

# Chemischer 2-Bit-Multiplizierer

Felix Glaser, André Schäfer

June 27, 2016

# Gliederung

Aufgabenstellung

Vorbetrachtungen

Umsetzung

Simulation

# Chemischer 2-Bit Multiplizierer

- ▶ 2 Zahlen á 2 Bit (0-3) miteinander multiplizieren
- ▶ Ergebnis hat 4 Bit (maximal 9)
- ▶ Umsetzung erfolgte in COPASI

# Gliederung

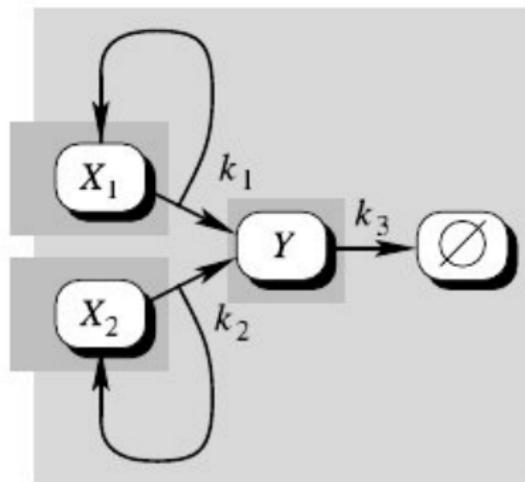
Aufgabenstellung

Vorbetrachtungen

Umsetzung

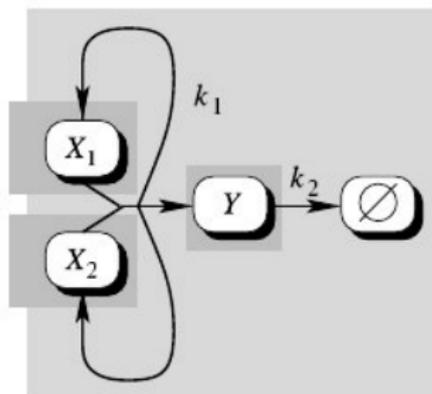
Simulation

# Grundrechenarten - Addition



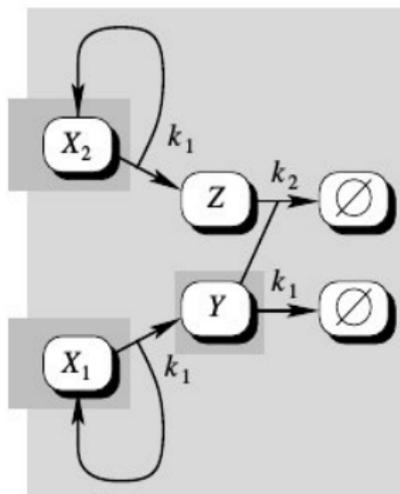
- ▶ *Reaktion1* :  $X_1 \rightarrow X_1 + Y$
- ▶ *Reaktion2* :  $X_2 \rightarrow X_2 + Y$
- ▶ *Reaktion3* :  $Y \rightarrow \emptyset$

# Grundrechenarten - Multiplikation



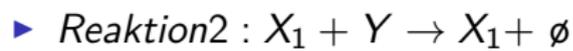
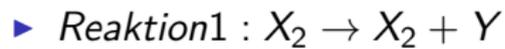
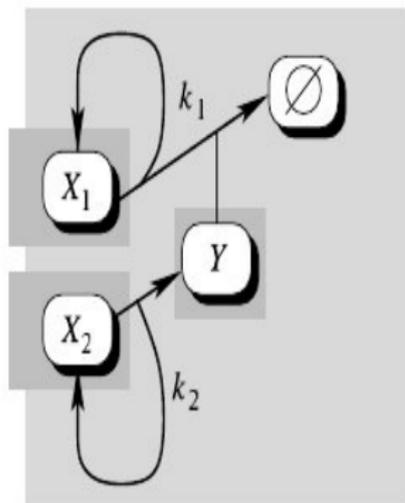
- ▶ *Reaktion1* :  $X_1 + X_2 \rightarrow X_1 + X_2 + Y$
- ▶ *Reaktion2* :  $Y \rightarrow \emptyset$

