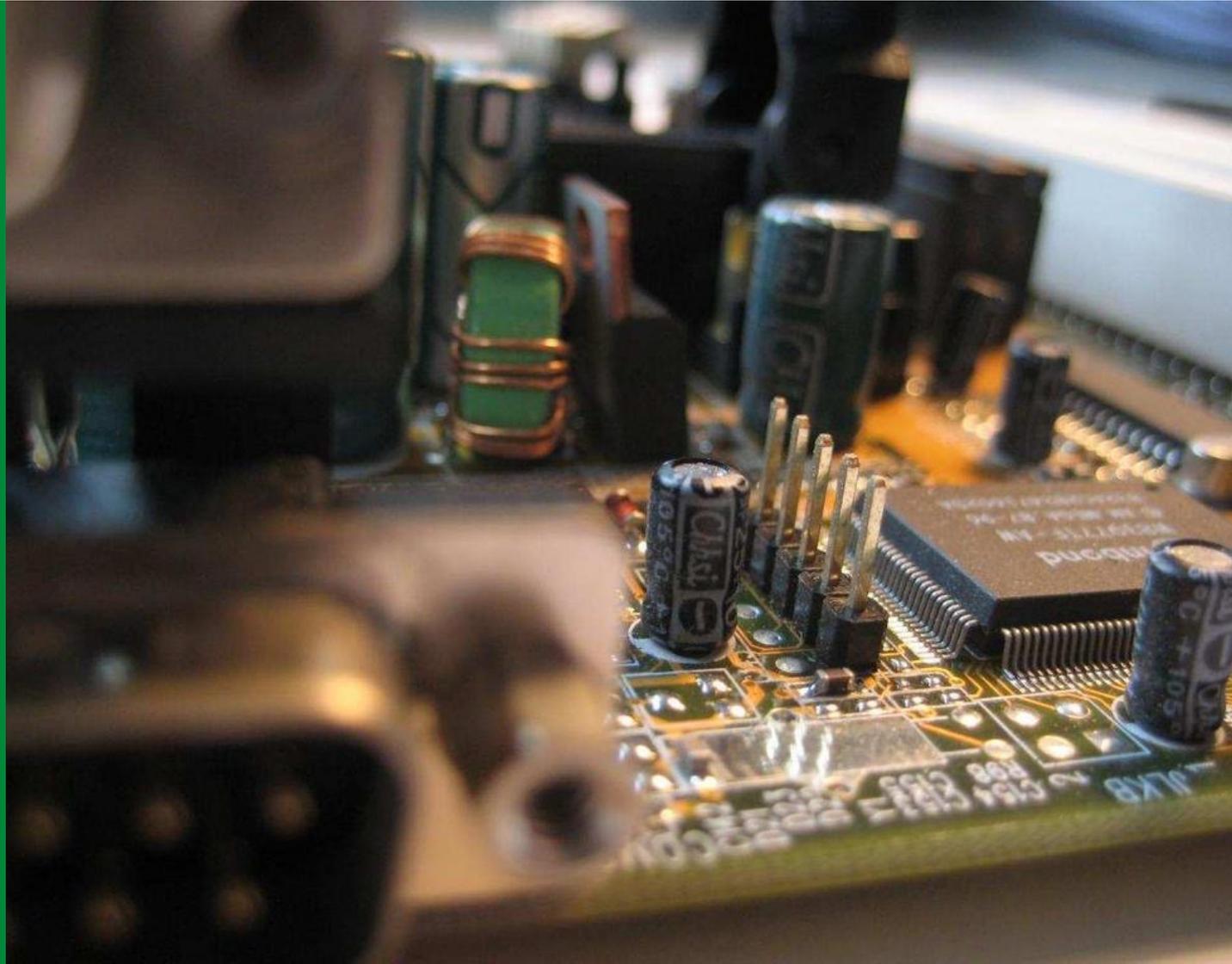


# Rechnerarchitektur

*Sommersemester 2023*  
*Einführungsveranstaltung*

Prof. Dr. Linnhoff Popien  
Mobile und Verteile Systeme  
Institut für Informatik  
LMU München





LUDWIG-  
MAXIMILIANS-  
UNIVERSITÄT  
MÜNCHEN

# Herzlich Willkommen!





# Warum Rechnerarchitektur?



# Motivation: Entwicklung der Rechentechnik Alle 25 Jahre ein Kondratieff-Zyklus



1950, Großrechner, n:1



1975, PC's, 1:1



2000, Smart Devices, 1:m

Was kommt 2025?



