

**Klausur – 21.02.2020**  
Prof. Dr.-Ing. Jan Nordholz

**Nachname:**  
\_\_\_\_\_

**Vorname:**  
\_\_\_\_\_

**Matrikelnummer:**  
\_\_\_\_\_

**Studiengang:**  
\_\_\_\_\_

Ich stimme der Bekanntgabe des Ergebnisses über ISIS in codierter Form zu.

Hinweise zur Bearbeitung:

- Kontrollieren Sie, ob Sie alle **11 Seiten** erhalten haben!
- Schreiben Sie mit einem dokumentenechten Stift – keinen Bleistift, keinen Tintenkiller und kein Tipp-Ex verwenden.
- Nicht mit roter oder grüner Farbe schreiben.
- Sie können die Vorder- und Rückseiten der Blätter verwenden.
- Falls der Platz nicht ausreicht, können Sie von uns weiteres Papier erhalten. Versehen Sie die zusätzlichen Seiten mit Ihrem Namen und Ihrer Matrikelnummer. Machen Sie außerdem deutlich, welche Aufgabe(n) Sie auf diesen Zusatzseiten bearbeiten.
- Sofern nicht in den Aufgabentexten explizit anders definiert, gilt für Formeln und mathematische Ausdrücke die Notation (Definitionen der Operatoren, Bezeichner, ...), wie sie in der Vorlesung vorgestellt wurde.
- Es sind **keinerlei Hilfsmittel** erlaubt.
- Schreiben Sie leserlich! Unleserliche oder mehrdeutige Antworten werden nicht gewertet.
- Die Bearbeitungszeit beträgt **90 Minuten**.

---

Keine Notizen unter dieser Linie – Platz ist reserviert für Bewertungen.

<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>A6</b>	<b>A7</b>	<b>A8</b>	<b>A9</b>	<b>Σ</b>
<b>/6</b>	<b>/6</b>	<b>/8</b>	<b>/8</b>	<b>/6</b>	<b>/8</b>	<b>/8</b>	<b>/6</b>	<b>/4</b>	<b>/60</b>

**Note**

---

## Aufgabe 1: Multiple Choice (6 P.)

Bewerten Sie die Korrektheit der folgenden Aussagen und kreuzen Sie entweder "Richtig" oder "Falsch" an. Für jede der folgenden sechs Teilaufgaben erhalten Sie genau dann einen Punkt, wenn Sie die drei enthaltenen Aussagen vollständig und korrekt bewerten. Eine falsche oder ausgelassene Antwort führt zu null Punkten für die jeweilige Teilaufgabe. Um Missverständnisse zu vermeiden, kreuzen Sie so an  und nehmen Sie so Kreuze zurück:

### Aufgabe 1a: Betriebssystem-Typen (1 P.)

RICHTIG    FALSCH

- Gerätetreiber müssen grundsätzlich im privilegierten Modus ausgeführt werden.
- Mikrokerne eignen sich besonders für sicherheitskritische Einsatzzwecke.
- Auf Desktop-Systemen kommen am ehesten Batch-Betriebssysteme zum Einsatz.

### Aufgabe 1b: Lamport-Uhren und Vektor-Uhren (1 P.)

- Für zwei Ereignisse  $x, y$  gilt: Aus „ $x \rightarrow y$ “ folgt „ $L(x) < L(y)$ “.
- Für zwei Ereignisse  $x, y$  gilt: Aus „ $V(x) < V(y)$ “ folgt „ $x \rightarrow y$ “.
- Wenn Ereignis  $x$  (real-)zeitlich vor Ereignis  $y$  stattgefunden hat, gilt auch „ $V(x) < V(y)$ “.

### Aufgabe 1c: Gatter und zusammengesetzte Komponenten (1 P.)

- Das Taktsignal eines Prozessors entspricht üblicherweise einer Sinuskurve.
- Ein Multiplexer mit  $n$  Steuereingängen erlaubt eine Wahl aus genau  $2 \cdot n$  Dateneingängen.
- Ein Register ist eine Gruppe synchron getakteter Flip-Flops.

### Aufgabe 1d: Befehle und Befehlsverarbeitung (1 P.)

- Assemblersprache ist eine lesbare Darstellung von Prozessor-Befehlen.
- Jeder Befehl einer Assemblersprache besteht aus einem Opcode und mindestens einem Operanden.
- Bestimmte Operanden haben keine steuernde Wirkung, sondern werden ausschließlich ins Rechenwerk geleitet.

