

# Grundbegriffe der Informatik

## Tutorium 33

Lukas Bach, [lukas.bach@student.kit.edu](mailto:lukas.bach@student.kit.edu) | 1.12.2016



Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

■ Was ist sind die folgenden Mengen?

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

■ Was ist sind die folgenden Mengen?

■  $\mathbb{N}$

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Was ist sind die folgenden Mengen?
  - $\mathbb{N}$  = Menge der natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...)

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Was ist sind die folgenden Mengen?
  - $\mathbb{N}$  = Menge der natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...)
  - $\mathbb{N}_0$

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Was ist sind die folgenden Mengen?
  - $\mathbb{N}$  = Menge der natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...)
  - $\mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Was ist sind die folgenden Mengen?
  - $\mathbb{N}$  = Menge der natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...)
  - $\mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$
  - $\mathbb{R}$



Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Was ist sind die folgenden Mengen?
  - $\mathbb{N}$  = Menge der natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...)
  - $\mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$
  - $\mathbb{R}$  = Menge der Reellen Zahlen

## ■ Was ist sind die folgenden Mengen?

- $\mathbb{N}$  = Menge der natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...)
- $\mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$
- $\mathbb{R}$  = Menge der Reellen Zahlen
- $\mathbb{R}^+$

## ■ Was ist sind die folgenden Mengen?

- $\mathbb{N}$  = Menge der natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...)
- $\mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$
- $\mathbb{R}$  = Menge der Reellen Zahlen
- $\mathbb{R}^+$  = Menge der positiven reellen Zahlen

## ■ Was ist sind die folgenden Mengen?

- $\mathbb{N}$  = Menge der natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...)
- $\mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$
- $\mathbb{R}$  = Menge der Reellen Zahlen
- $\mathbb{R}^+$  = Menge der positiven reellen Zahlen
- $\mathbb{R}_0$

## ■ Was ist sind die folgenden Mengen?

- $\mathbb{N}$  = Menge der natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...)
- $\mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$
- $\mathbb{R}$  = Menge der Reellen Zahlen
- $\mathbb{R}^+$  = Menge der positiven reellen Zahlen
- $\mathbb{R}_0$  gibt es nicht! 0 ist auch so schon in  $\mathbb{R}$

## ■ Was ist sind die folgenden Mengen?

- $\mathbb{N}$  = Menge der natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...)
- $\mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$
- $\mathbb{R}$  = Menge der Reellen Zahlen
- $\mathbb{R}^+$  = Menge der positiven reellen Zahlen
- $\mathbb{R}_0$  gibt es nicht! 0 ist auch so schon in  $\mathbb{R}$
- $\mathbb{R}_0^+$  genauso nicht!

- Was ist sind die folgenden Mengen?
  - $\mathbb{N}$  = Menge der natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...)
  - $\mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$
  - $\mathbb{R}$  = Menge der Reellen Zahlen
  - $\mathbb{R}^+$  = Menge der positiven reellen Zahlen
  - $\mathbb{R}_0$  gibt es nicht! 0 ist auch so schon in  $\mathbb{R}$
  - $\mathbb{R}_0^+$  genauso nicht!
- Aufgabe:  $R : A^* \rightarrow A^*$ 
  - $R(\varepsilon) = \varepsilon$
  - $\forall x \in A : R(x) = x$
  - $\forall w \in A^* \forall x \in A \forall y \in A : R(xwy) = yR(w)x$
  - Zeige:  $\forall n \in \mathbb{N}_0 : \forall w \in A^n : |R(w)| = |w|$

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

**MIMA**

Maschinenbefehle

Aufgaben



Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

■ Theoretischer, idealisierter Prozessor

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

- Theoretischer, idealisierter Prozessor
- Funktioniert wie ein echter Prozessor, ist aber simpler

Maschinenbefehle

Aufgaben

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Theoretischer, idealisierter Prozessor
- Funktioniert wie ein echter Prozessor, ist aber simpler
- Nah an Technischer Informatik

- Theoretischer, idealisierter Prozessor
- Funktioniert wie ein echter Prozessor, ist aber simpler
- Nah an Technischer Informatik

## Grundaufbau:

# Was ist die MIMA?

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Theoretischer, idealisierter Prozessor
- Funktioniert wie ein echter Prozessor, ist aber simpler
- Nah an Technischer Informatik

Grundaufbau:

- Adressen als 20*bit* Datenwort

- Theoretischer, idealisierter Prozessor
- Funktioniert wie ein echter Prozessor, ist aber simpler
- Nah an Technischer Informatik

## Grundaufbau:

- Adressen als 20*bit* Datenwort
- Speicherworte als 24*bit* Datenwort

# Was ist die MIMA?

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Theoretischer, idealisierter Prozessor
- Funktioniert wie ein echter Prozessor, ist aber simpler
- Nah an Technischer Informatik

## Grundaufbau:

- Adressen als *20bit* Datenwort
- Speicherworte als *24bit* Datenwort
- Maschinenbefehle als...
  - *4bit* Befehl und *20bit* Adresse
  - oder *8bit* Befehl und unwichtigem Rest

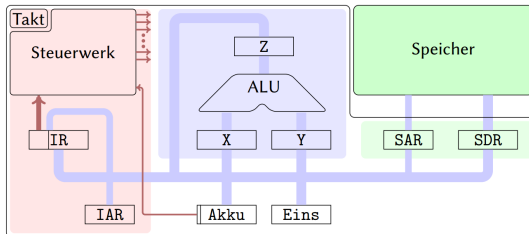
Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben





