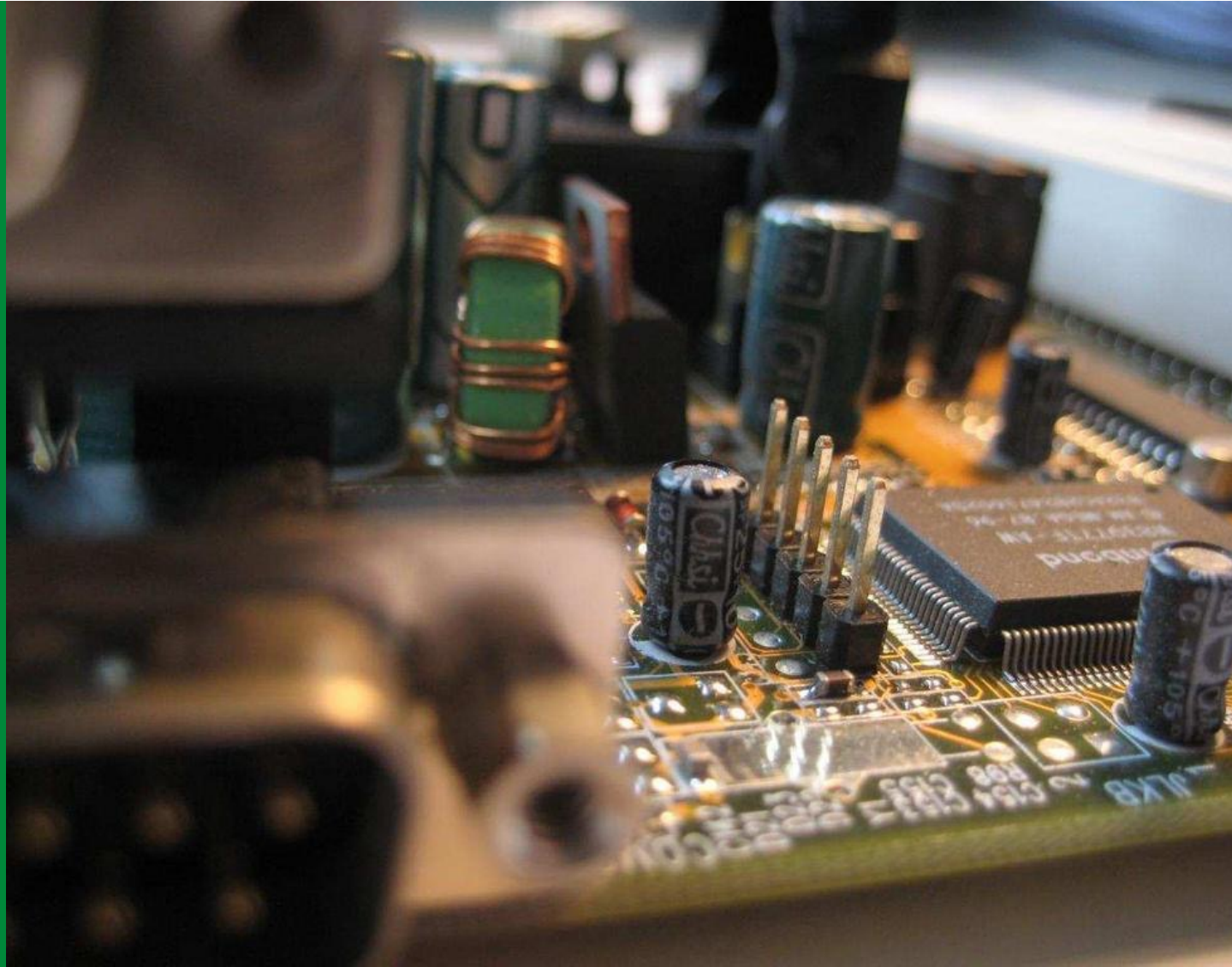


Rechnerarchitektur

Sommersemester 2022

Einführungsveranstaltung

Prof. Dr. Linnhoff Popien
Mobile und Verteile Systeme
Institut für Informatik
LMU München
28.04.2022





Warum Rechnerarchitektur?