### Aufgabe 1e: Speicherverwaltung (1 P.)

- Segmentierung ist ein flexiblerer Mechanismus als Paging.
- Seitentabellen liefern zu jeder logischen Adresse eine gültige Kachelnummer.
- Der Speicherverbrauch von mehrstufigen Tabellen ist immer höchstens so groß wie der der entsprechenden einstufigen Tabelle.

### Aufgabe 1f: TCP (1 P.)

- TCP ermöglicht dem Sender sicherzustellen, dass der Empfänger existiert.
- Bei TCP-Verbindungen können verlorene Pakete ohne Zeitverlust ersetzt werden.
- TCP enthält einen Mechanismus zur Sortierung durcheinandergeratener Pakete.

## Aufgabe 2: Informationsdarstellung (6 P.)

### Aufgabe 2a: Fließkommadarstellung (3 P.)

Bestimmen Sie den Wert der Fließkommazahl **110101011000**, die im 12-Bit-System (1 Bit Vorzeichen, 4 Bit Exponent, 7 Bit Mantisse) codiert wurde. Es gelten die üblichen Regeln und Optimierungen zur Binärdarstellung von Fließkommazahlen (d.h. angelehnt an IEEE 754). Machen Sie Ihre Rechenschritte deutlich.

### Aufgabe 2b: Fließkommazahl vierteln (1 P.)

Wie lautet die Binärdarstellung der Fließkommazahl, die ein Viertel des Wertes der Zahl aus 2a darstellt? Hinweis: Es gibt einen schnelleren Weg, als vom Ergebnis von 2a aus weiterzurechnen und wieder in die „komprimierte“ Darstellung zurückzuwandeln!

### Aufgabe 2c: Status-Flags (2 P.)

Bestimmen Sie die Werte der Status-Flags des 8-Bit-Rechenwerks, die sich aus den folgenden beiden Additionen ergeben.

01001100
+ 01100101
-----
10110001

<b>Z</b>	<b>N</b>	<b>C</b>	<b>V</b>

11001000
+ 00111001
-----
00000001

<b>Z</b>	<b>N</b>	<b>C</b>	<b>V</b>

### Aufgabe 3: Informationsverarbeitung (8 P.)

#### Aufgabe 3a: Schaltnetz (4 P.)

Stellen Sie das Schaltnetz für die folgende boolesche Formel auf. Verwenden Sie dazu die neuen DIN-Symbole (Boxen mit Label) oder die IEEE Distinctive Shape-Symbole (Dreieck, Speerspitze, ...). Die verkürzte Notation zur Negation eines Gatter-Eingangs ist nicht zulässig. Beachten Sie außerdem, dass Ihr Schaltnetz genau vier Eingänge besitzen sollte, und beschriften Sie sie! (Verzweigen Sie Eingangssignale, wenn nötig.)

$$(a \vee b) \wedge (((\neg a) \neq c) \vee d)$$

#### Aufgabe 3b: Begriffsdefinitionen (3 P.)

Definieren Sie knapp die folgenden Begriffe:

- Schaltzeit eines Gatters
- Kritischer Pfad eines Schaltnetzes
- Schaltwerk

#### Aufgabe 3c: Kritischer Pfad (1 P.)

Bestimmen Sie den kritischen Pfad im Schaltnetz der Teilaufgabe 3a. Nehmen Sie dabei an, dass alle Gattertypen gleich schnell schalten. Beschreiben Sie den Pfad hier oder markieren Sie ihn direkt im Schaltnetz.

Aufgabe 4: Scheduling (8 P.)

Aufgabe 4a: Handsimulation (6 P.)