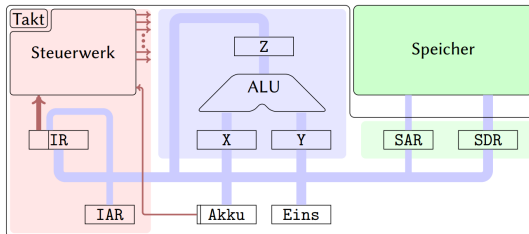
# Aufbau der MIMA: Steuerwerk

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



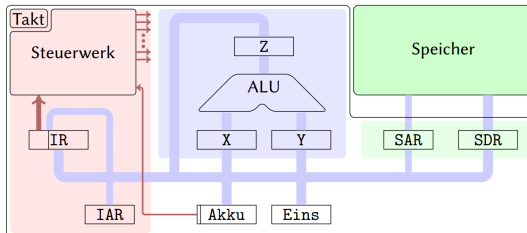
**Steuerwerk**

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Steuerwerk

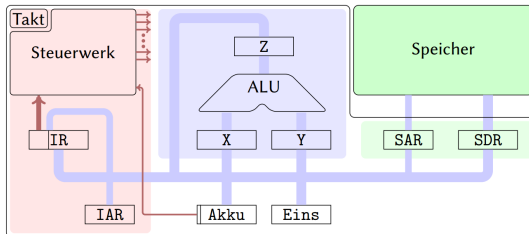
- Instruction Register (IR) enthält den nächsten auszuführenden Befehl

Zum Übungsblatt

MIMA

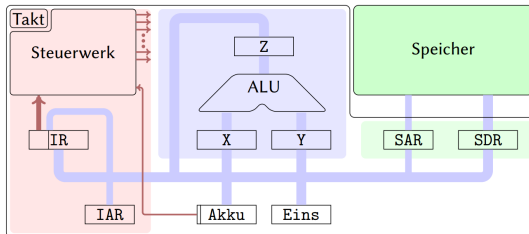
Maschinenbefehle

Aufgaben



## Steuerwerk

- Instruction Register (IR) enthält den nächsten auszuführenden Befehl
- Instruction Adress Register (IAR) enthält die Adresse des nächsten Befehls



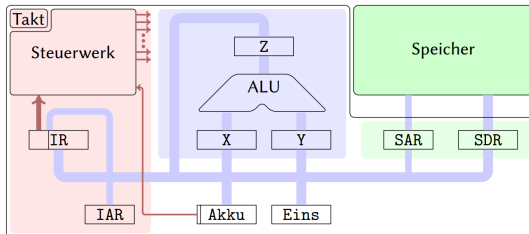
## Steuerwerk

- Instruction Register (IR) enthält den nächsten auszuführenden Befehl
- Instruction Adress Register (IAR) enthält die Adresse des nächsten Befehls
- Takt bestimmt die "Tickrate", also die Geschwindigkeit



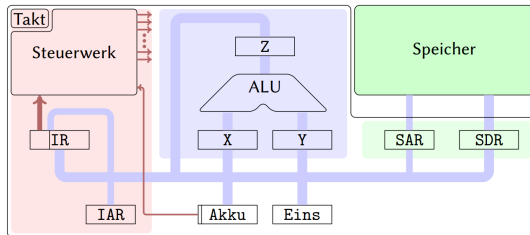
## Steuerwerk

- Instruction Register (IR) enthält den nächsten auszuführenden Befehl
- Instruction Adress Register (IAR) enthält die Adresse des nächsten Befehls
- Takt bestimmt die "Tickrate", also die Geschwindigkeit
- Steuerwerk interpretiert alle Befehle und führt sie aus



## Steuerwerk

- Instruction Register (IR) enthält den nächsten auszuführenden Befehl
- Instruction Adress Register (IAR) enthält die Adresse des nächsten Befehls
- Takt bestimmt die “Tickrate”, also die Geschwindigkeit
- Steuerwerk interpretiert alle Befehle und führt sie aus
- Welche Befehle es gibt: Siehe später



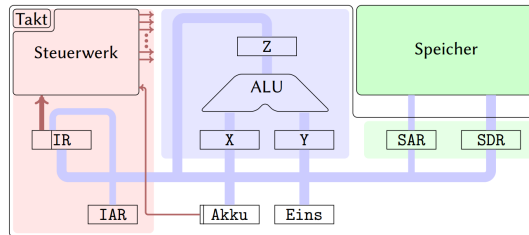
# Aufbau der MIMA: Akku und Eins

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



Akku und Eins



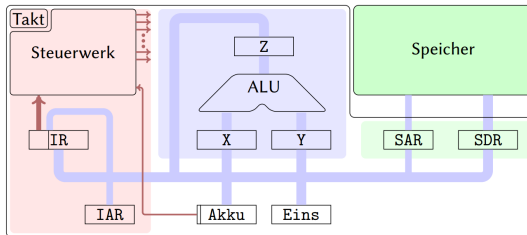
# Aufbau der MIMA: Akku und Eins

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Akku und Eins

- Akku dient als Zwischenspeicher für Datenworte

# Aufbau der MIMA: Akku und Eins

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Akku und Eins

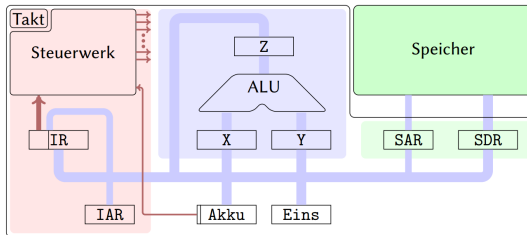
- Akku dient als Zwischenspeicher für Datenworte
- Hält maximal ein Wort