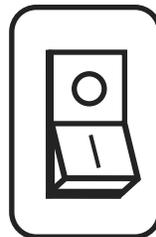
**Doch, egal wie sich die Technik ändert,  
die Prinzipien entstammen den Gesetzen der Natur.**

Die mathematischen Grundlagen von Hardware betrachten wir in der Vorlesung „Rechnerarchitektur“.

# Grundbaustein der Rechnerarchitektur – Bits

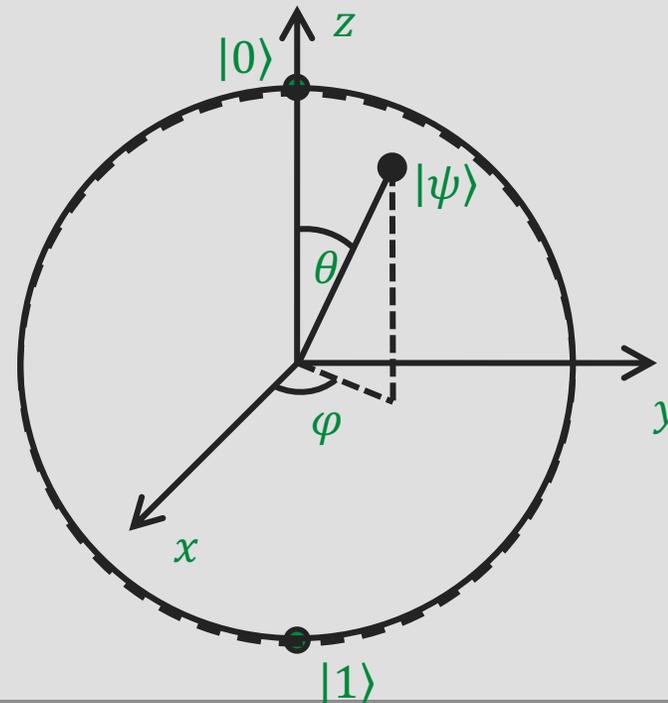
## Klassisches Bit

oder



## Qubit

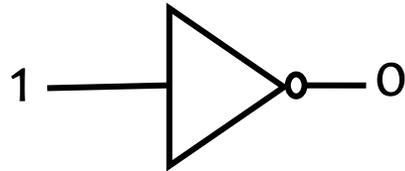
$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle = \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix}$$