# Grundrechenarten - Negation



- ▶ *Reaktion1* :  $X_1 \rightarrow X_1 + Y$
- ▶ *Reaktion2* :  $X_2 \rightarrow X_2 + Z$
- ▶ *Reaktion3* :  $Y \rightarrow \emptyset$
- ▶ *Reaktion4* :  $Z + Y \rightarrow \emptyset$

# Grundrechenarten - Division



# Boolsche Funktionen

- ▶  $X \wedge Y = X * Y$
- ▶  $\bar{X} = 1 - X$
- ▶  $X \vee Y = X + Y - X * Y$

# Schalttafel

$s_3$	$s_2$	$s_1$	$s_0$	$z_3$	$z_2$	$z_1$	$z_0$
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	1	0	0	1

# Gliederung

Aufgabenstellung

Vorbetrachtungen

Umsetzung

Simulation

# Karnaugh & Veitch Tafel für $z_0$

$$z_0 = s_0 \bar{s}_1 s_2 \bar{s}_3 \vee s_0 s_1 s_2 \bar{s}_3 \vee s_0 \bar{s}_1 s_2 s_3 \vee s_0 s_1 s_2 s_3$$

	$s_0 s_1$	$s_0 \bar{s}_1$	$\bar{s}_0 \bar{s}_1$	$\bar{s}_0 s_1$
$\bar{s}_3 \bar{s}_2$				
$s_3 \bar{s}_2$				
$s_3 s_2$	1	1		
$\bar{s}_3 s_2$	1	1		

$z_0 = s_0 s_2$

# Karnaugh & Veitch Tafel für $z_1$

$$z_1 = \bar{s}_0 s_1 s_2 \bar{s}_3 \vee s_0 s_1 s_2 \bar{s}_3 \vee s_0 \bar{s}_1 \bar{s}_2 s_3 \vee s_0 s_1 \bar{s}_2 s_3 \vee s_0 \bar{s}_1 s_2 s_3 \vee \bar{s}_0 s_1 s_2 s_3$$

	$\bar{s}_0 \bar{s}_1$	$s_0 \bar{s}_1$	$s_0 s_1$	$\bar{s}_0 s_1$
$\bar{s}_3 \bar{s}_2$				
$s_3 \bar{s}_2$		1	1	
$s_3 s_2$		1		1
$\bar{s}_3 s_2$			1	1

$$z_1 = s_1 s_2 \bar{s}_3 \vee \bar{s}_0 s_1 s_2 \vee s_0 \bar{s}_2 s_3 \vee s_0 \bar{s}_1 s_3$$

# Karnaugh & Veitch Tafel für $z_2$

$$z_2 = \bar{s}_0 s_1 \bar{s}_2 s_3 \vee s_0 s_1 \bar{s}_2 s_3 \vee \bar{s}_0 s_1 s_2 s_3$$

	$\bar{s}_0 \bar{s}_1$	$s_0 \bar{s}_1$	$s_0 s_1$	$\bar{s}_0 s_1$
$s_3 s_2$				1
$s_3 \bar{s}_2$			1	1
$\bar{s}_3 \bar{s}_2$				
$\bar{s}_3 s_2$				

$$z_2 = s_1 \bar{s}_2 s_3 \vee \bar{s}_0 s_1 s_3$$

# Zusammenfassung der umzusetzenden z's

- ▶  $z_0 = s_0 s_2$
- ▶  $z_1 = s_1 s_2 \bar{s}_3 \vee \bar{s}_0 s_1 s_2 \vee s_0 \bar{s}_2 s_3 \vee s_0 \bar{s}_1 s_3$
- ▶  $z_2 = s_1 \bar{s}_2 s_3 \vee \bar{s}_0 s_1 s_3$
- ▶  $z_3 = s_0 s_1 s_2 s_3$

