School of Computation, Information and Technology
Technische Universität München

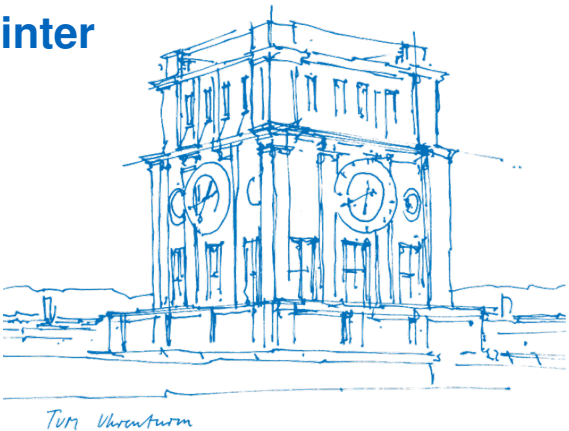
Übung 03: Sprünge und Pointer

Einführung in die Rechnerarchitektur

Niklas Ladurner

School of Computation, Information and Technology
Technische Universität München

31. Oktober 2025



Keine Garantie für die Richtigkeit der Tutorfolien.

Bei Unklarheiten/Unstimmigkeiten haben VL/ZÜ-Folien recht!

Sprungbefehle

Branch-Befehle

Rücksprungadresse wird nicht gesichert, **Sprungbedingung** muss erfüllt sein

- `beq`: `rs1` $=$ `rs2`
- `bne`: `rs1` $\neq$ `rs2`
- `blt(u)`: `rs1` $<$ `rs2`
- `bgt(u)`: `rs1` $>$ `rs2`

für Schleifen und Bedingungen (ifs)

Jump-Befehle

Schreiben Rücksprungadresse in `ra` oder angegebenes Register, springen immer

- `jal label`
- `jalr rd, offset(rs)`
- `call label` [1]
- `j label` (Überschreibt `ra` nicht)

für Rekursion und Unterprogramme[2]

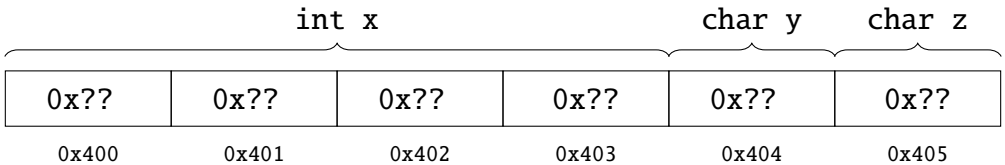
[1] Pseudobefehl für `jalr` mit 32-Bit Offset

[2] außer `j label`, Pseudobefehl für `jal zero, label`

Speichermodell

- 32-Bit-Architektur, d.h. Wortbreite von 4 Byte
- Adressen folglich auch 32 Bit
- Speicher ist Byte-addressierbar
- Daten liegen nacheinander im Speicher
- Adresse eines Symbols kann mittels `la rd, sym` geladen werden

```
struct myStruct{
    int x;
    char y;
    char z;
};
```



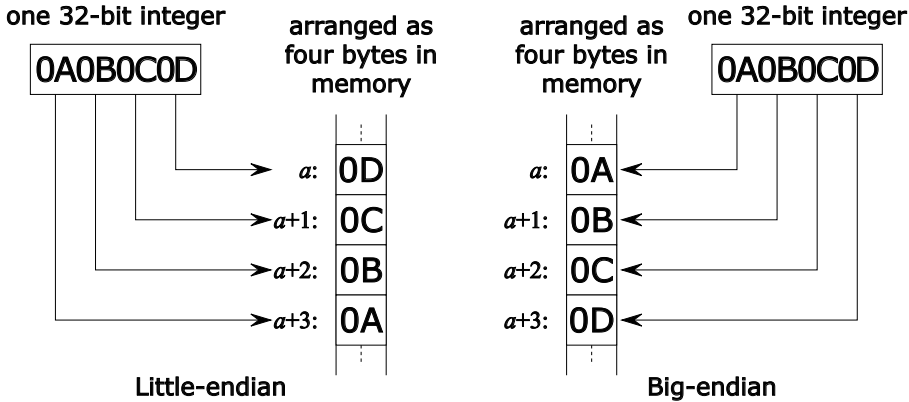
Sections und Direktiven

```
# compile-time Konstante
.equ NUM, 2748

# ro + init. Daten
.rodata
f: .word 2

# rw + init. Daten
.org 0x400
.data
arr: .byte 4, 3, 2, 1
string1: .ascii "asdf"
string2: .asciz "asdf"
```