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Akku und Eins

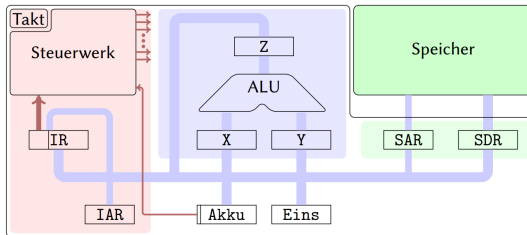
- Akku dient als Zwischenspeicher für Datenworte
- Hält maximal ein Wort
- Eins liefert die Konstante 1, hält also Strom

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Akku und Eins

- Akku dient als Zwischenspeicher für Datenwörter
- Hält maximal ein Wort
- Eins liefert die Konstante 1, hält also Strom
- z.B. erhöhen des IAR

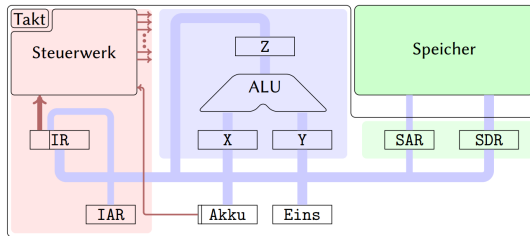
Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



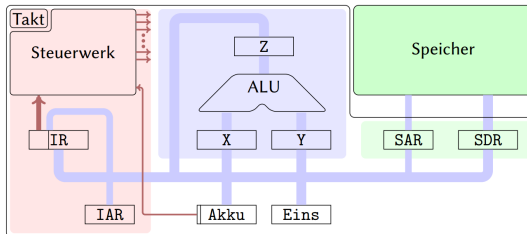
# Aufbau der MIMA: ALU

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



Arithmetic Logic Unit (ALU) / Rechenwerk

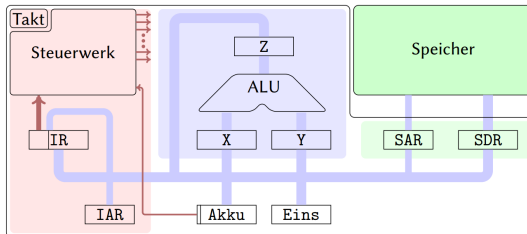
# Aufbau der MIMA: ALU

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Arithmetic Logic Unit (ALU) / Rechenwerk

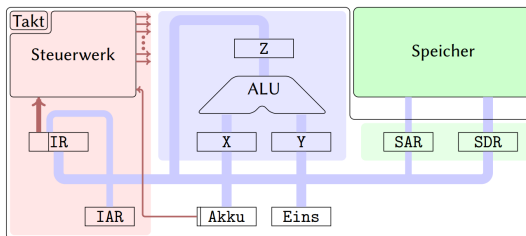
- Durchführt arithmetische Operationen

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Arithmetic Logic Unit (ALU) / Rechenwerk

- Durchführt arithmetische Operationen
- **mod** , **div** , +, −, ..., bitweises OR/AND/...



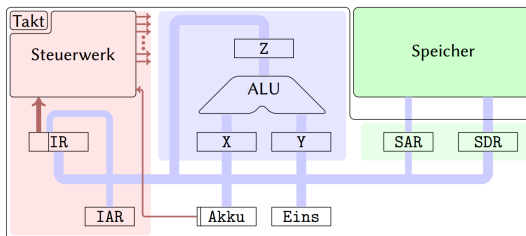
# Aufbau der MIMA: ALU

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Arithmetic Logic Unit (ALU) / Rechenwerk

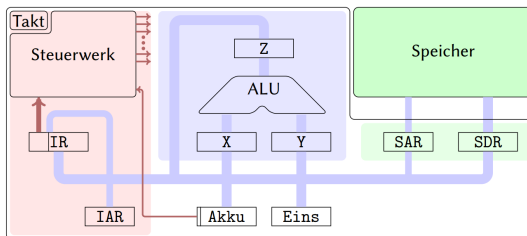
- Durchführt arithmetische Operationen
- **mod** , **div** , +, −, ..., bitweises OR/AND/...
- X und Y sind Eingaberegister

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Arithmetic Logic Unit (ALU) / Rechenwerk

- Durchführt arithmetische Operationen
- **mod** , **div** , + , - , ... , bitweises OR/AND/...
- X und Y sind Eingaberegister
- Z ist Ausgaberegister

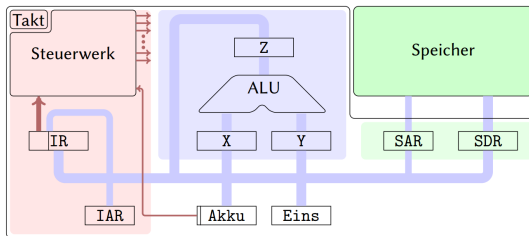
Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



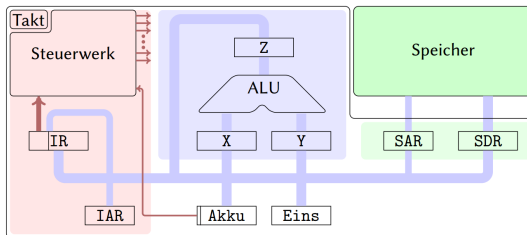
# Aufbau der MIMA: ALU

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Speicher(werk)

Speicher selbst speichert Befehle und Daten.