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



1950, Großrechner, n:1

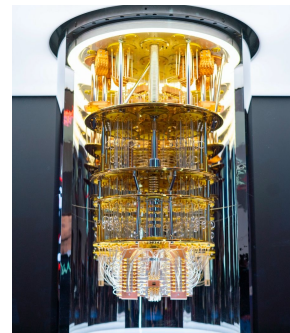


1975, PC's, 1:1



2000, Smart Devices, 1:m

Was kommt 2025?



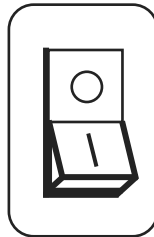
**Doch, egal wie sich die Technik ändert,
die Prinzipien entstammen den Gesetzen der Natur.**

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

Grundbaustein der Rechnerarchitektur – Bits

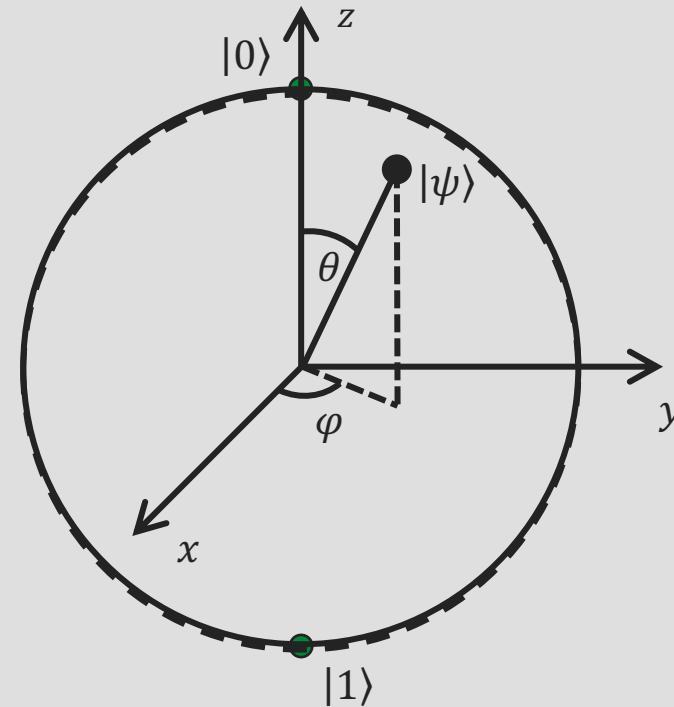
Klassisches Bit

0 oder 1



Qubit

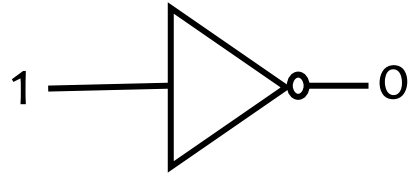
$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle = \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix}$$