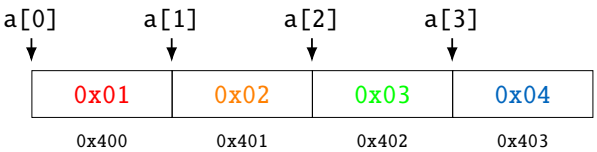
```
# rw + uninit. Daten
.bss
a: .space 16

# globales Einstiegslabel
.globl _start

.org 0x200 # section beginnt an
↪  Adresse 0x200
.text
_start:
la a0, arr
lbu a1, 0(a0)
```

ro: read-only, **rw**: les- und schreibbar

Byte-Reihenfolge (Endianness)



Byte-Reihenfolge (Endianness)

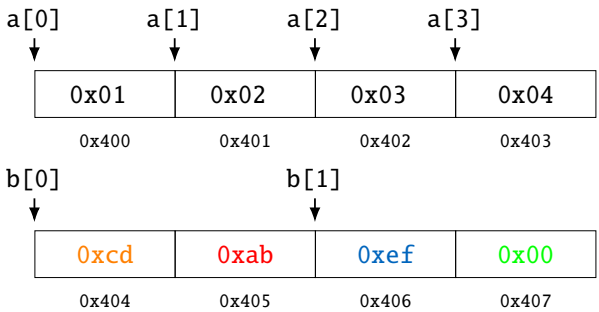



```
.org 0x400
.data

a: .byte 0x01, 0x02, 0x03, 0x04
```

Wichtig: Innerhalb der einzelnen Bytes bleibt die Bitreihenfolge gleich!

Byte-Reihenfolge (Endianness)

```
.org 0x400
.data

a: .byte 0x01, 0x02, 0x03, 0x04
b: .half 0xabcd, 0x00ef
```

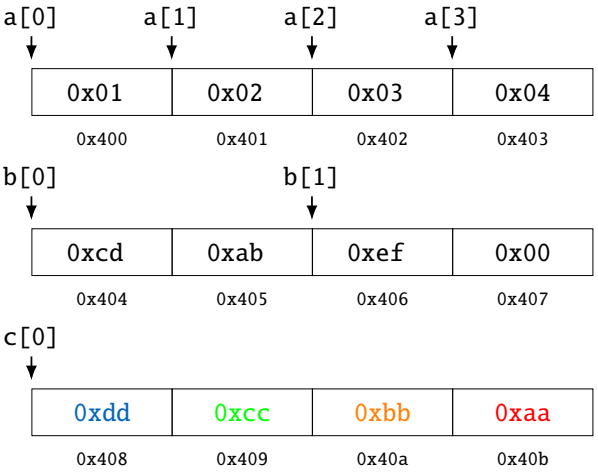


Wichtig: Innerhalb der einzelnen Bytes bleibt die Bitreihenfolge gleich!