# Vorgehen bei der Umsetzung in Copasi

- ▶ Bau der Negatoren für alle Eingabeparameter ( $s$ )
- ▶ Wiederverwendung der Empty-Variable
- ▶ Umsetzung der Multiplikation für  $z_0$  und  $z_2$ , da diese jeweils nur eine Konjunktion enthalten

# Vorgehen bei der Umsetzung in Copasi

- ▶ Umsetzen von OR für  $z_1$  und  $z_2$ 
  1. Addition
  2. Multiplikation
  3. Subtraktion
- ▶ OR lässt sich nicht skalieren  $\Rightarrow$  Auswertung für  $z_1$  musste einzeln erfolgen
- ▶  $((p_1 \vee p_2) \vee p_3) \vee p_4$

# Gliederung

Aufgabenstellung

Vorbetrachtungen

Umsetzung

**Simulation**

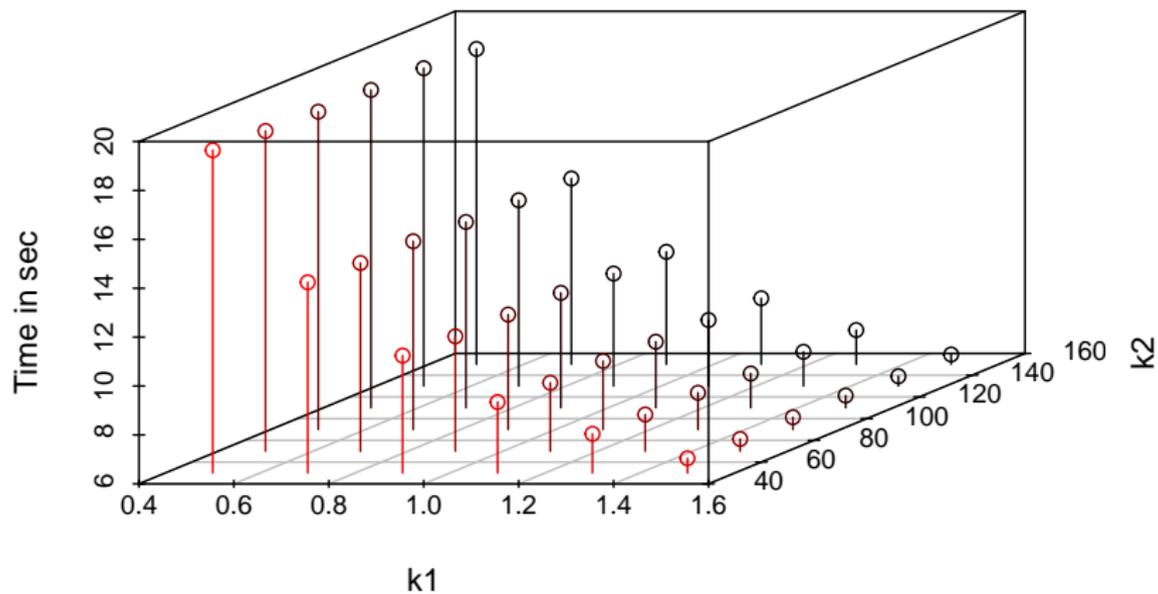
# Simulation

- ▶ Vorführung in COPASI

# Einfluss der Ratenkonstanten

- ▶ insgesamt nur 2 Ratenkonstanten gewählt
- ▶ bei der Umsetzung  $k_1 = 1$  und  $k_2 = 100$  gewählt
- ▶ Simulation für  $k_1 \in [0.5, 1.5]$  und  $k_2 \in [50, 150]$

# Einfluss der Ratenkonstanten



Danke für Eure Aufmerksamkeit!

# Quellen/Verwendete Software

- ▶ Priv.-Doz. Dr.-Ing. habil. Thomas Hinze: Computer der Natur
- ▶ COPASI
- ▶ R