Verarbeitung von Bits – Operationen

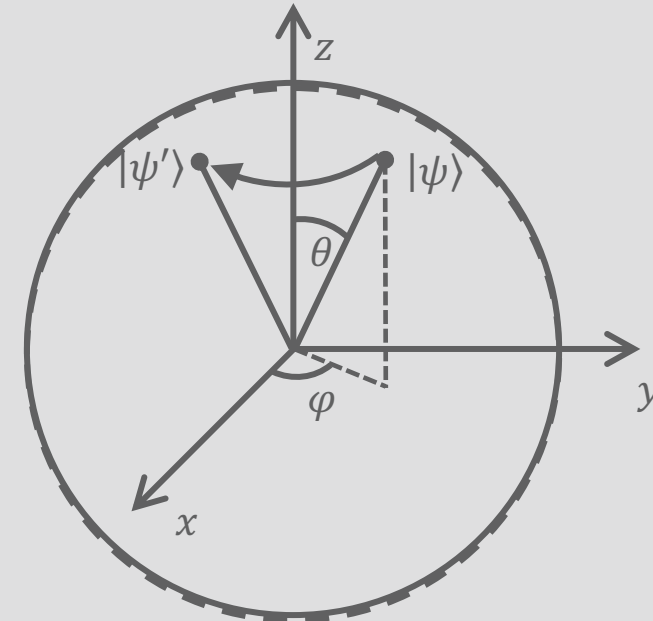
Klassisches Computing

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



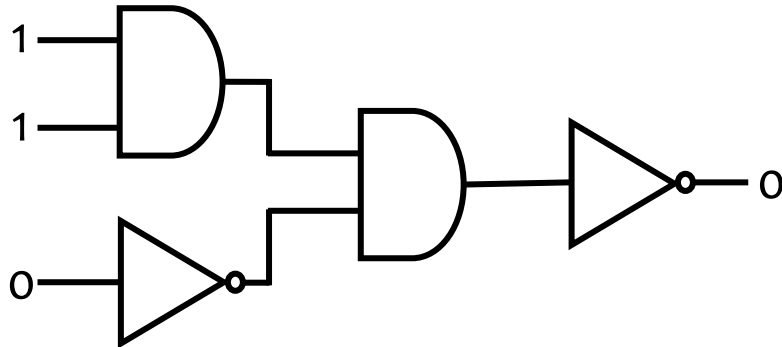
Quantum Computing

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

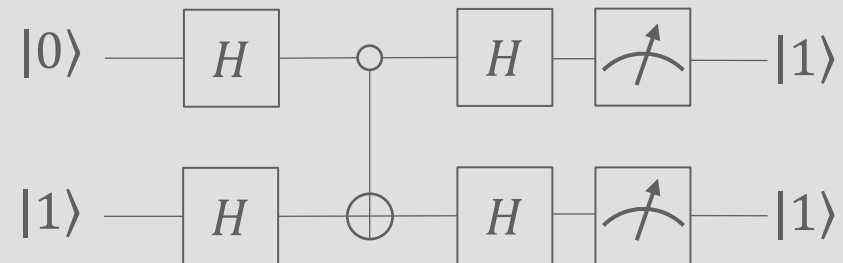


Verknüpfung von Operationen – Schaltfunktionen

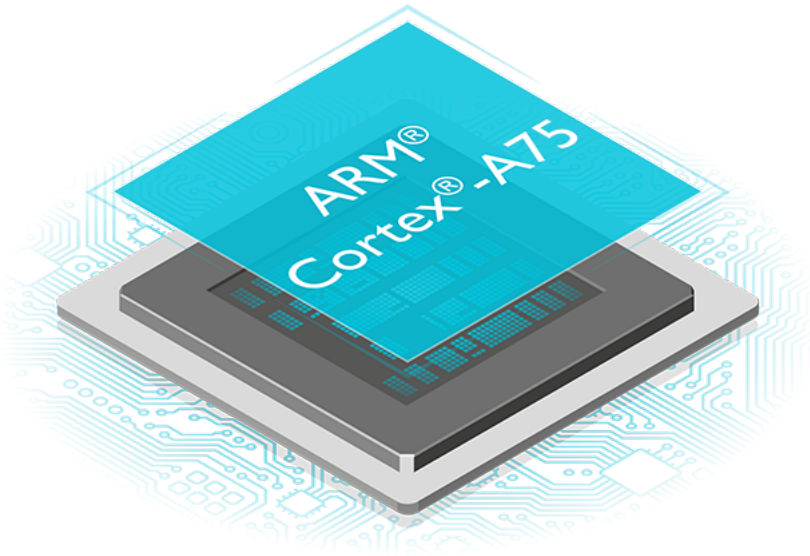
Klassisches Computing



Quantum Computing

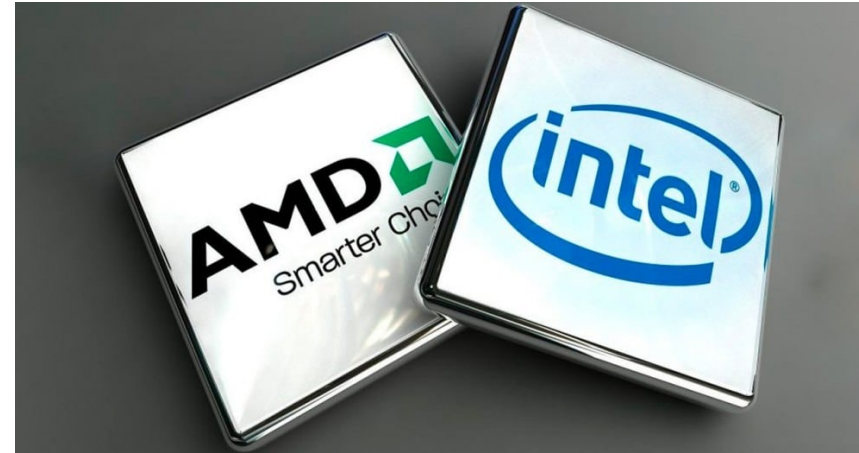


Realisierung von Schaltfunktionen – Schaltkreise auf Chips



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
Robert Müller
Kyrill Schmid

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

Tutoren: Sebastian Haugg, Sabrina Egger,
Leopold Bodendörfer, Felix Topp, Jonas Thomsen, Justin
Klein, Tea Barisic, Louisa Ullmann,
Rabea Lühmann, David Kulbe, Alexander Schlager

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



Die VL Rechnerarchitektur (V3 Ü2)