# Verarbeitung von Bits – Operationen

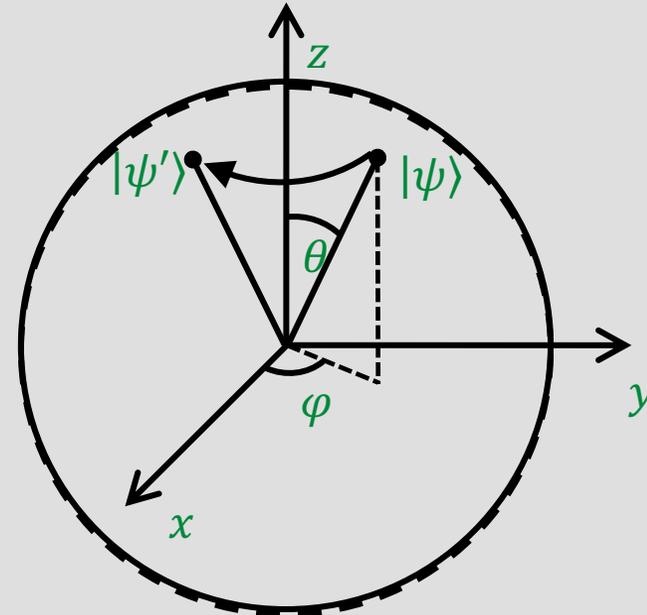
## Klassisches Computing

$$1 \mapsto 0 = \neg 1$$



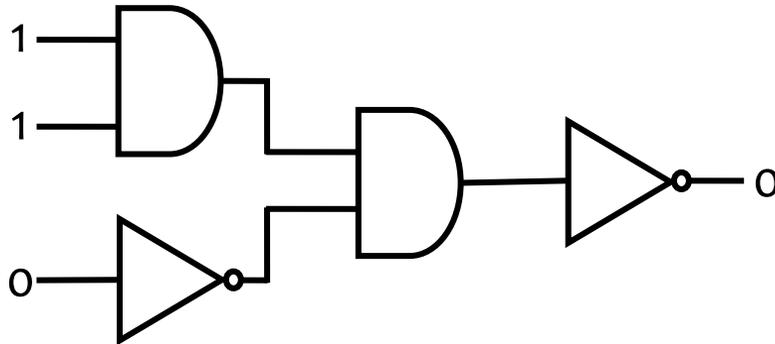
## Quantum Computing

$$|\psi\rangle \mapsto |\psi'\rangle = U \cdot |\psi\rangle$$



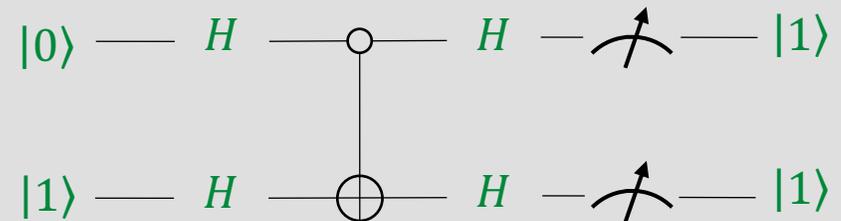
# Verknüpfung von Operationen – Schaltfunktionen