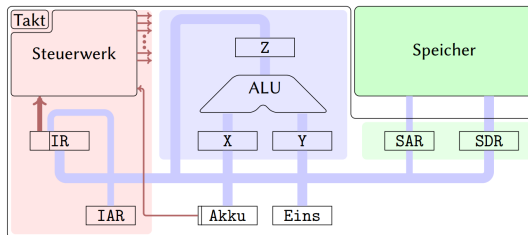
# Aufbau der MIMA: ALU

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Speicher(werk)

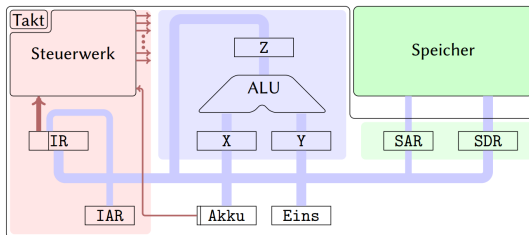
Speicher selbst speichert Befehle und Daten. Speicherwerk besteht aus:

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Speicher(werk)

Speicher selbst speichert Befehle und Daten. Speicherwerk besteht aus:

- Speicheradressregister (SAR)  
ist die Adresse, bei der im  
Speicher gespeichert/gelesen  
werden soll

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Speicher(werk)

Speicher selbst speichert Befehle und Daten. Speicherwerk besteht aus:

- Speicheradressregister (SAR)  
ist die Adresse, bei der im Speicher gespeichert/gelesen werden soll
- Speicherdatenregister (SDR)  
Datum, das bei der Adresse gespeichert werden soll/gelesen wurde.

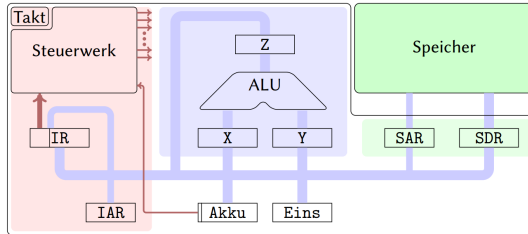
Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

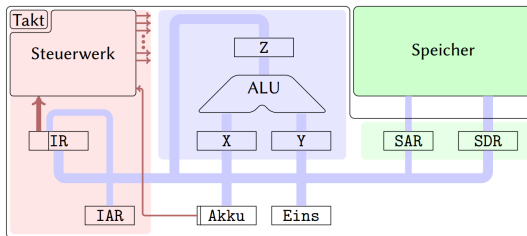
MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben







## Busse

# Aufbau der MIMA: ALU

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Busse

- “Kabel” zwischen den Verbindungen

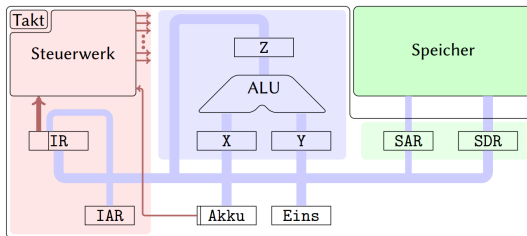
# Aufbau der MIMA: ALU

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Busse

- “Kabel” zwischen den Verbindungen
- Ein kompletter Bus überträgt entweder 1, 0, oder nichts

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



## Busse

- “Kabel” zwischen den Verbindungen
- Ein kompletter Bus überträgt entweder 1, 0, oder nichts
- Kann nur eine einzige Information auf einmal übertragen

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Um MIMA Programme und dazugehörige Definitionen verständlicher zu machen, vereinbaren wir folgende Konventionen:

Maschinenbefehle

Aufgaben

Um MIMA Programme und dazugehörige Definitionen verständlicher zu machen, vereinbaren wir folgende Konventionen:

- Befehle (eigentlich Bitfolge) schreiben wir als Befehlsname und Adresse

Um MIMA Programme und dazugehörige Definitionen verständlicher zu machen, vereinbaren wir folgende Konventionen:

- Befehle (eigentlich Bitfolge) schreiben wir als Befehlname und Adresse
  - `0010000000000000000101010`  $\equiv$  *STV 42*

Um MIMA Programme und dazugehörige Definitionen verständlicher zu machen, vereinbaren wir folgende Konventionen:

- Befehle (eigentlich Bitfolge) schreiben wir als Befehlsname und Adresse
  - $0010000000000000000101010 \equiv STV\ 42$
- $X \leftarrow Y \equiv$  "Der Variable  $X$  wird der Wert  $Y$  zugewiesen"



# MIMA Befehle

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
---------------	--------	-----------

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

# MIMA Befehle

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>LDC const</i>	<i>Akku</i> $\leftarrow$ <i>const</i>	Lade eine Konstante <i>const</i> in den Akku

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

# MIMA Befehle

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>LDC const</i>	$Akku \leftarrow const$	Lade eine Konstante <i>const</i> in den Akku
<i>LDV adr</i>	$Akku \leftarrow M(adr)$	Lade einen Wert vom Speicher bei Adresse <i>adr</i> in den Akku

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

# MIMA Befehle

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>LDC const</i>	$Akku \leftarrow const$	Lade eine Konstante <i>const</i> in den Akku
<i>LDV adr</i>	$Akku \leftarrow M(adr)$	Lade einen Wert vom Speicher bei Adresse <i>adr</i> in den Akku
<i>STV adr</i>	$M(adr) \leftarrow Akku$	Lade Speichere den Wert aus dem Akku im Speicher bei Adresse <i>adr</i>

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

# MIMA Befehle

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>LDC const</i>	$Akku \leftarrow const$	Lade eine Konstante <i>const</i> in den Akku
<i>LDV adr</i>	$Akku \leftarrow M(adr)$	Lade einen Wert vom Speicher bei Adresse <i>adr</i> in den Akku
<i>STV adr</i>	$M(adr) \leftarrow Akku$	Lade Speichere den Wert aus dem Akku im Speicher bei Adresse <i>adr</i>
<i>LDIV adr</i>	$Akku \leftarrow M(M(adr))$	Lade einen Wert vom Speicher bei der Adresse, die bei <i>adr</i> gespeichert ist, und lade den Wert in den Akku

