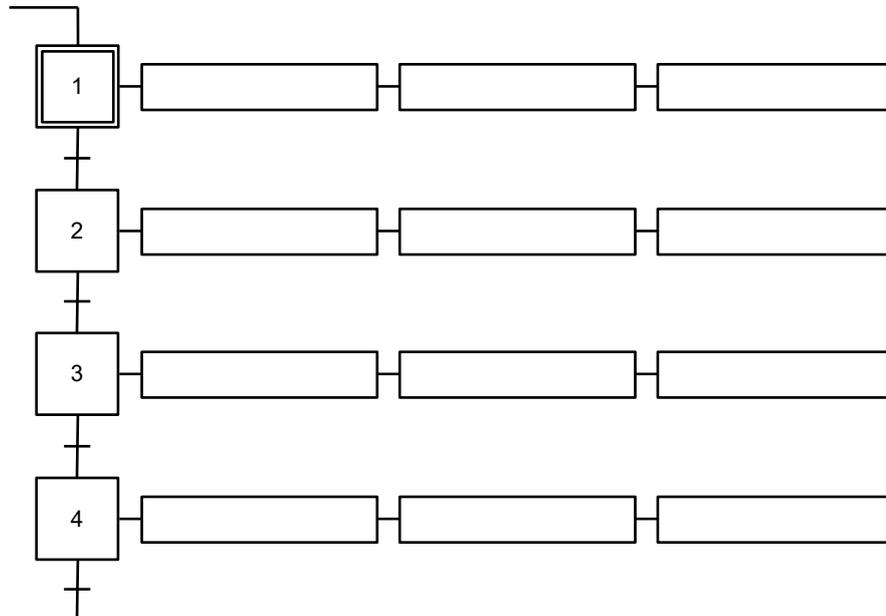


Abb. 7.21: Sonnenkollektorheizung in GRAFCET-Darstellung

7.6.5 Zeitablaufdiagramm

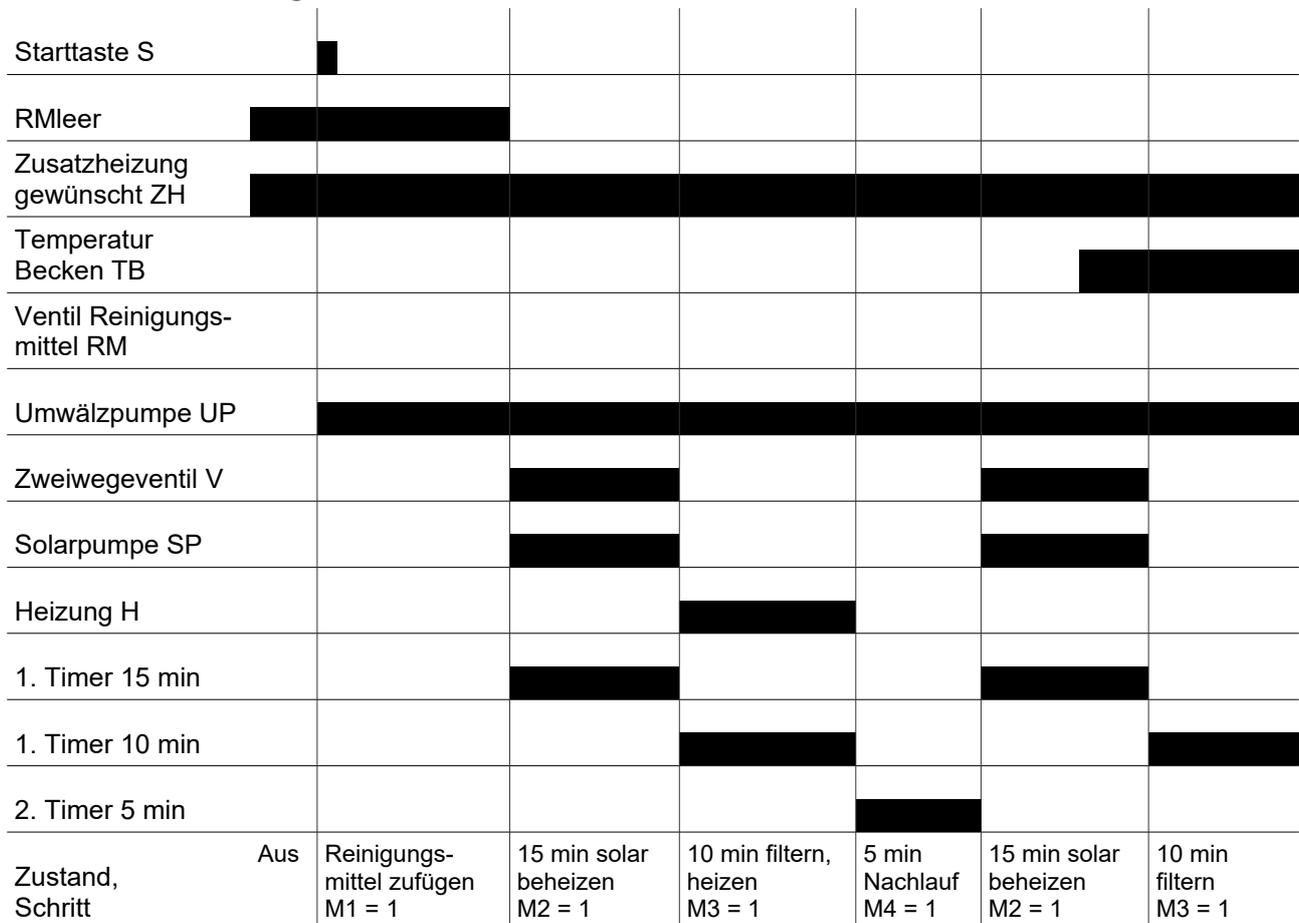


Abb. 7.22: Zeitablaufdiagramm Sonnenkollektorheizung

7.6.6 Schrittkette in LOGO mit analoger Temperaturmessung und Meldetexten

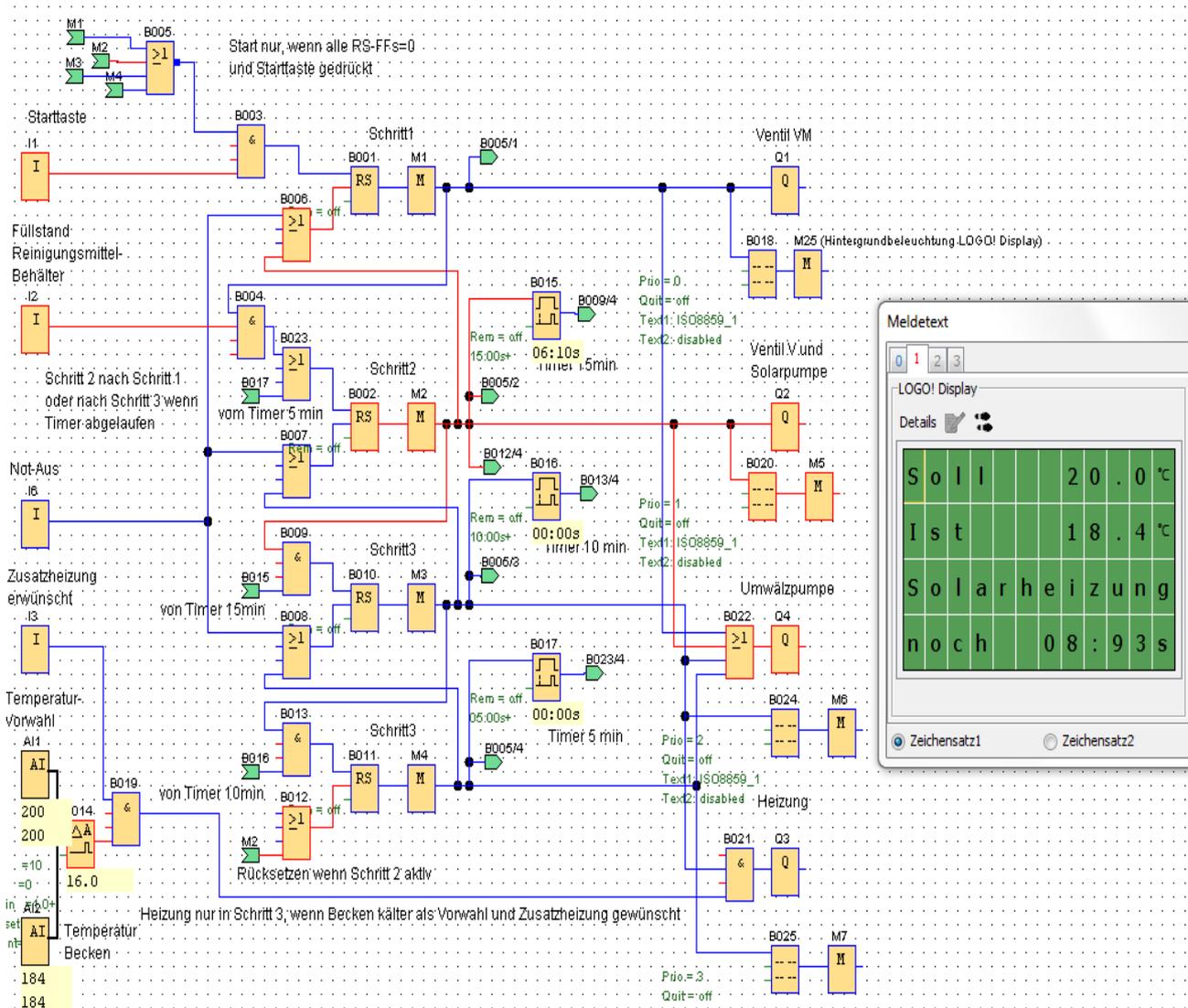


Abb. 7.23: Schrittkette mit RS-Speicherbausteinen, analogem Temperatureingang und LC-Anzeige

Hinweis: Zu Testzwecken wurden die Timer auf Sekunden statt Minuten eingestellt.

7.7 Mischanlage

7.7.1 Technologieschema

F1	Füllstandssensor Behälter 1
V1	Auslass-Ventil Behälter 1
F2	Füllstandssensor Behälter 2