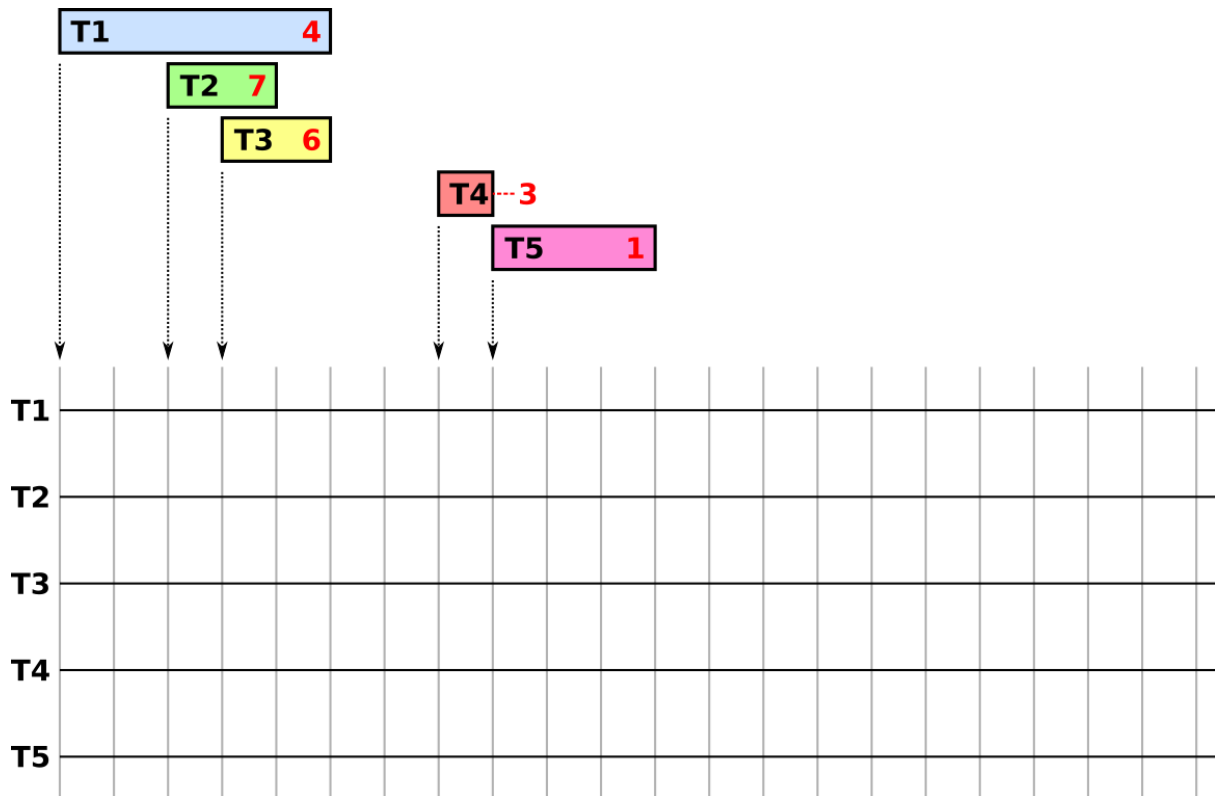
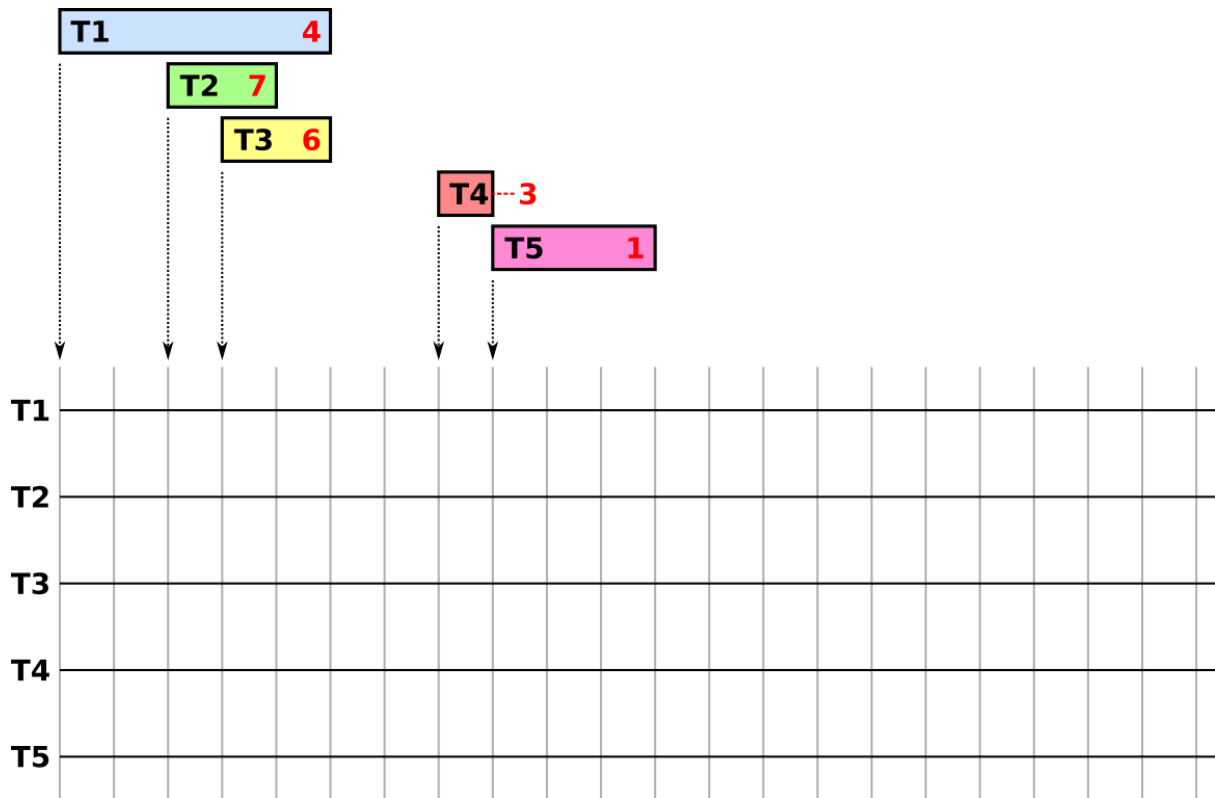
Erstellen Sie den Ablaufplan für die nachstehend angegebene Prozessmenge gemäß dem SRTN-Verfahren. Tragen Sie dazu die Prozesse in das Zeitdiagramm auf der nächsten Seite ein, so wie Sie es aus der Vorlesung gewohnt sind. Falls Sie einen Fehler gemacht haben und neu beginnen wollen, finden Sie dort auch ein Ersatzdiagramm. (Weitere Diagramme können Sie auf Nachfrage erhalten.) Falls Sie mehrmals ansetzen, machen Sie klar deutlich, welches Diagramm bewertet werden soll.