- Wöchentliche Vorlesung 3SWS (V3) und Übungen 2SWS (Ü2)
- Vom 28.04.22 bis 28.07.22
- Klausur: voraussichtlich, 28.07.22



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Live

- 1a. Vorlesung (in Präsenz)**
- 28.14.22, Slot 1: 14:00 - 15:15 Uhr
Slot 2: 15:30 - 16:45 Uhr
 - 19.05.22, Slot 1: 14:00 - 15:15 Uhr
Slot 2: 15:30 - 16:45 Uhr
 - 23.06.22, Slot 1: 14:00 - 15:15 Uhr
Slot 2: 15:30 - 16:45 Uhr
 - 28.07.22, Slot 1: 14:00 - 15:15 Uhr
Slot 2: 15:30 - 16:45 Uhr
 - Im Hörsaal B 201
 - Interaktiv

Video on Demand

- 1b. Vorlesung**
- Abrufbar über LMUCast
 - Aufgeteilt in Module (thematisch abgeschlossene Einheiten)
- 2. Tutoriumsvideos (ca. 45 min)**
- Abrufbar über LMUCast
 - Erklärung von Konzepten und Tutoriumsaufgaben (T)

Übungsaufgaben

- 3a. Übungsaufgaben lösen**
- Studierende lösen Übungsaufgaben
 - Blattabgabe bis Sonntag 18 Uhr über Uni2Work

- 3b. Übungsaufgabenkorrektur**
- Korrektur via Uni2Work bis am Montag 8 Tage nach Blattabgabe

Wahlmöglichkeit

Besuchen Sie entweder:

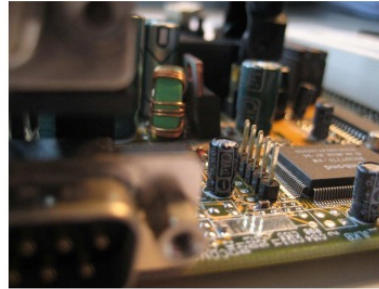
- 4a. Online-Übungen (90 min)**
- Gehalten über Zoom
 - Interaktiv
 - Klärung von Fragen zu Aufgaben
 - Präsentationen von Lösungen zu Tutoriumsaufgaben (T) und Hausaufgaben (H)

oder

- 4b. Präsenz-Übungen (90 min)**
(Falls es die Situation zulässt, ansonsten Fallback auf Online)
- In einem Hörsaal der Universität
 - Interaktiv
 - Klärung von Fragen zu Aufgaben
 - Präsentation von Lösungen zu Tutoriumsaufgaben (T) und Hausaufgaben (H)

Vorlesung (3 SWS)

- Präsenztermine:
 - 28.04. Vorlesung 1: Organisation
 - 19.05. Vorlesung 2: TBA
 - 23.06. Vorlesung 3: TBA
 - 21.07. Vorlesung 4: Vorbesprechung Klausur
- Aufgrund der sehr vielen Hörer und der aktuellen Beschränkungen bieten wir zu jedem Präsenztermin 2 Slots mit gleichem Inhalt an:
 - Slot 1 von 14:00 - 15:15 Uhr s.t. im HGB B 201 und
 - Slot 2 von 15:30 - 16:45 Uhr s.t. im HGB B 201
- Inhaltliche Vorlesungsmodule als Video-on-Demand über LMUcast
- Vorlesungsskript zum Download auf der Vorlesungswebseite und Uni2Work



Rechnerarchitektur

Skript zur Vorlesung im Sommersemester 2022

Prof. Dr. Claudia Linnhoff-Popien

Vorlesungsplan

	Datum	Remote Vorlesung (VOD)	Präsenz Vorlesung (zusätzlich)	Übungsblatt
1	28.04.22	A. Darstellung von Informationen (Kapitel 1-2) B. John von-Neumann-Modell (Kapitel 3-4)	Vorlesung 1: Organisation	Übungsblatt 01
2	05.05.22	C. Boolesche Algebra (Kapitel 7.1) D. Logische Bausteine (Kapitel 7.2)		Übungsblatt 02
3	12.05.22	E. Normalformen von Schaltfunktionen (Kapitel 7.3.1) F. Entwurf von Schaltungen (Kapitel 7.3.2 – 7.3.4)		Übungsblatt 03
4	19.05.22	G. Karnaugh (Kapitel 7.4.1-7.4.2) H. Quine-McCluskey-Verfahren (Kapitel 7.4.3)	Vorlesung 2: TBA	Übungsblatt 04
	26.05.22	---Feiertag---		Übungsblatt 05
5	02.06.22	I. Darstellung ganzer Zahlen (Kapitel 8.1) J. Darstellung reeller Zahlen (Kapitel 8.2)		Übungsblatt 06
6	09.06.22	K. SPIM		Übungsblatt 07
	16.06.22	---Feiertag---		Übungsblatt 08
7	23.06.22	L. Addiernetze (ALU) (Kapitel 8.3)	Vorlesung 3: TBA	Übungsblatt 09
8	30.06.22	M. Schaltwerke (Kapitel 9)		Übungsblatt 10
9	07.07.22	N. Quantencomputing (Kapitel 10-13)		Übungsblatt 11
10	14.07.22	O. Fehlererkennung und -korrektur (Kapitel 14.4)		Übungsblatt 12
11	21.07.22	P. Datenspeicherung (Kapitel 15-17) Q. Pipelining (Kapitel 18)	Vorlesung 4: Bespr. Klausur	Übungsblatt 13