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

# MIMA Befehle

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>LDC const</i>	$Akku \leftarrow const$	Lade eine Konstante <i>const</i> in den Akku
<i>LDV adr</i>	$Akku \leftarrow M(adr)$	Lade einen Wert vom Speicher bei Adresse <i>adr</i> in den Akku
<i>STV adr</i>	$M(adr) \leftarrow Akku$	Lade Speichere den Wert aus dem Akku im Speicher bei Adresse <i>adr</i>
<i>LDIV adr</i>	$Akku \leftarrow M(M(adr))$	Lade einen Wert vom Speicher bei der Adresse, die bei <i>adr</i> gespeichert ist, und lade den Wert in den Akku
<i>STIV adr</i>	$M(M(adr)) \leftarrow Akku$	Speichere den Wert im Akku bei der Adresse, die in <i>adr</i> gespeichert ist.

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

MIMA	Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
Maschinenbefehle			
Aufgaben			

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>ADD adr</i>	$Akku \leftarrow Akku + M(adr)$	Addiere den Wert bei <i>adr</i> zum Akku dazu.



Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>ADD adr</i>	$Akku \leftarrow Akku + M(adr)$	Addiere den Wert bei <i>adr</i> zum Akku dazu.
<i>"OP" adr</i>	$Akku \text{ "OP" } M(adr)$	Wende bitweise Operation auf Akku mit Wert bei <i>adr</i> an. $Op \in \{AND, OR, XOR\}$ .

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Bedeutung
---------------	-----------

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Bedeutung
<i>NOT</i>	Bitweise Invertierung aller Bits des Akku-Datenwortes

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Bedeutung
<i>NOT</i>	Bitweise Invertierung aller Bits des Akku-Datenwortes
<i>RAR</i>	Rotiere alle Akku-Bits eins nach rechts

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Bedeutung
<i>NOT</i>	Bitweise Invertierung aller Bits des Akku-Datenwortes
<i>RAR</i>	Rotiere alle Akku-Bits eins nach rechts
<i>EQL adr</i>	Setze Akku auf 11 ··· 11, falls Wert bei <i>adr</i> gleich Akku-Wert, setze Akku auf 00 ··· 00 sonst.

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Bedeutung
<i>NOT</i>	Bitweise Invertierung aller Bits des Akku-Datenwortes
<i>RAR</i>	Rotiere alle Akku-Bits eins nach rechts
<i>EQL adr</i>	Setze Akku auf 11...11, falls Wert bei <i>adr</i> gleich Akku-Wert, setze Akku auf 00...00 sonst.
<i>JMP adr</i>	Springe zu Befehlsadresse <i>adr</i>

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Bedeutung
<i>NOT</i>	Bitweise Invertierung aller Bits des Akku-Datenwortes
<i>RAR</i>	Rotiere alle Akku-Bits eins nach rechts
<i>EQL adr</i>	Setze Akku auf 11...11, falls Wert bei <i>adr</i> gleich Akku-Wert, setze Akku auf 00...00 sonst.
<i>JMP adr</i>	Springe zu Befehlsadresse <i>adr</i>
<i>JMN adr</i>	Springe zu Befehlsadresse <i>adr</i> , falls Akku negativ (also erstes Bit = 1), sonst fahre normal fort.

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

- Befehle zum laden und Speichern in den Speicher

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

# MIMA Befehle: Sichern und Laden

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Befehle zum laden und Speichern in den Speicher
- LDV um Daten vom Speicher zu laden, STV um Daten in den Speicher zu schreiben

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Befehle zum laden und Speichern in den Speicher
- LDV um Daten vom Speicher zu laden, STV um Daten in den Speicher zu schreiben
- LDC um eine Konstante zu laden

- Befehle zum laden und Speichern in den Speicher
- LDV um Daten vom Speicher zu laden, STV um Daten in den Speicher zu schreiben
- LDC um eine Konstante zu laden
- Daten werden in einem Zwischenspeicher gelagert, der nur ein Datenwort hält

- Befehle zum laden und Speichern in den Speicher
- LDV um Daten vom Speicher zu laden, STV um Daten in den Speicher zu schreiben
- LDC um eine Konstante zu laden
- Daten werden in einem Zwischenspeicher gelagert, der nur ein Datenwort hält: Akku.

- Befehle zum laden und Speichern in den Speicher
- LDV um Daten vom Speicher zu laden, STV um Daten in den Speicher zu schreiben
- LDC um eine Konstante zu laden
- Daten werden in einem Zwischenspeicher gelagert, der nur ein Datenwort hält: Akku.

Beispiele:

- Befehle zum laden und Speichern in den Speicher
- LDV um Daten vom Speicher zu laden, STV um Daten in den Speicher zu schreiben
- LDC um eine Konstante zu laden
- Daten werden in einem Zwischenspeicher gelagert, der nur ein Datenwort hält: Akku.

Beispiele:

- *LDV 9* lädt das Datum, das im Speicher bei Adresse 9 liegt, in den Akku.

- Befehle zum laden und Speichern in den Speicher
- LDV um Daten vom Speicher zu laden, STV um Daten in den Speicher zu schreiben
- LDC um eine Konstante zu laden
- Daten werden in einem Zwischenspeicher gelagert, der nur ein Datenwort hält: Akku.