V2	Auslass-Ventil Behälter 2
R	Rührer
H	Heizung
Fo	Füllstand oben
Fm	Füllstand Mitte
Fu	Füllstand unten (leer -> Fu = 0)
T	Temperatur Mischbehälter
VM	Auslass-Ventil Mischbehälter
S	Starttaste

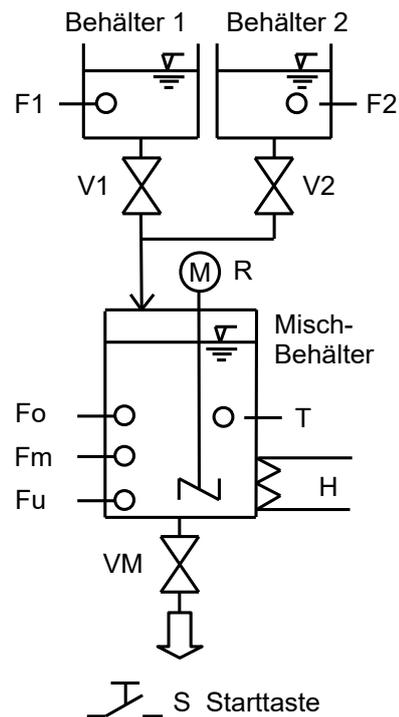


Abb. 7.24: Technologieschema

7.7.2 Gewünschter Ablauf

Im Grundzustand sind alle Betriebsmittel aus. Die Ventile sind geschlossen.

Jeder der Behälter 1 + 2 besitzt ein rote Warnlampe, die signalisiert, dass der Behälter leer ist. Wenn eine der Lampen leuchtet, kann die Anlage nicht gestartet werden.

Wenn der Mischbehälter leer ist, beide Behälter 1+2 gefüllt sind und die Starttaste gedrückt wird, öffnet das Ventil des Behälters 1 und Flüssigkeit 1 wird in den Mischbehälter gefüllt.

Wenn der untere Füllstand ($F_u = 1$) erreicht ist, wird V1 geschlossen und die Flüssigkeit aus Behälter 2 wird in den Mischbehälter gefüllt bis der obere Füllstand ($F_o = 1$) erreicht ist.

Nun ist der Zulauf beider Flüssigkeiten beendet, sie können verrührt werden. Dazu werden Rührer und Heizung eingeschaltet bis die gewünschte Temperatur erreicht ist ($T = 1$).

Nun bleibt der Rührer 10 min alleine an. Anschließend wird die Mischflüssigkeit mit VM abgelassen, der Rührer bleibt eingeschaltet.

Sobald der Mischbehälter leer ist, geht die Anlage in den Grundzustand.