Vorlesungsplan

RISC / CISC

	Datum	Remote Vorlesung (VOD)	Präsenz Vorlesung (zusätzlich)	Übungsblatt
1	28.04.22	A. Darstellung von Informationen (Kapitel 1-2) B. John von-Neumann-Modell (Kapitel 3-4)	Vorlesung 1: Organisation	Übungsblatt 01
		C. Boolesche Algebra (Kapitel 7.1) D. Logische Bausteine (Kapitel 7.2)		Übungsblatt 02
		E. Normalformen von Schaltfunktionen (Kapitel 7.3.1) F. Entwurf von Schaltungen (Kapitel 7.3.2 – 7.3.4)		Übungsblatt 03
		G. Karnaugh (Kapitel 7.4.1-7.4.2) H. Quine-McCluskey-Verfahren (Kapitel 7.4.3)	Vorlesung 2: TBA	Übungsblatt 04
	26.05.22	---Feiertag---		Übungsblatt 05
5	02.06.22	I. Darstellung ganzer Zahlen (Kapitel 8.1) J. Darstellung reeller Zahlen (Kapitel 8.2)		Übungsblatt 06
		K. SPIM		Übungsblatt 07
		---Feiertag---		Übungsblatt 08
7	23.06.22	L. Addiernetze (ALU) (Kapitel 8.3)		Übungsblatt 09
8	30.06.22	M. Schaltwerke (Kapitel 9)		Übungsblatt 10
9	07.07.22	N. Quantencomputing (Kapitel 10-13)		Übungsblatt 11
		O. Fehlererkennung und -korrektur (Kapitel 14.4)		Übungsblatt 12
		P. Datenspeicherung (Kapitel 15-17) Q. Pipelining (Kapitel 18)	Vorlesung 4: Bespr. Klausur	Übungsblatt 13

Wie werden int, long, float und double dargestellt?

Bestandteile der CPU

Programmieren mit der MIPS Architektur

Wie wird ein Speicher realisiert?

Quantum Computing



Übungsbetrieb



Wochenplan Übungsgruppen

Uhrzeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
8:00					
9:00					
10:00			Übungsgruppe 07		Übungsgruppe 11
11:00					
12:00	Übungsgruppe 01	Übungsgruppe 05	Übungsgruppe 08		Übungsgruppe 12
13:00					
14:00	Übungsgruppe 02		Übungsgruppe 09	Vorlesung Slot 1 & Slot 2	Übungsgruppe 13
15:00					
16:00	Übungsgruppe 03	Übungsgruppe 06			
17:00					
18:00	Übungsgruppe 04		Übungsgruppe 10		Online
19:00					
20:00					Präsenz (nach Möglichkeit)

- Übungsblätter werden wöchentlich am Donnerstag um 17 Uhr veröffentlicht
- Bearbeitungszeit: 10 Tage
- Auf jedem Blatt befinden sich Tutoriumsaufgaben (T) und Hausaufgaben (H)
- Tutoriumsaufgaben (T):
 - 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
- Hausaufgaben (H)
 - 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 Hausaufgaben (Übungsaufgaben vom Typ H)

- 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
- Lösungen zu den Tutoriums- und Hausaufgaben werden vorgerechnet
- Übungsgruppen starten in der zweiten Semesterwoche
- Es gibt Präsenz und Online-Übungsgruppen (via Zoom)
- Anmeldung zu den Übungsgruppen über Uni2Work: Anmeldung bis zum 08. Mai 2022 <https://uni2work.ifi.lmu.de/course/S22/IfI/RA>

Bonuspunkte

- Freiwillige Abgabe der Hausaufgabe (markiert mit H) über Uni2Work
- 12 Übungsblätter mit Hausaufgaben (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

- Zur **Klausurvorbereitung** & Klärung von offenen Fragen
- **Wann:** Montag, den 25. Juli 2022
- **Wo:** Remote via Zoom von 18.00 bis 20.00 Uhr
- **Einwahldaten:** Zu gegebener Zeit auf der Website & Uni2Work