Prozess	Ankunft	Priorität	Bedienzeit
T1	0	4	5
T2	2	7	2
T3	3	6	2
T4	7	3	1
T5	8	1	3

Aufgabe 4b: Prozess-Zustände (2 P.)

Nennen Sie ein Beispiel, warum ein Prozess vom "Laufend"-Zustand in den "Blockiert"-Zustand wechselt und was (in dem von Ihnen gewählten Fall) passieren muss, damit der Prozess den "Blockiert"-Zustand wieder verlässt. In welchen Zustand geht der Prozess bei Verlassen des "Blockiert"-Zustandes über?

Diagramme zur Ablaufplanungs-Aufgabe (4a)

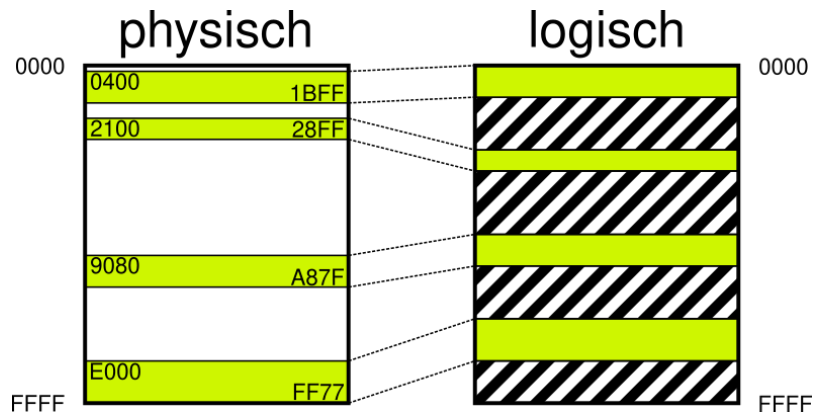


### Aufgabe 5: Segmentierung (6 P.)

#### Aufgabe 5a: Logische Adressen (4 P.)

Gegeben sei der folgende physische und logische 16-Bit-Adressraum mit Segmentierung. Die dargestellte Anzahl der Segmente sei dabei auch die Maximalzahl von Segmenten, die vom Prozessor unterstützt wird. Im Diagramm ist jeweils das erste und letzte Byte der Segmente als physische Adresse angegeben. Berechnen Sie die zugehörigen gültigen logischen Adressbereiche (d.h. je Segment die erste und letzte gültige logische Adresse).

Hinweis: Überlegen Sie zuerst, wie die logischen Adressen für diese Anzahl von Segmenten aufgebaut sind.