## Klassisches Computing



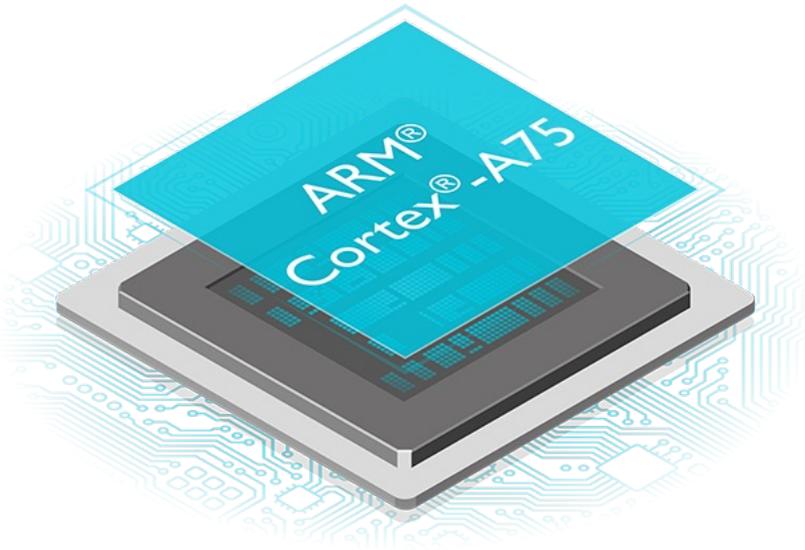
VL „Rechnerarchitektur“

## Quantum Computing



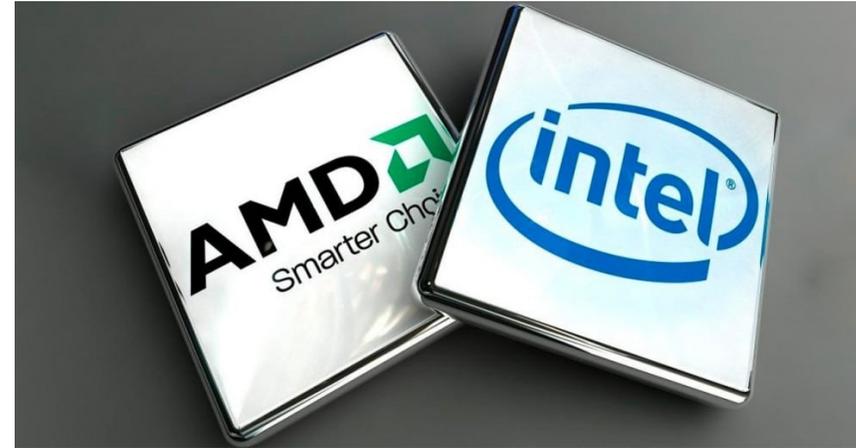
- optional -

## Realisierung von Schaltfunktionen – Schaltkreise auf Chips



ARM/64 – 2011 – RISC – 64 Bit –  
ca. **230 Instructions**

**Instruction Set = Befehlssatz eines Chips**  
**RISC/CISC = Reduced/Complex Instruction Set Computing**



Intel x86 – 1978 – CISC – 12/32/64 Bit –  
ca. **3700 Instructions**

MIPS – 1981 – RISC – 32/64  
Bit– ca. **50 Instructions**





# Vorstellungsrunde



## Organisation der Vorlesung



Prof. Dr.  
Claudia Linnhoff-Popien



Assistenten:  
Michael Kölle  
Julian Hager  
Tobias Rohe  
Robert Müller

!! Fragen bitte  
immer zuerst an  
Tutor:in der Ihnen  
zugeordneten  
Übungsgruppe  
**Dabei bitte die  
@campus E-Mail  
verwenden**

**Tutoren:** Frederick Bickel, Leopold Bodendörfer,  
Alexander Feist, Felix Topp, Jonas Thomsen, Justin Klein,  
Tea Barisic, Isabella Debelic, David Kulbe,  
Alexander Schlager, Çaner Çetinkaya

Ca. 700 Studierende

## Lehrstuhl besteht aus zwei Labs

QAR

LAB

Quantum Applications and  
Research Laboratory



TRAIL

Technology and Research  
for Artificial Intelligence  
Laboratory

Dabei haben wir folgende Schwerpunkte:

- Quantum Computing, Quantum Annealing, Quantum Machine Learning
- Autonome Systeme mittels Deep Learning, Reinforcement Learning, Artificial Neural Networks
- 3D Computer Vision, Shape Reconstruction, Construction Tree Generation
- Robustness and Uncertainty in Distributed and Autonomous Systems
- Location-Based Services, Ubiquitous Computing und Indoor Navigation

# Vorstellungsrunde der Studierenden

## Was studieren Sie im Hauptfach?

- A:* Informatik (alle Fachrichtungen)
- B:* Lehramt (alle Fachrichtungen)
- C:* Mathematik / Physik / Biologie / Chemie
- D:* BWL / VWL
- E:* Sozialwissenschaften
- F:* Andere

# Für Studierende der Informatik: Was studieren Sie?

- A: Informatik
- B: Medieninformatik
- C: Bio-Informatik
- D: Computerlinguistik

### In welchem Semester befinden Sie sich?

- A:* 1. Semester
- B:* 2. Semester
- C:* 3. Semester
- D:* 4. Semester
- E:* 5. Semester
- F:* 6. Semester oder höher

Haben Sie bereits Betriebssysteme gehört?