Byte-Reihenfolge (Endianness)

```
.org 0x400
.data

a: .byte 0x01, 0x02, 0x03, 0x04
b: .half 0xabcd, 0x00ef
c: .word 0xaabbccdd
```

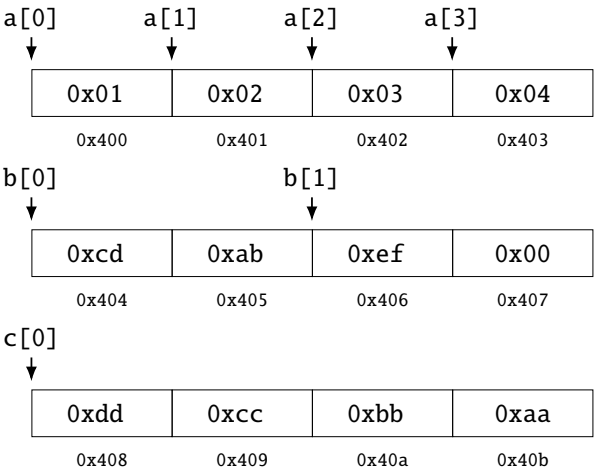
Wichtig: Innerhalb der einzelnen Bytes bleibt die Bitreihenfolge gleich!



Byte-Reihenfolge (Endianness)

```
.org 0x400
.data

a: .byte 0x01, 0x02, 0x03, 0x04
b: .half 0xabcd, 0x00ef
c: .word 0xaabbccdd
```

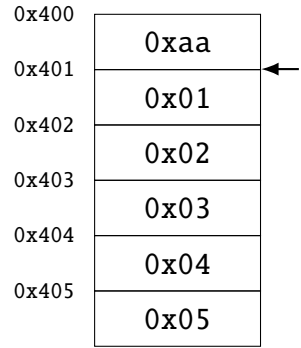
Wichtig: Innerhalb der einzelnen Bytes bleibt die Bitreihenfolge gleich!



Speicherzugriffe[3]

```
lw t0, 0(a0)
```

lade 4 Byte an der Adresse a0 + 0 Bytes Offset in das Register t0

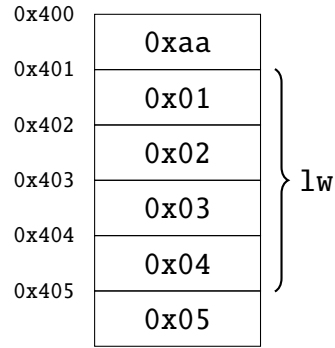


a0 = 0x00000401

Speicherzugriffe[3]

```
lw t0, 0(a0)
```

lade 4 Byte an der Adresse a0 + 0 Bytes Offset in das Register t0

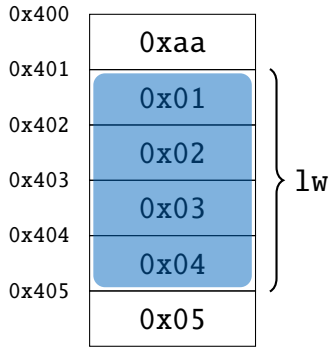


a0 = 0x00000401

Speicherzugriffe[3]

```
lw t0, 0(a0)
```

lade 4 Byte an der Adresse a0 + 0 Bytes
Offset in das Register t0



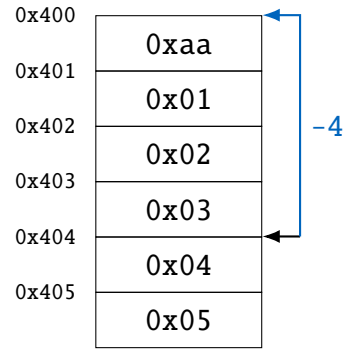

```
a0 = 0x00000401
t0 = 0x04030201
```

[3] **b**yte: 1 Byte, **h**alf-word: 2 Byte, **w**ord: 4 Byte, Suffix **u**nsigned

Speicherzugriffe[3]

```
lb t1, -4(a2)
```

lade 1 Byte (sign-extended) an der Adresse
a2 – 4 Bytes Offset in das Register t1