Rechnerarchitektur

Sommersemester 2022



Klausur

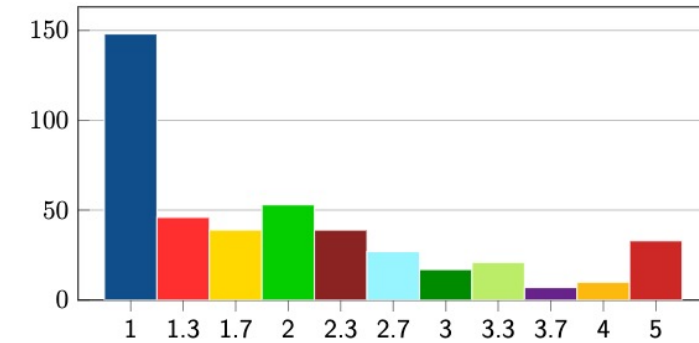


- Es wird eine Hauptklausur & eine Nachholklausur angeboten
- **Stoff:** Vorlesung/Tutoriumsaufgaben/Übungsaufgaben
- **Hauptklausur** (aktuelle Planung):
 - **Wann:** Voraussichtlich Donnerstag 28.07.2022 im Zeitraum 14:00 – 21:00 Uhr
 - **Dauer:** 120 Minuten
- **Nachholklausur** (aktuelle Planung):
 - **Wann:** Voraussichtlich Donnerstag 13.10.2022 im Zeitraum 14:00 – 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

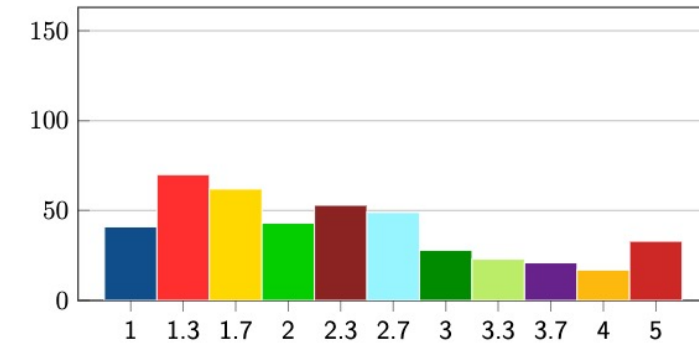
Notenschlüssel Klausur Rechnerarchitektur

Gesamtpunkte: 120 Notenstufen: 6			
Note	ab	Anzahl	Anzahl ohne Bonus
1,0	112	148	41
1,3	106	46	70
1,7	100	39	62
2,0	94	53	43
2,3	88	39	53
2,7	82	27	49
3,0	76	17	28
3,3	70	21	23
3,7	64	7	21
4,0	58	10	17
5,0	0	33	33
Durchschnittsnote ohne Entwertungen			2.03
Angemeldet	487	ohne Bonus	2.38
Korrigiert	440		
Nicht erschienen=	27	Max. Bonus:	12
Entwertet=	20	Bonus ohne Null	8.57
Gedruckte Klausuren=	502	Bonus gesamt:	7.6
SOLL Leere Klausuren=	15	Verbessert	319
Ist Leere Klausuren=	42		
Entwendete Angaben=	0		

