

# Tutorat 9

4-Bit-Carry-Ripple-Addierer, Tiefe, n-Bit Inkrementer  $INC_n$ , Signextension,  
Zweierkomplementzahlen

Gruppe 9

---

*Präsentator:*  
Jürgen Mattheis  
([juergmatth@gmail.com](mailto:juergmatth@gmail.com))

*Vorlesung von:*  
Prof. Dr. Scholl

*Übungsgruppenbetreuung:*  
Tobias Seufert

*28. Juni 2023*

Universität Freiburg, Lehrstuhl für Rechnerarchitektur

# Gliederung

Aufgabe 1

Aufgabe 2

Aufgabe 3

Aufgabe 4

Appendix

# Aufgabe 1

# Aufgabe 1 I

## 4-Bit-Carry-Ripple-Addierer, Tiefe

# Aufgabe 2

# Aufgabe 2 I

n-Bit Inkrementer  $INC_n$

# Aufgabe 3

# Aufgabe 3 I

## Signextension

### Lösung 3.1



#### 1. Zurückführung auf Sign Extension um 1 Bit:

*Lemma:* Sei  $a \in \mathbb{B}^n$ ,  $a = a_{n-1} \dots a_0$ . Dann gilt  $[a]_2 = [a_{n-1}a]_2$ .

*Beweis:*

$$[a_{n-1}a]_2 = -a_{n-1} \cdot 2^n + \sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot 2^i = -a_{n-1} \cdot 2^n + \left( a_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \sum_{i=0}^{n-2} a_i \cdot 2^i \right) = -a_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \sum_{i=0}^{n-2} a_i \cdot 2^i = [a]_2$$

*Damit:*  $[y]_2 = [y_{n-1}^1 y]_2 = [y_{n-1}^2 y_{n-1}^1 y]_2 = \dots = [y_{n-1}^k \dots y_{n-1}^1 y]_2 = [\text{sext}_k(y)]_2$ .



# Aufgabe 3 II

## Signextension

### Lösung 3.1



2. *Direkter Beweis:* Sei  $y \in \mathbb{B}^n$ ,  $y = y_{n-1} \dots y_0$

$$\begin{aligned}
 [\text{sext}_k(y)]_2 &= [\underbrace{y_{n-1} \dots y_{n-1}}_{k\text{-mal}} y]_2 = \sum_{i=0}^{n-2} y_i \cdot 2^i + \sum_{i=n-1}^{n+k-2} y_{n-1} \cdot 2^i - y_{n-1} \cdot 2^{n+k-1} \\
 &= \sum_{i=0}^{n-2} y_i \cdot 2^i + y_{n-1} \cdot \left( \sum_{i=0}^{n+k-2} 2^i - \sum_{i=0}^{n-2} 2^i \right) - y_{n-1} \cdot 2^{n+k-1} \\
 &= \sum_{i=0}^{n-2} y_i \cdot 2^i + y_{n-1} \cdot \left( \frac{2^{n+k-1} - 1}{2 - 1} - \frac{2^{n-1} - 1}{2 - 1} \right) - y_{n-1} \cdot 2^{n+k-1} \\
 &= \sum_{i=0}^{n-2} y_i \cdot 2^i + y_{n-1} \cdot 2^{n+k-1} - y_{n-1} \cdot 2^{n-1} - y_{n-1} \cdot 2^{n+k-1} \\
 &= \sum_{i=0}^{n-2} y_i \cdot 2^i - y_{n-1} \cdot 2^{n-1} \\
 &= [y]_2
 \end{aligned}$$

# Aufgabe 4

# Aufgabe 4 I

## Addition von Zweierkomplementzahlen

# Appendix