7.7.3 Aufgaben

- Überlegen und begründen Sie, wie viele Zustände Sie benötigen und benennen Sie die Zustände sinnvoll.
- Zeichnen Sie das Zustandsdiagramm oder die GRAFCET-Darstellung sowie das Zeitablaufdiagramm.
- Entwickeln Sie daraus die Beschaltung der Schrittkette.
- Zeichnen Sie das LOGO!-Programm unter Verwendung einer fertigen Schrittkette

7.7.4 Zusatzaufgabe

Die Füllstände F_o , F_M , F_u werden von einem analogen Sensor FA erfasst. Welche Programmänderungen sind notwendig?

Es muss ein analoger Eingang verwendet werden, an den 3 Schwellwertschalter angeschlossen sind.

7.7.5 Ablaufdarstellung

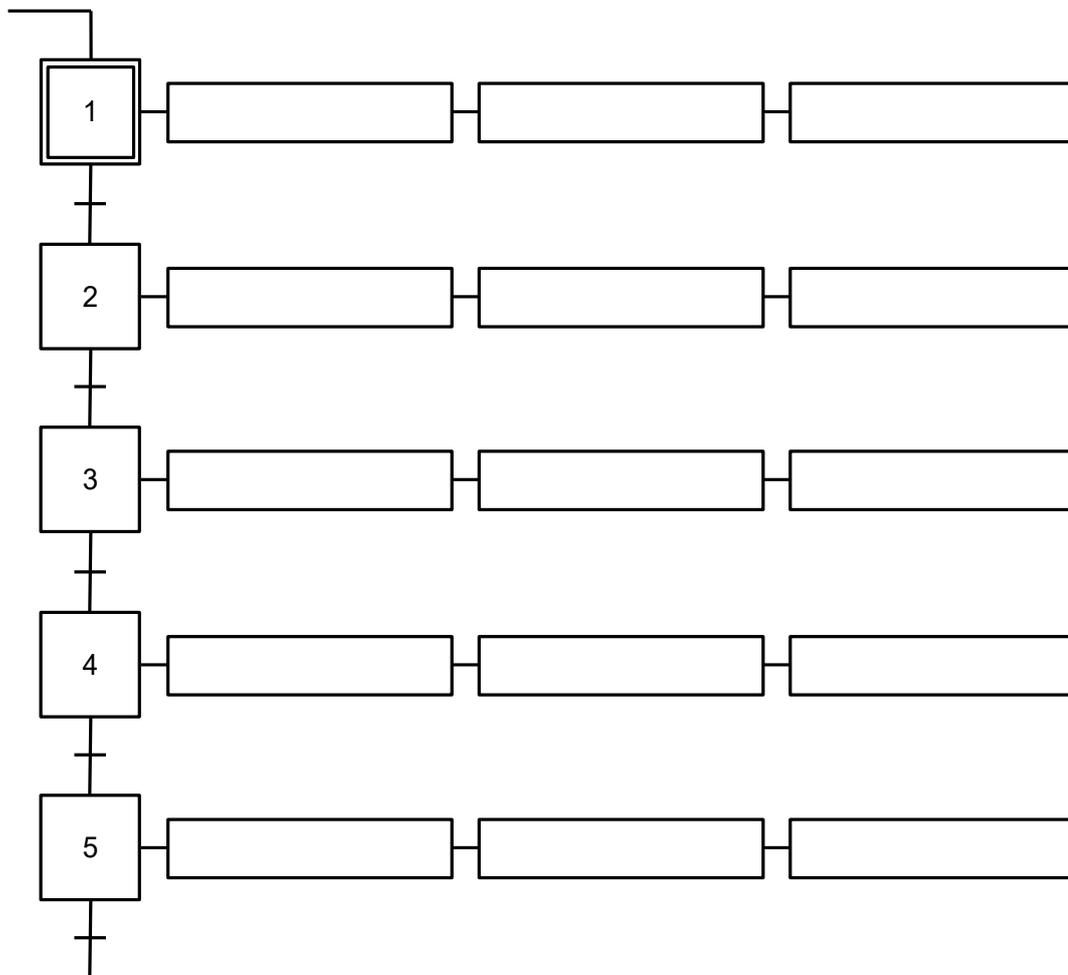


Abb. 7.25: Ablauf der Mischanlagensteuerung in GRAFCET-Darstellung

7.7.6 Zeitablaufdiagramm

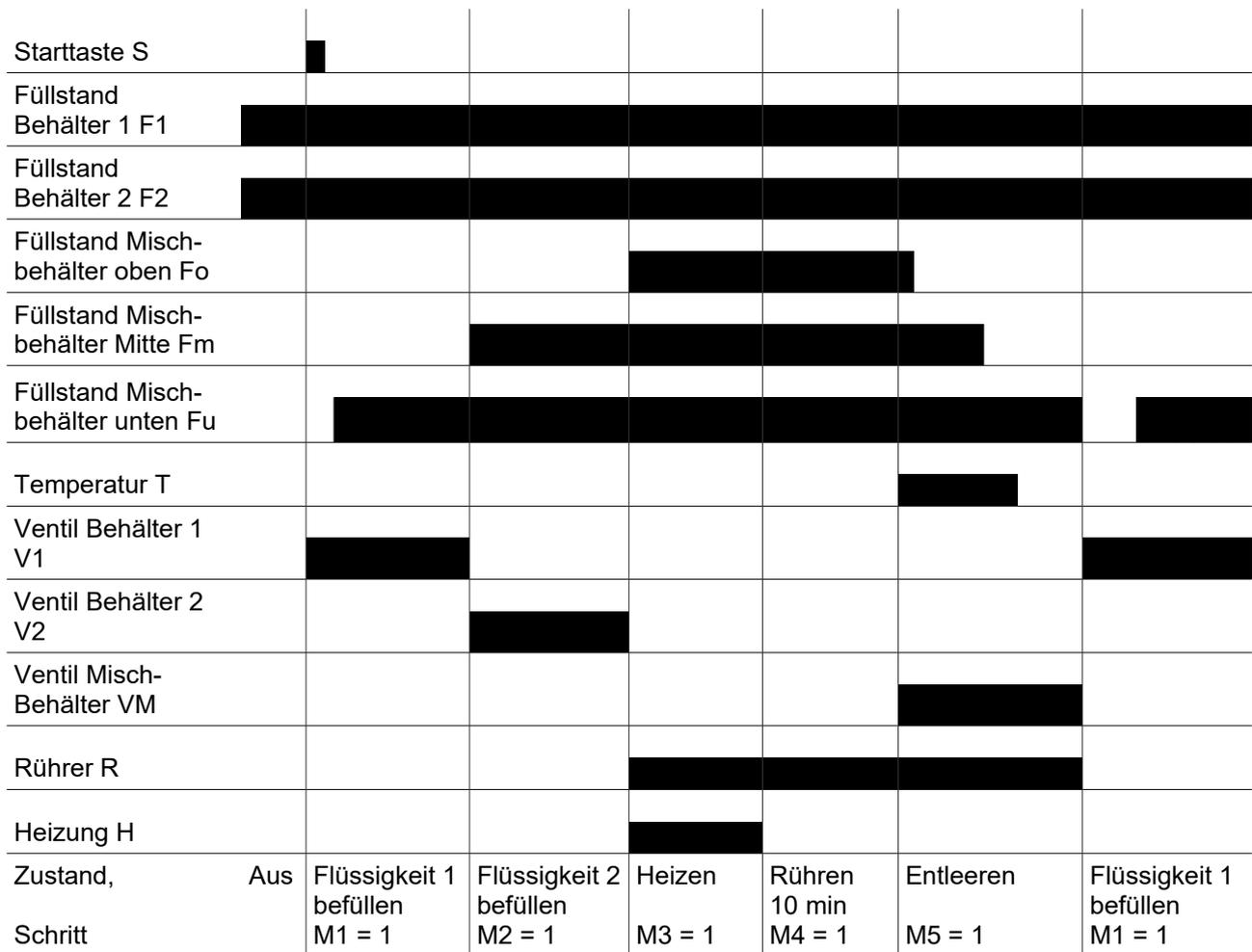


Abb. 7.26: Zeitablaufdiagramm Mischanlagensteuerung

Hinweis: Wenn man den Ablauf mit 4 Schritten löst, bleibt der Ablauf bestehen, jedoch sind M4 und M5 zusammen ein Schritt.