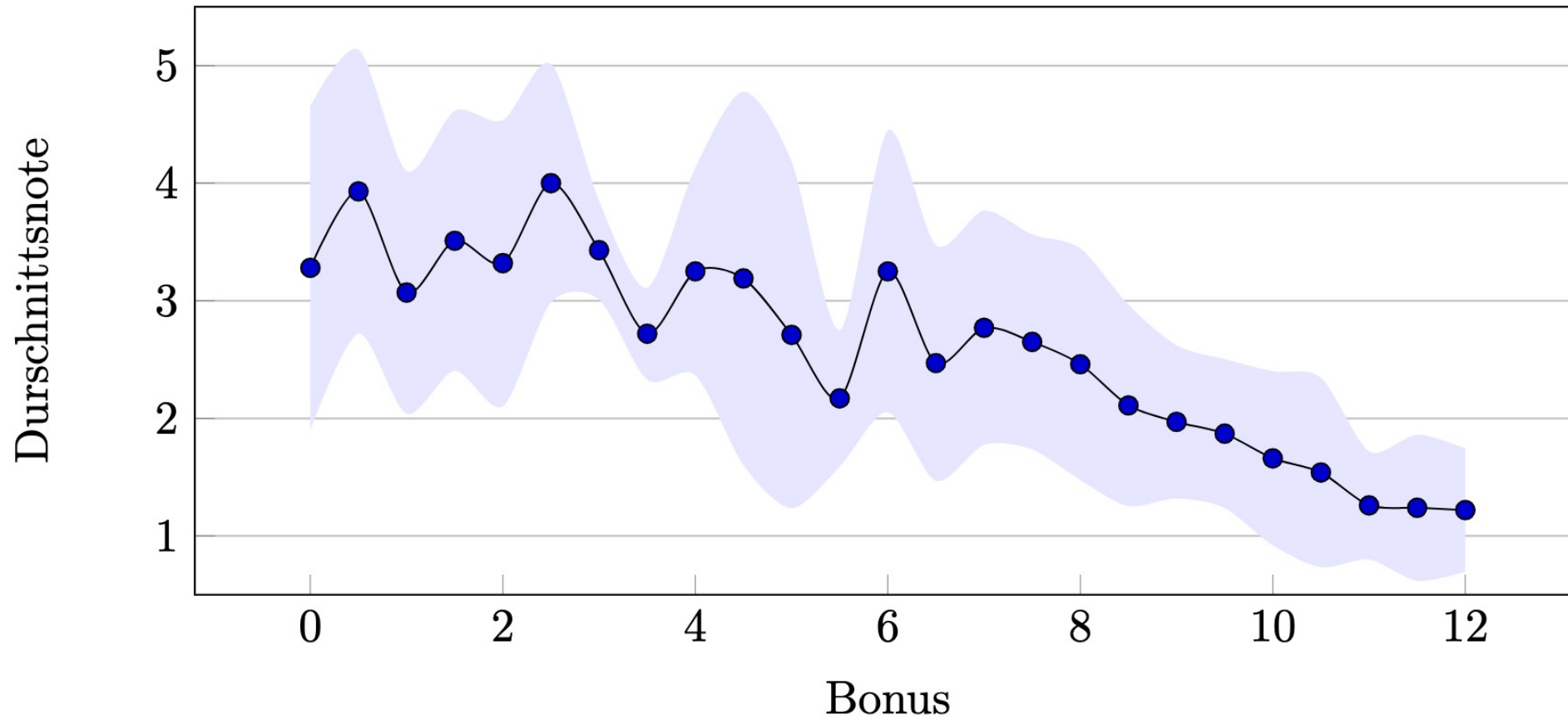
mit Bonus



ohne Bonus



Statistiken										
Summe Punkte		120								
Aufgaben	Auswahl	Multiplexer	PLA	Karnaugh	Latches	Zahlendar.	Fehlerkorr.	SPIM I	SPIM II	QC
Max. Punkte	12	14	10	12	15	16	13	16	12	12
Durchschnitt	10.57	9.15	9.37	10.54	9.98	12.56	10.05	10.97	0.48	6.25
Durchschnitt in Prozent	0.88	0.65	0.94	0.88	0.67	0.79	0.77	0.69	0.04	0.52
Bearbeitet (>0 Punkte)	440	416	433	437	413	437	421	429	30	385
Bearbeitet / Gesamtheit der Korrekturen	1	0.95	0.98	0.99	0.94	0.99	0.96	0.97	0.07	0.88
Verhältnis SPIM zu QC ohne 0 Wertungen:									0.07	0.93



Fragen, Updates, News, etc.

- Klären Sie alle Probleme zunächst mit Ihrem Tutor/Ihrer Tutorin!!
- Kann Frage mit Tutor:in nicht geklärt werden
 - E-Mail an 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