*A:* Ja

*B:* Nein

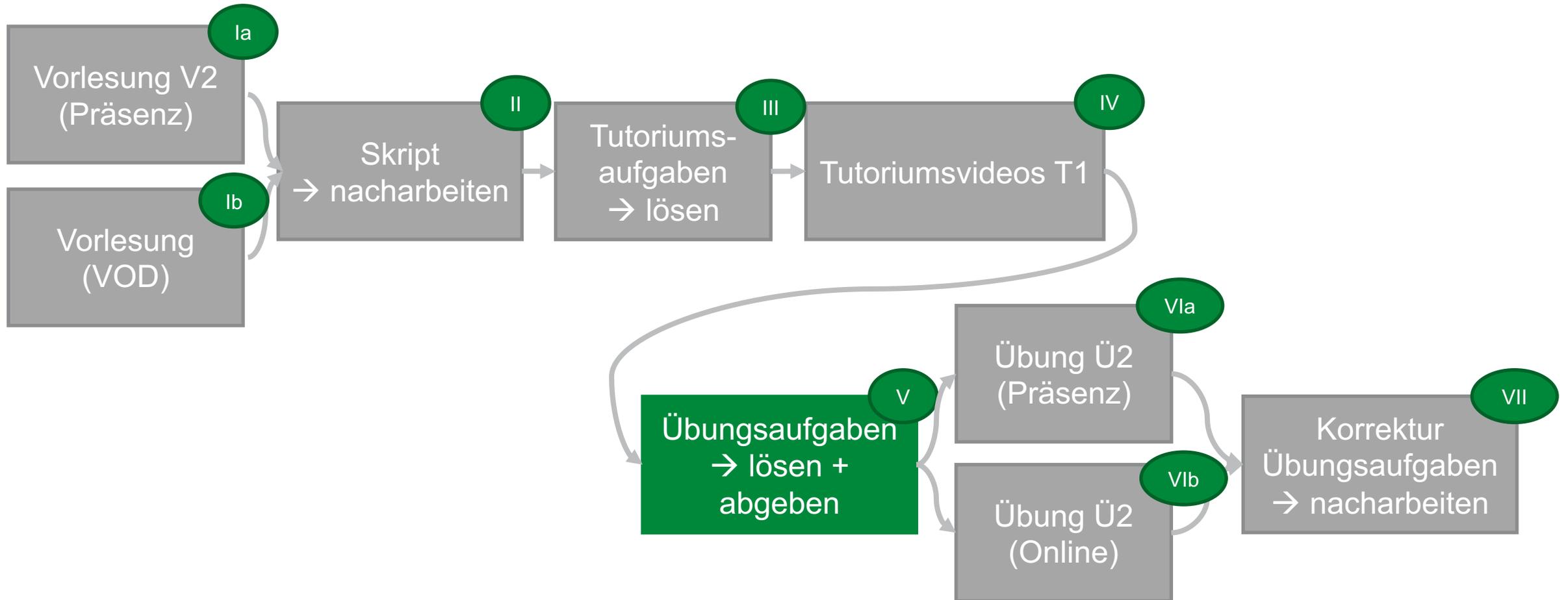


# Struktur der Vorlesung



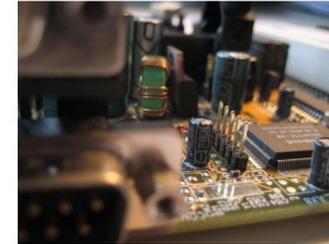
## Vorlesung RA (6 ECTS, 8-10 Std./Woche)

Finden Sie Ihren individuellen Lernstil –  
nicht alle Module sind nötig, doch lösen Sie die Übungsaufgaben!