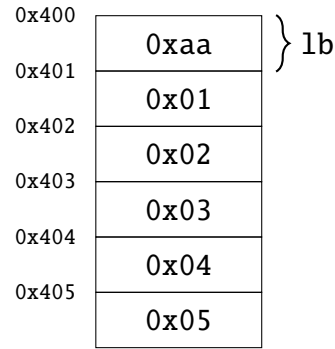


a2 = 0x00000404

Speicherzugriffe[3]

```
lb t1, -4(a2)
```

lade 1 Byte (sign-extended) an der Adresse
`a2` – 4 Bytes Offset in das Register `t1`

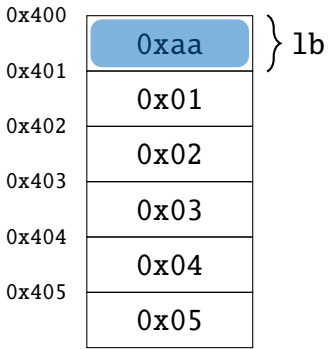


`a2 = 0x00000404`

Speicherzugriffe[3]

```
lb t1, -4(a2)
```

lade 1 Byte (sign-extended) an der Adresse
a2 – 4 Bytes Offset in das Register t1



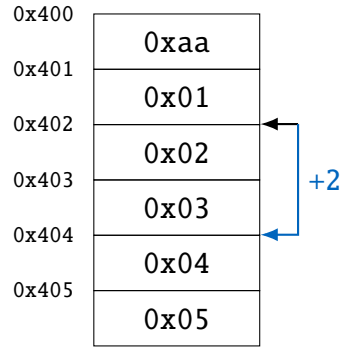

```
a2 = 0x00000404
t1 = 0xffffffaa
```

[3] **b**yte: 1 Byte, **h**alf-word: 2 Byte, **w**ord: 4 Byte, Suffix **u**nsigned

Speicherzugriffe[3]

```
sh t3, 2(t4)
```

speichere die unteren 2 Byte von `t3` an der Adresse `t4` + 2 Bytes Offset

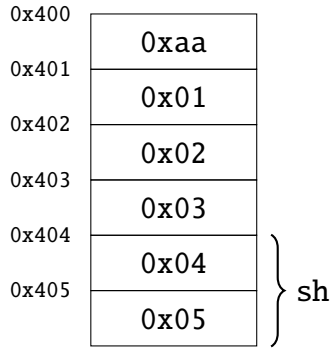



```
t4 = 0x00000402
t3 = 0xaabbccdd
```

Speicherzugriffe[3]

```
sh t3, 2(t4)
```

speichere die unteren 2 Byte von `t3` an der Adresse `t4` + 2 Bytes Offset

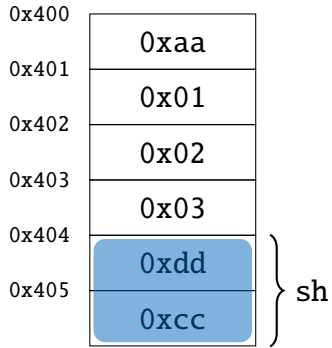



```
t4 = 0x00000402
t3 = 0xaabbccdd
```

Speicherzugriffe[3]

```
sh t3, 2(t4)
```

speichere die unteren 2 Byte von `t3` an der Adresse `t4` + 2 Bytes Offset




```
t4 = 0x00000402
t3 = 0xaabbccdd
```

[3] **b**yte: 1 Byte, **h**alf-word: 2 Byte, **w**ord: 4 Byte, Suffix **u**nsigned

Fragen?

Links

- Zulip: „ERA Tutorium – Mi-1600-3“ bzw. „ERA Tutorium – Fr-1500-1“
- ERA-Moodle-Kurs
- ERA-Artemis-Kurs
- Übersicht an RISC-V-Instruktionen
- GNU as directives

School of Computation, Information and Technology
Technische Universität München

Übung 03: Sprünge und Pointer

Einführung in die Rechnerarchitektur

Niklas Ladurner

School of Computation, Information and Technology
Technische Universität München

31. Oktober 2025