Lösungen Skript Steuerungstechnik für UT

7.7.7 Mischanlage Schrittkette mit 5 Schritten in LOGO

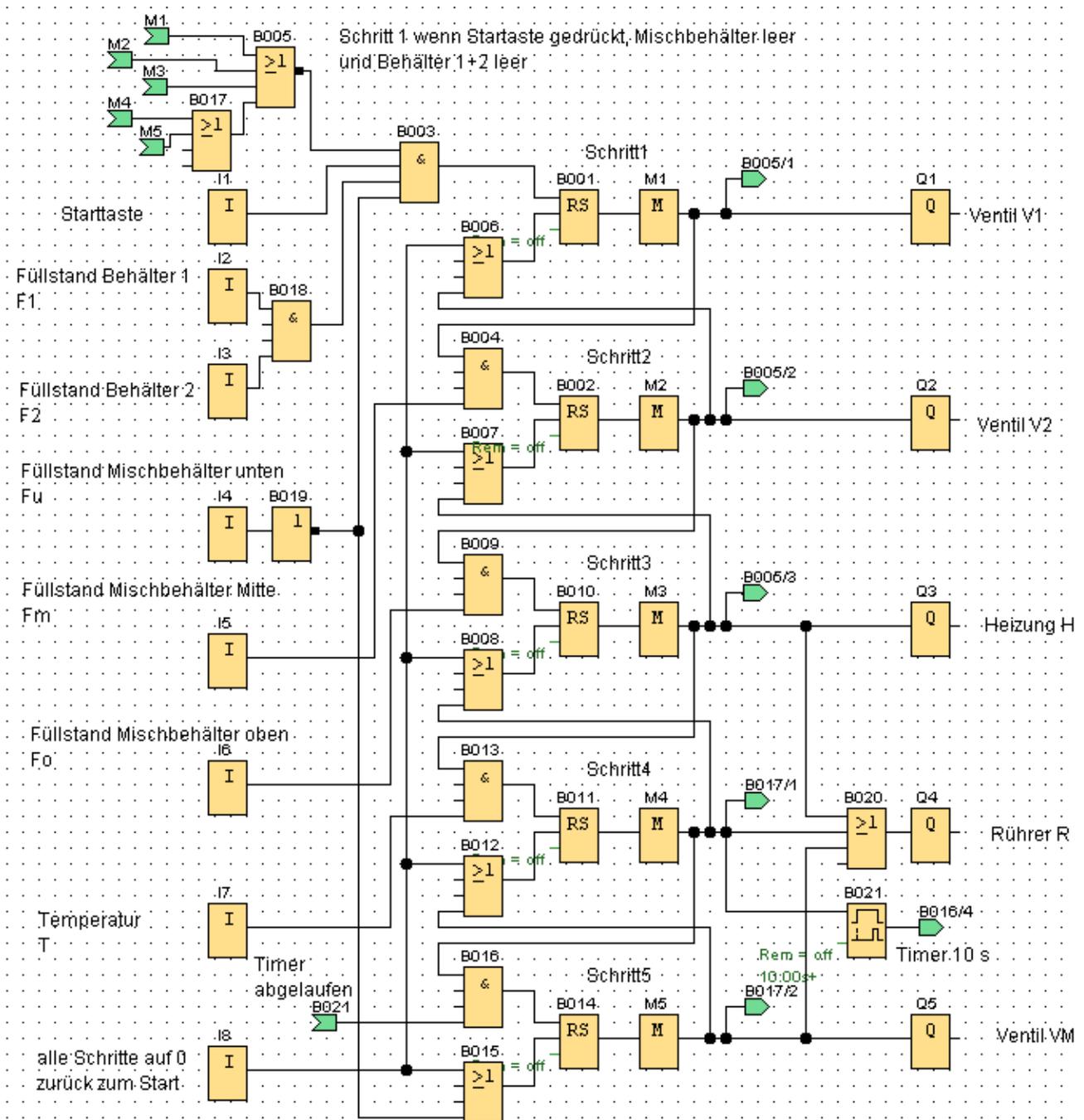


Abb. 7.27: Schrittkette der Mischanlagensteuerung (5 Schritte)

Der Timer startet den 5. Schritt. Dessen Ausgang geht wieder auf null, wenn der Eingang (M4) beim 5. Schritt auf null geht.