## Vorlesung und Skript

- V2/T1/Ü2 – 20.04.23 bis 20.07.23,  
Klausur: vor. 20.07.23
- Präsenzvorlesungen:
  - Donnerstag, 14:00 – 16:00 Uhr s.t.  
Raum B 201
- Vorlesungen der Vorsemester als  
Video-on-Demand über LMUcast
- Vorlesungsskript zum Download  
auf der Webseite der VL und Uni2Work



### Rechnerarchitektur

Skript zur Vorlesung im Sommersemester 2023

Prof. Dr. Linnhoff-Popien

# Vorlesungsplan

	Datum	Vorlesung	Übungsbetrieb
<b>1</b>	20.04.23	A. Darstellung von Informationen (Kapitel 1-2) B. John von-Neumann-Modell (Kapitel 3-4)	Übungsblatt 01 Tutoriumsblatt 01
<b>2</b>	27.04.23	C. Boolesche Algebra (Kapitel 7.1) D. Logische Bausteine (Kapitel 7.2)	Übungsblatt 02 Tutoriumsblatt 02
<b>3</b>	04.05.23	K. SPIM	Übungsblatt 03 Tutoriumsblatt 03
<b>4</b>	11.05.23	E. Normalformen von Schaltfunktionen (Kapitel 7.3.1) F. Entwurf von Schaltungen (Kapitel 7.3.2 – 7.3.4)	Übungsblatt 04 Tutoriumsblatt 04
	18.05.23	---Feiertag---	Übungsblatt 05 Tutoriumsblatt 05
<b>5</b>	25.05.23	G. Karnaugh (Kapitel 7.4.1-7.4.2) H. Quine-McCluskey-Verfahren (Kapitel 7.4.3)	Übungsblatt 06 Tutoriumsblatt 06
<b>6</b>	01.06.23	I. Darstellung ganzer Zahlen (Kapitel 8.1) J. Darstellung reeller Zahlen (Kapitel 8.2)	Übungsblatt 07 Tutoriumsblatt 07
	08.06.23	---Feiertag---	Übungsblatt 08 Tutoriumsblatt 08
<b>7</b>	15.06.23	L. Addiernetze (ALU) (Kapitel 8.3)	Übungsblatt 09 Tutoriumsblatt 09
<b>8</b>	22.06.23	M. Schaltwerke (Kapitel 9)	Übungsblatt 10 Tutoriumsblatt 10
<b>9</b>	29.06.23	N. Quantencomputing (Kapitel 10-13)	Übungsblatt 11 Tutoriumsblatt 11
<b>10</b>	06.07.23	O. Fehlererkennung und -korrektur (Kapitel 14.4) P. Datenspeicherung (Kapitel 15-17)	Übungsblatt 12 Tutoriumsblatt 12
<b>11</b>	13.07.23	Q. Pipelining (Kapitel 18)	Übungsblatt 13 Tutoriumsblatt 13



# Übungsbetrieb



# Wochenplan Übungsgruppen

Uhrzeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
8:00					
9:00					
10:00	Übungsgruppe 01		Übungsgruppe 07		Übungsgruppe 10
11:00					
12:00	Übungsgruppe 02		Übungsgruppe 08		Übungsgruppe 11
13:00					
14:00	Übungsgruppe 03		Übungsgruppe 09	Vorlesung	Übungsgruppe 12
15:00					
16:00	Übungsgruppe 04	Übungsgruppe 06			
17:00					
18:00	Übungsgruppe 05				 Online
19:00					
20:00					 Präsenz (nach Möglichkeit)

## Übung (2 SWS)

- Übungsblätter und Tutoriumsblätter werden wöchentlich am Donnerstag um 17 Uhr veröffentlicht
- Bearbeitungszeit: 10 Tage
- Tutoriumsaufgaben:
  - zum aktuellen Vorlesungsstoff und zu begleitenden Themen
  - stellen bestimmte Aufgabentypen und deren Lösungsansätze vor
  - werden nicht abgegeben
  - werden in den Übungsgruppen und Tutoriumsvideos exemplarisch gelöst
- Übungsaufgaben:
  - dienen zur Übung und Vertiefung des Vorlesungsstoffs
  - können mit dem Wissen aus der Vorlesung und der angegebenen Sekundärliteratur gelöst werden
  - können auf Uni2Work abgegeben und im Rahmen des Bonussystems eingebracht werden