## Beispiele:

- *LDV 9* lädt das Datum, das im Speicher bei Adresse 9 liegt, in den Akku.
- *STV 9* speichert das Datum, das im Akku liegt, in den Speicher an Adresse 9.



- Befehle zum laden und Speichern in den Speicher
- LDV um Daten vom Speicher zu laden, STV um Daten in den Speicher zu schreiben
- LDC um eine Konstante zu laden
- Daten werden in einem Zwischenspeicher gelagert, der nur ein Datenwort hält: Akku.

## Beispiele:

- *LDV 9* lädt das Datum, das im Speicher bei Adresse 9 liegt, in den Akku.
- *STV 9* speichert das Datum, das im Akku liegt, in den Speicher an Adresse 9.
- *LDC 4* lädt die Zahl 4 in den Akku (also kein Speicherzugriff).

# MIMA Befehle: Sichern und Laden

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>LDC const</i>	$Akku \leftarrow const$	Lade eine Konstante <i>const</i> in den Akku
<i>LDV adr</i>	$Akku \leftarrow M(adr)$	Lade einen Wert vom Speicher bei Adresse <i>adr</i> in den Akku
<i>STV adr</i>	$M(adr) \leftarrow Akku$	Lade Speichere den Wert aus dem Akku im Speicher bei Adresse <i>adr</i>

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

# MIMA Befehle: Sichern und Laden

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>LDC const</i>	$Akku \leftarrow const$	Lade eine Konstante <i>const</i> in den Akku
<i>LDV adr</i>	$Akku \leftarrow M(adr)$	Lade einen Wert vom Speicher bei Adresse <i>adr</i> in den Akku
<i>STV adr</i>	$M(adr) \leftarrow Akku$	Lade Speichere den Wert aus dem Akku im Speicher bei Adresse <i>adr</i>

## Beispielprogramm mit initialem Speicherabbild

LDC 5	:	Adresse	Wert
STV $a_1$	:	$a_1$	0
LDC 7	LDV $a_1$	$a_2$	0
STV $a_2$	STV $a_3$	$a_3$	0
:	HALT		

# MIMA Befehle: Indirektes Sichern und Laden

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>LDIV adr</i>	$Akku \leftarrow M(M(adr))$	Lade einen Wert vom Speicher bei der Adresse, die bei <i>adr</i> gespeichert ist, und lade den Wert in den Akku
<i>STIV adr</i>	$M(M(adr)) \leftarrow Akku$	Speichere den Wert im Akku bei der Adresse, die in <i>adr</i> gespeichert ist.

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

# MIMA Befehle: Indirektes Sichern und Laden

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>LDIV adr</i>	$Akku \leftarrow M(M(adr))$	Lade einen Wert vom Speicher bei der Adresse, die bei <i>adr</i> gespeichert ist, und lade den Wert in den Akku
<i>STIV adr</i>	$M(M(adr)) \leftarrow Akku$	Speichere den Wert im Akku bei der Adresse, die in <i>adr</i> gespeichert ist.

## Beispielprogramm mit initialem Speicherabbild

LDIV 4  
STV 5  
LDIV 5  
STIV 4  
HALT

Adresse	Wert
4	6
5	0
6	7
7	2

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

## ■ Befehle zu arithmetischen Operationen

- Befehle zu arithmetischen Operationen
- Eine ALU-Operation, angewandt auf dem Wert des Akkus und dem Wert an gegebener Adresse



- Befehle zu arithmetischen Operationen
- Eine ALU-Operation, angewandt auf dem Wert des Akkus und dem Wert an gegebener Adresse
- Beispiele:

- Befehle zu arithmetischen Operationen
- Eine ALU-Operation, angewandt auf dem Wert des Akkus und dem Wert an gegebener Adresse
- Beispiele:
  - *ADD 4* addiert den Wert im Akku mit dem Wert aus dem Speicher an Adresse 4 und legt das Resultat im Akku ab

- Befehle zu arithmetischen Operationen
- Eine ALU-Operation, angewandt auf dem Wert des Akkus und dem Wert an gegebener Adresse
- Beispiele:
  - *ADD 4* addiert den Wert im Akku mit dem Wert aus dem Speicher an Adresse 4 und legt das Resultat im Akku ab. Achtung: Addition nicht mit dem Wert 4!

- Befehle zu arithmetischen Operationen
- Eine ALU-Operation, angewandt auf dem Wert des Akkus und dem Wert an gegebener Adresse
- Beispiele:
  - *ADD* 4 addiert den Wert im Akku mit dem Wert aus dem Speicher an Adresse 4 und legt das Resultat im Akku ab. Achtung: Addition nicht mit dem Wert 4!
  - *AND* 3 führt bitweise Verundung zwischen dem Wert im Akku und dem Wert aus dem Speicher an Adresse 4 durch und legt das Resultat im Akku ab.

# MIMA Befehle: Eins plus Eins

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>ADD adr</i>	$Akku \leftarrow Akku + M(adr)$	Addiere den Wert bei <i>adr</i> zum Akku dazu.
<i>"OP" adr</i>	$Akku \text{ "OP" } M(adr)$	Wende bitweise Operation auf Akku mit Wert bei <i>adr</i> an. $Op \in \{AND, OR, XOR\}$ .

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

# MIMA Befehle: Eins plus Eins

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>ADD adr</i>	$Akku \leftarrow Akku + M(adr)$	Addiere den Wert bei <i>adr</i> zum Akku dazu.
<i>"OP" adr</i>	$Akku \text{ "OP" } M(adr)$	Wende bitweise Operation auf Akku mit Wert bei <i>adr</i> an. $Op \in \{AND, OR, XOR\}$ .