7.7.8 Mischanlage Schrittkette mit 4 Schritten in LOGO

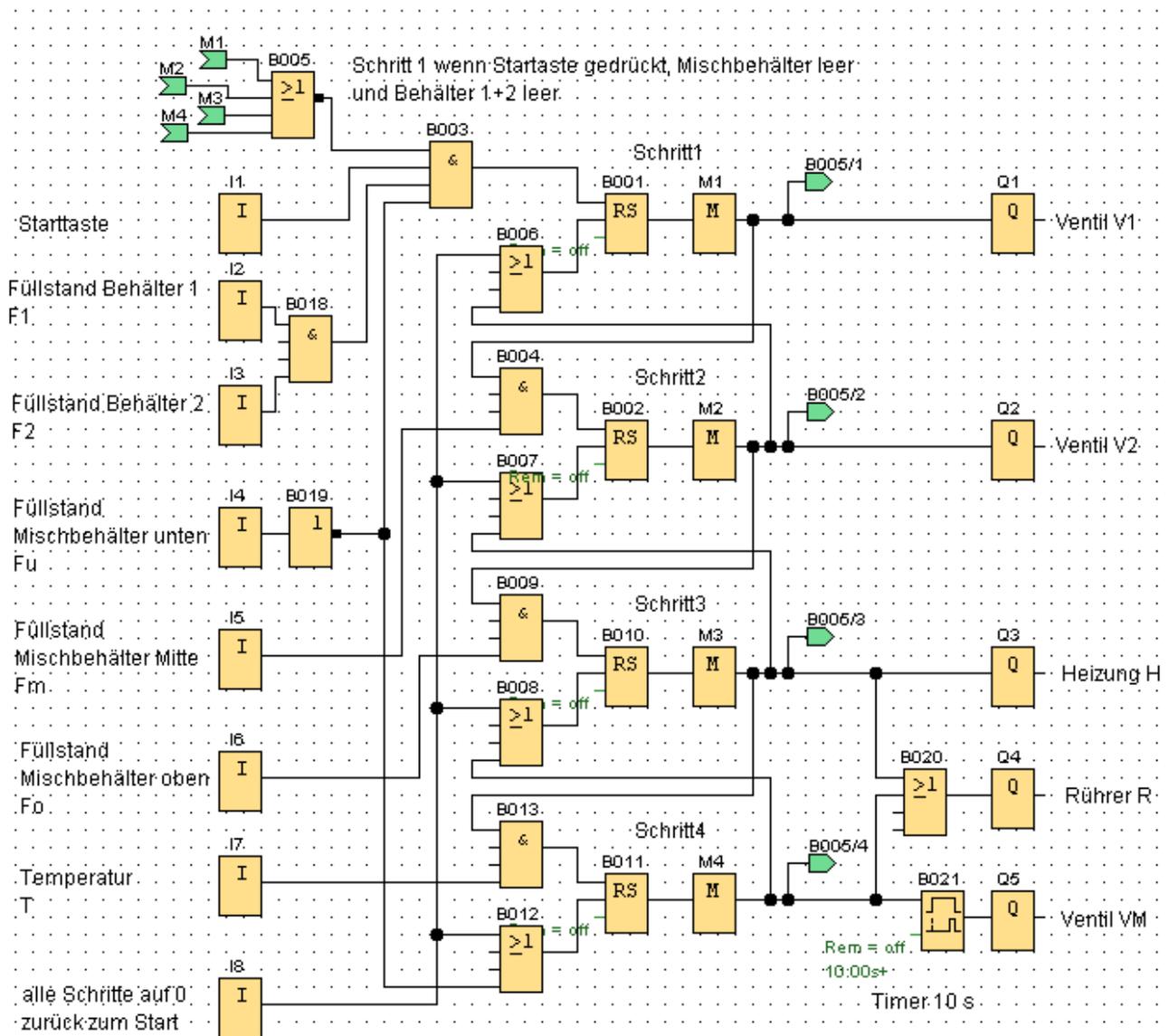


Abb. 7.28: Schrittkette der Mischanlagensteuerung (4 Schritte)

Hier sieht man noch einmal, warum der verwendete Timer Einschaltverzögerung heißt. Er schaltet das Ventil VM in Schritt 4 mit einer Verzögerung ein. Das Ventil wird ausgeschaltet, wenn der Timereingang auf null geht, also Schritt 4 beendet wird weil der Mischbehälter leer ist.