## Abgabe der Übungsaufgaben

- Abgabe: Sonntag 18 Uhr (genaues Datum steht auf dem Übungsblatt)
- Bei technischen Problemen ist die Abgabe bis 23:59 Uhr weiterhin möglich
- Die Abgabe erfolgt ausschließlich über Uni2Work
- Es werden keine Kopien oder Abschriften von kursierenden Musterlösungen bewertet und ausschließlich folgende Dateiformate akzeptiert:  
.pdf, .jpg, .png, .txt, .s, .java
- Abgaben in anderen Formaten (Microsoft Word, . . . ) werden nicht bewertet
- Digitalisierte handschriftliche Abgaben nur unter den folgenden Bedingungen:
  - Nur Aufgaben, die nicht mittels reinem Fließtext beantwortbar sind, dürfen handschriftlich bearbeitet werden.
  - Es werden nur eingescannte oder qualitativ hochwertige abfotografierte Lösungen akzeptiert. Nicht lesbare Lösungen werden nicht bewertet!

## Besprechung der Übungsblätter

- Besprechung in den wöchentlichen Übungsgruppen
- Fragen zur Vorlesungen, Tutorien und Übungen werden beantwortet
- Lösungen zu den Tutoriums- und Übungsaufgaben werden vorgerechnet
- Wiederholungsquizze
- Übungsgruppen starten in der zweiten Semesterwoche
- Es gibt Präsenz und Online-Übungsgruppen (via Zoom)
- Anmeldung zu den Übungsgruppen über Uni2Work: Anmeldung bis zum 30. April 2023 <https://uni2work.ifi.lmu.de/course/S23/IfI/RA>



## Bonuspunkte

- Freiwillige Abgabe der Übungsaufgaben über Uni2Work
- 12 Übungsblätter mit Übungsaufgaben (Korrekturdauer: ca. 8 Tage)
- Bonus von bis zu 10% der Maximalpunkte der Klausur möglich
- Bonus nur anwendbar wenn Klausur ohne Bonus bestanden wurde (> 50% d. Punkte)
- Der Bonus gilt nur für die Klausur und die Nachholklausur des aktuellen Semesters



## Sondertutorium

- Zur **Klausurvorbereitung** & Klärung von offenen Fragen
- **Wann:** Montag, den 17. Juli 2023
- **Wo:** Remote via Zoom von 18.00 bis 20.00 Uhr
- **Einwahldaten:** Zu gegebener Zeit auf der Website & Uni2Work