## Beispielprogramm mit initialem Speicherabbild

LDC 5  
ADD 3  
AND 4  
STV 5  
LDC 12  
XOR 5  
HALT

Adresse	Wert
3	3
4	8
5	17

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- *NOT* invertiert alle Bits des Datums im Akku.



- *NOT* invertiert alle Bits des Datums im Akku. Beispiel *NOT* mit 5 im Akku, angenommen der Akku speichert bis zu 8 bits

- *NOT* invertiert alle Bits des Datums im Akku. Beispiel *NOT* mit 5 im Akku, angenommen der Akku speichert bis zu 8 bits:  
 $5_{10} = 00000101_2$ , nach der Invertierung:  $11111010_2$ .

- *NOT* invertiert alle Bits des Datums im Akku. Beispiel *NOT* mit 5 im Akku, angenommen der Akku speichert bis zu 8 bits:  
 $5_{10} = 00000101_2$ , nach der Invertierung:  $11111010_2$ .
- *RAR* rotiert alle Bits des Datums im Akku um eine Stelle nach rechts.

- *NOT* invertiert alle Bits des Datums im Akku. Beispiel *NOT* mit 5 im Akku, angenommen der Akku speichert bis zu 8 bits:  
 $5_{10} = 00000101_2$ , nach der Invertierung:  $11111010_2$ .
- *RAR* rotiert alle Bits des Datums im Akku um eine Stelle nach rechts. Beispiel mit 5 im Akku:  $00000101_2$  wird zu  $10000010_2$ .

- *NOT* invertiert alle Bits des Datums im Akku. Beispiel *NOT* mit 5 im Akku, angenommen der Akku speichert bis zu 8 bits:  
 $5_{10} = 00000101_2$ , nach der Invertierung:  $11111010_2$ .
- *RAR* rotiert alle Bits des Datums im Akku um eine Stelle nach rechts. Beispiel mit 5 im Akku:  $00000101_2$  wird zu  $10000010_2$ .
- *EQL adr* vergleicht den Wert im Akku mit dem Wert bei *adr*.

- *NOT* invertiert alle Bits des Datums im Akku. Beispiel *NOT* mit 5 im Akku, angenommen der Akku speichert bis zu 8 bits:  
 $5_{10} = 00000101_2$ , nach der Invertierung:  $11111010_2$ .
- *RAR* rotiert alle Bits des Datums im Akku um eine Stelle nach rechts. Beispiel mit 5 im Akku:  $00000101_2$  wird zu  $10000010_2$ .
- *EQL adr* vergleicht den Wert im Akku mit dem Wert bei *adr*.
  - Setzt Akku = 11  $\dots$  11 falls Werte gleich sind.

- *NOT* invertiert alle Bits des Datums im Akku. Beispiel *NOT* mit 5 im Akku, angenommen der Akku speichert bis zu 8 bits:  
 $5_{10} = 00000101_2$ , nach der Invertierung:  $11111010_2$ .
- *RAR* rotiert alle Bits des Datums im Akku um eine Stelle nach rechts. Beispiel mit 5 im Akku:  $00000101_2$  wird zu  $10000010_2$ .
- *EQL adr* vergleicht den Wert im Akku mit dem Wert bei *adr*.
  - Setzt Akku =  $11 \dots 11$  falls Werte gleich sind.
  - Setzt Akku =  $00 \dots 00$  falls Werte nicht gleich sind.

# MIMA Befehle: Bits und Bytes

Befehlssyntax	Bedeutung
<i>NOT</i>	Bitweise Invertierung aller Bits des Akku-Datenwortes
<i>RAR</i>	Rotiere alle Akku-Bits eins nach rechts
<i>EQL adr</i>	Setze Akku auf 11 ··· 11, falls Wert bei <i>adr</i> gleich Akku-Wert, setze Akku auf 00 ··· 00 sonst.

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



Befehlssyntax	Bedeutung
<i>NOT</i>	Bitweise Invertierung aller Bits des Akku-Datenwortes
<i>RAR</i>	Rotiere alle Akku-Bits eins nach rechts
<i>EQL adr</i>	Setze Akku auf 11 ··· 11, falls Wert bei <i>adr</i> gleich Akku-Wert, setze Akku auf 00 ··· 00 sonst.

## Beispielprogramm mit initialem Speicherabbild

LDC 5	:
NOT	:
RAR	RAR
NOT	EQL 15
RAR	EQL 0
:	HALT

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Normalerweise wird die Instruktionsadresse nach jedem Befehl um eins erhöht

- Normalerweise wird die Instruktionsadresse nach jedem Befehl um eins erhöht
- Also Befehle werden von oben nach unten abgearbeitet

- Normalerweise wird die Instruktionsadresse nach jedem Befehl um eins erhöht
- Also Befehle werden von oben nach unten abgearbeitet
- Mit Sprüngen kann man die MIMA zwingen, zu definiertem Befehl zu springen und damit die Vorgehensreihenfolge zu beeinflussen

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Normalerweise wird die Instruktionsadresse nach jedem Befehl um eins erhöht
- Also Befehle werden von oben nach unten abgearbeitet
- Mit Sprüngen kann man die MIMA zwingen, zu definiertem Befehl zu springen und damit die Vorgehensreihenfolge zu beeinflussen
- *JMP adr* führt als nächsten Befehl den an Adresse *adr* aus.