7.7.9 Mischanlage mit analogem Füllstandsensor des Mischbehälters

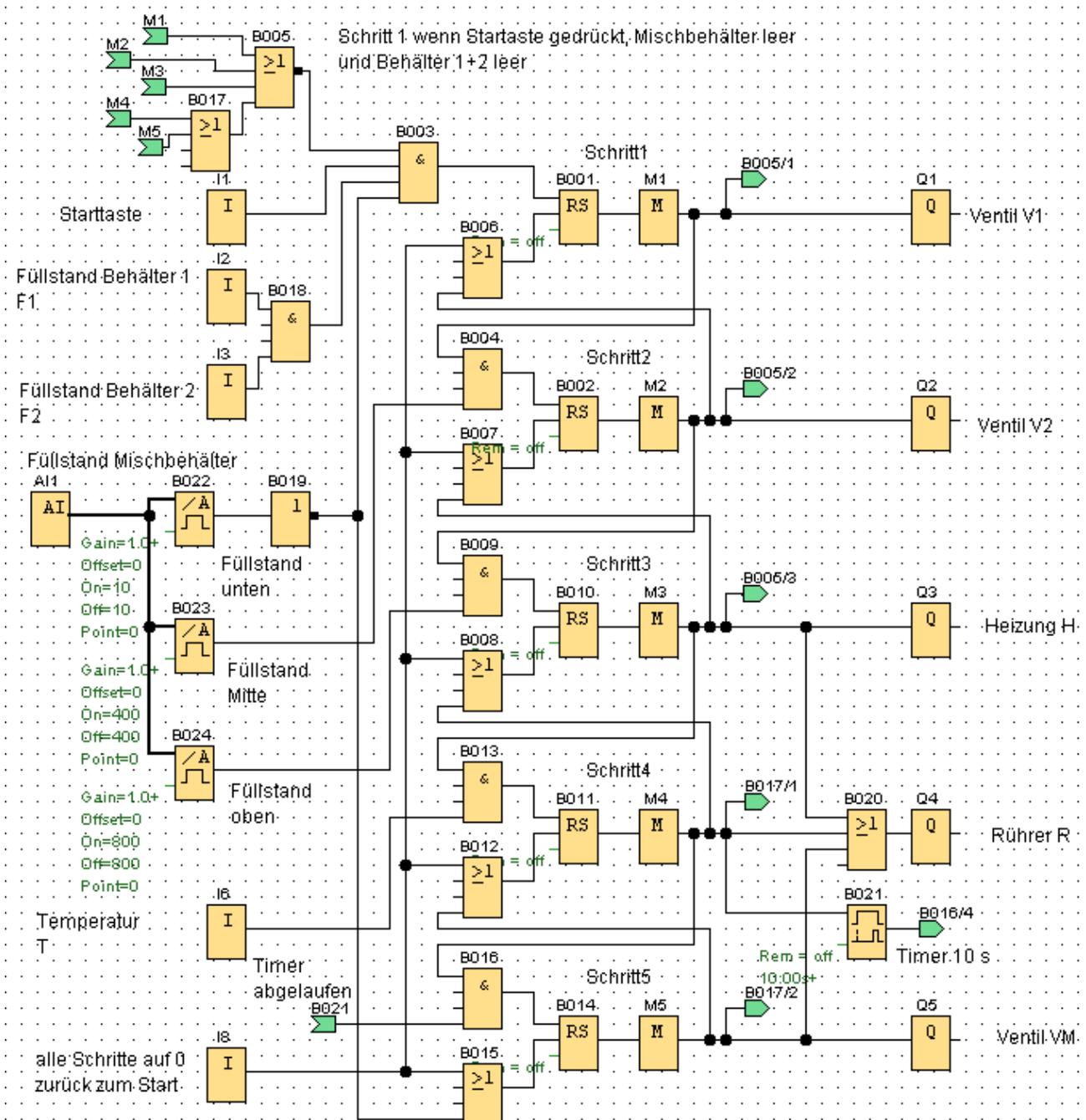


Abb. 7.29: Schrittkette der Mischanlagensteuerung (5 Schritte) mit analogem Füllstandsensor

An den analogen Eingang sind 3 analoge Schwellwertschalter geschaltet, die feststellen, ob der Füllstand oberhalb des eingestellten Schwellwerts ist. Als Ersatz für den Füllstandsensor kann ein ein Poti 0..10V dienen.

Die eingestellten Schwellwerte sind unten: 1% , Mitte: 40% , oben 80% des Maximalwerts.

Da der LOGO-interne maximale Rechenwert 1000 beträgt (→ 10 V), wurde 10, 400, 800 eingestellt.