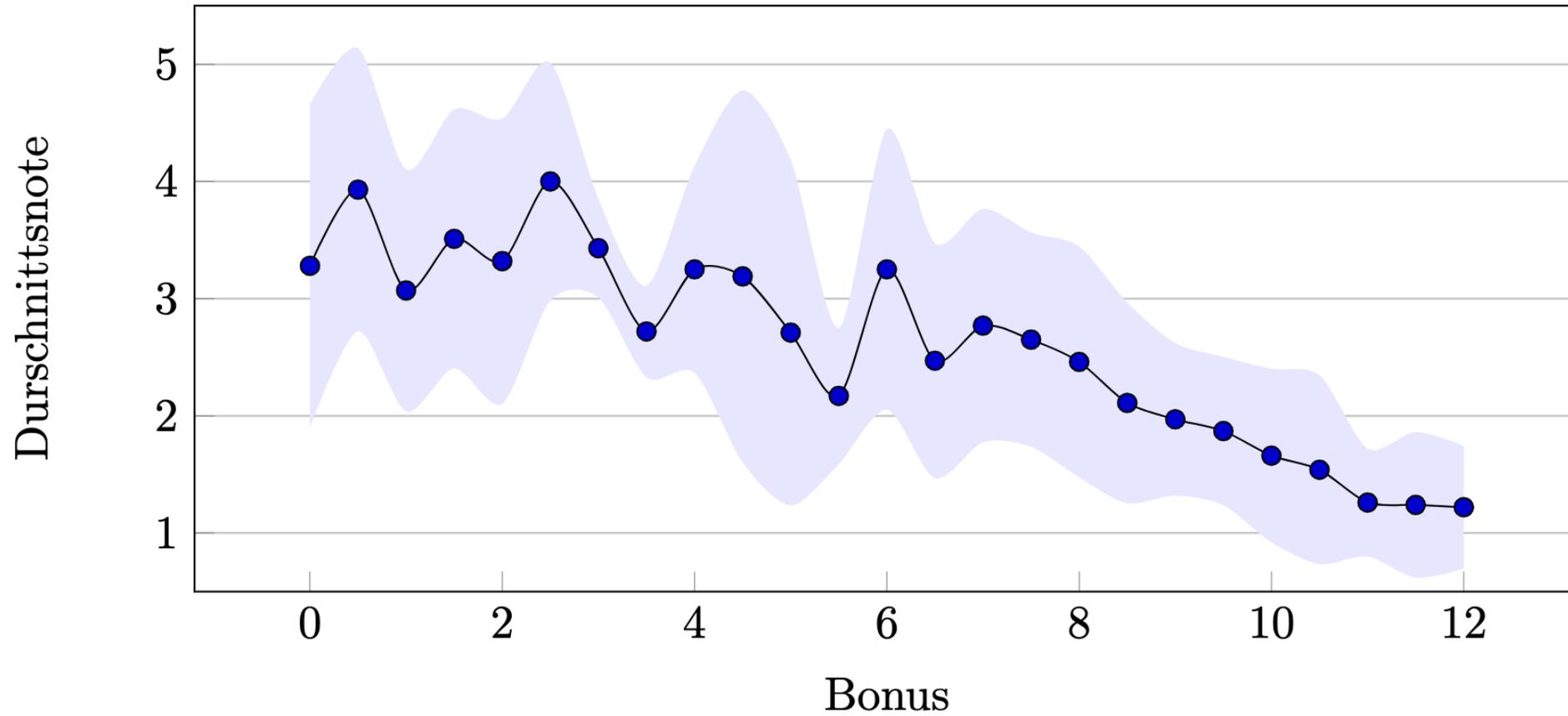


# Klausur



- Es wird eine Hauptklausur & eine Nachholklausur angeboten
- **Stoff:** Vorlesung/Tutoriumsaufgaben/Übungsaufgaben
- **Hauptklausur** (aktuelle Planung):
  - **Wann:** Voraussichtlich Donnerstag 20.07.2023 im Zeitraum 13:00 – 21:00 Uhr
  - **Dauer:** 120 Minuten
- **Nachholklausur** (aktuelle Planung):
  - **Wann:** Voraussichtlich Donnerstag 12.10.2023 im Zeitraum 13:00 – 21:00 Uhr
- **Anmeldung:**
  - Gesondert via Uni2Work
  - Anmeldung zum Kurs auf Uni2Work wird vorausgesetzt!
  - Anmeldetermine werden frühzeitig kommuniziert
  - Anmeldungen nach dem letzten Anmeldetermin werden nicht akzeptiert!
- **Einsicht:** Termine werden frühzeitig auf Website veröffentlicht

# Bonuspunktestatistik



## Fragen, Updates, News, etc.

- Klären Sie alle Probleme zunächst mit Ihrem Tutor/Ihrer Tutorin!!
- Wurde Frage von Tutor:in nicht geklärt:
  - E-Mail an [rechnerarchitektur@mobile.ifi.lmu.de](mailto:rechnerarchitektur@mobile.ifi.lmu.de)
  - Hängen Sie unbedingt den E-Mail Verkehr mit ihrer Tutor:in an!
- Aktuelle Neuigkeiten
  - Skript Updates, Terminverschiebungen, Updates der FAQ
  - Immer kommuniziert über VL Website



**!!! Es lohnt sich, häufig die Vorlesungswebseite zu besuchen, um sich über News bezüglich der Vorlesung zu informieren !!!**



**Vielen Dank!**





LUDWIG-  
MAXIMILIANS-  
UNIVERSITÄT  
MÜNCHEN