- Normalerweise wird die Instruktionsadresse nach jedem Befehl um eins erhöht
- Also Befehle werden von oben nach unten abgearbeitet
- Mit Sprüngen kann man die MIMA zwingen, zu definiertem Befehl zu springen und damit die Vorgehensreihenfolge zu beeinflussen
- *JMP adr* führt als nächsten Befehl den an Adresse *adr* aus.
- *JMN adr* führt als nächsten Befehl den an Adresse *adr* aus, falls der Akku negativ ist.

- Normalerweise wird die Instruktionsadresse nach jedem Befehl um eins erhöht
- Also Befehle werden von oben nach unten abgearbeitet
- Mit Sprüngen kann man die MIMA zwingen, zu definiertem Befehl zu springen und damit die Vorgehensreihenfolge zu beeinflussen
- *JMP adr* führt als nächsten Befehl den an Adresse *adr* aus.
- *JMN adr* führt als nächsten Befehl den an Adresse *adr* aus, falls der Akku negativ ist.
  - Also wenn das erste Bit im Akku negativ ist.



- Normalerweise wird die Instruktionsadresse nach jedem Befehl um eins erhöht
- Also Befehle werden von oben nach unten abgearbeitet
- Mit Sprüngen kann man die MIMA zwingen, zu definiertem Befehl zu springen und damit die Vorgehensreihenfolge zu beeinflussen
- *JMP adr* führt als nächsten Befehl den an Adresse *adr* aus.
- *JMN adr* führt als nächsten Befehl den an Adresse *adr* aus, falls der Akku negativ ist.
  - Also wenn das erste Bit im Akku negativ ist.
  - Wenn vorher ein *EQL* erfolgreich verglichen hat, wird also gesprungen.

- Normalerweise wird die Instruktionsadresse nach jedem Befehl um eins erhöht
- Also Befehle werden von oben nach unten abgearbeitet
- Mit Sprüngen kann man die MIMA zwingen, zu definiertem Befehl zu springen und damit die Vorgehensreihenfolge zu beeinflussen
- *JMP adr* führt als nächsten Befehl den an Adresse *adr* aus.
- *JMN adr* führt als nächsten Befehl den an Adresse *adr* aus, falls der Akku negativ ist.
  - Also wenn das erste Bit im Akku negativ ist.
  - Wenn vorher ein *EQL* erfolgreich verglichen hat, wird also gesprungen.
  - Wenn der Akku positiv ist, werden die Befehle nach *JMN* normal weiter abgearbeitet.

# MIMA Befehle: Springen

Befehlssyntax	Bedeutung
<i>EQL adr</i>	Setze Akku auf 11...11, falls Wert bei <i>adr</i> gleich Akku-Wert, setze Akku auf 00...00 sonst.
<i>JMP adr</i>	Springe zu Befehlsadresse <i>adr</i>
<i>JMN adr</i>	Springe zu Befehlsadresse <i>adr</i> , falls Akku negativ (also erstes Bit = 1), sonst fahre normal fort.

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

# MIMA Befehle: Springen

Befehlssyntax	Bedeutung
<i>EQL adr</i>	Setze Akku auf 11...11, falls Wert bei <i>adr</i> gleich Akku-Wert, setze Akku auf 00...00 sonst.
<i>JMP adr</i>	Springe zu Befehlsadresse <i>adr</i>
<i>JMN adr</i>	Springe zu Befehlsadresse <i>adr</i> , falls Akku negativ (also erstes Bit = 1), sonst fahre normal fort.

## Beispielprogramm mit initialem Speicherabbild

LDC 5	:		
$a_1$ : JMN $a_2$	NOT	Adresse	Wert
EQL 1	$a_2$ : JMP $a_3$	1	5
JMN $a_1$	NOT		
:	$a_3$ : HALT		

## MIMA-Programm schreiben

Schreibe ein MIMA-Programm:

- Eingabe: Adresse  $a_1$  einer positiven Zahl  $x$ .
- Ausgabe: Speichert  $3 \cdot x$  in  $a_1$ .

## MIMA-Programm schreiben

Schreibe ein MIMA-Programm:

- Eingabe: Adresse  $a_1$  einer positiven Zahl  $x$ .
- Ausgabe: Speichert  $3 \cdot x$  in  $a_1$ .

Lösung:

LDV  $a_1$

ADD  $a_1$

ADD  $a_1$

STV  $a_1$

HALT

## MIMA-Programm schreiben

Schreibe ein MIMA-Programm:

- Eingabe: Adresse  $a_1$  einer positiven Zahl  $x$ .
- Ausgabe: Speichert  $x \bmod 2$  in  $a_1$ .

## MIMA-Programm schreiben

Schreibe ein MIMA-Programm:

- Eingabe: Adresse  $a_1$  einer positiven Zahl  $x$ .
- Ausgabe: Speichert  $x \bmod 2$  in  $a_1$ .

Lösung:

```
LDC 1 // 00000000000000000000000000000001
```

```
AND  $a_1$ 
```

```
STV  $a_1$ 
```

```
HALT
```



## MIMA-Programm schreiben

Schreibe ein MIMA-Programm:

- Eingabe: Adresse  $a_1$  einer positiven Zahl  $x$ .
- Ausgabe: Speichert  $x \mathbf{div} 2$  in  $a_1$ .

## MIMA-Programm schreiben

Schreibe ein MIMA-Programm:

- Eingabe: Adresse  $a_1$  einer positiven Zahl  $x$ .
- Ausgabe: Speichert  $x \mathbf{div} 2$  in  $a_1$ .

Lösung:

LDC 1

NOT

AND  $a_1$  // Setze "rechtestes" Bit auf 0

RAR

STV  $a_1$

HALT

# Grundbegriffe der Informatik

Lukas Bach, lu-  
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



*That's all Folks!*