#### Aufgabe 5b: Verwaltung von segmentierten Adressräumen (2 P.)

Beschreiben Sie kurz (je ein Satz sollte genügen), was ein Betriebssystem leisten muss, um Segmentierung (mit Segmentgrenzen) zu unterstützen:

- Was für eine Datenstruktur muss das Betriebssystem anlegen? Was muss sie enthalten?
- Wie wechselt das Betriebssystem die "aktive" (aktuell gültige) Struktur?

### Aufgabe 6: Paging (8 P.)

#### Aufgabe 6a: Seitentabelle (6 P.)

Im Folgenden sehen Sie die einstufige Seitentabelle für einen 16-Bit-Adressraum mit Zugriffsrechten (lesbar (R), schreibbar (W), ausführbar (X)). Überprüfen Sie für die folgenden vier Zugriffe, ob die MMU den Zugriff gewähren würde oder ob ein Speicherzugriffsfehler ausgelöst würde. Bestimmen Sie für einen der gestatteten Zugriffe außerdem die resultierende physische Adresse.

Hinweise: Machen Sie sich zuerst klar, wie groß die Seiten und Kacheln sind. Rechnen Sie im hexadezimalen System.

- Lesen von  $D884_{16}$
- Schreiben an  $AA20_{16}$
- Schreiben an  $3116_{16}$
- Ausführen von Befehlen von  $7776_{16}$

Seite	Kachel	Rechte
0	13	R,W
1	---	
2	---	
3	7	R,W
4	---	
5	10	R,X
6	11	R,X
7	2	R,X
8	---	
9	---	
10	5	R,X
11	---	
12	---	
13	---	
14	4	R
15	0	R

#### Aufgabe 6b: Optimierung des Paging-Verfahrens (2 P.)

Beschreiben Sie kurz, wie vermieden wird, dass es bei mehrstufigem Paging für *jede* Adressübersetzung zu einer Vielzahl von Speicherzugriffen auf die Seitentabellen kommt.



Aufgabe 7: Netzwerke (8 P.)

Aufgabe 7a: Routing-Tabelle (6 P.)

Ein Router mit der folgenden Routing-Tabelle hat ein Paket empfangen, das für die Zieladresse 9.9.9.9 bestimmt ist, und muss sich nun entscheiden, wie das Paket weiterzuleiten ist. Spielen Sie dazu den Ihnen bekannten Algorithmus schriftlich durch (wir ignorieren dabei die Metrik):

- Nummerieren Sie die Zeilen in der freigelassenen Spalte „Rf.“ in der Reihenfolge durch, wie der Router sie prüfen würde, d.h. höchste Priorität zuerst.
- Führen Sie *in der von Ihnen bestimmten Reihenfolge* Zeile für Zeile schriftlich die nötige Berechnung durch, um zu überprüfen, ob das Paket von dieser Zeile „erfasst“ wird – so lange, bis Sie einen Treffer gefunden haben.
- Markieren Sie abschließend die Zeile, bei der Sie aufgehört haben (d.h. gemäß der das Paket also weitergeleitet wird).

Rf.	Netzadresse	Netzmaske	Gateway	Interface
	14.15.16.0	255.255.248.0	---	eth1
	8.0.0.0	248.0.0.0	14.15.19.1	eth1
	172.16.20.0	255.255.255.0	---	eth2
	192.168.32.32	255.255.255.248	---	eth3
	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.32.33	eth3

Aufgabe 7b: Protokolle und Schichten (2 P.)

Ordnen Sie die folgenden Protokolle der jeweiligen Schicht des TCP/IP-Modells zu. Sie können dazu die deutschen Namen, die englischen Namen oder die Schichtnummer (gemäß ISO/OSI) verwenden.

- HTTP
- TCP
- MAC
- DNS
- NTP

## Aufgabe 8: Parallelität (6 P.)

### Aufgabe 8a: Amdahl's Law (2 P.)

Angenommen, Sie haben ein Programm entwickelt, das zu 75% parallelisierbar ist. Wie viele CPUs muss ein Computer haben, damit die Laufzeit Ihres Programms gegenüber einem Ein-Prozessor-Rechner auf die Hälfte fällt? Der durch Synchronisation etc. entstehende Overhead sei vernachlässigbar.

### Aufgabe 8b: Data Hazards (2 P.)

Beschreiben Sie kurz, was ein Data Hazard ist: Aufgrund welches Optimierungsverfahrens treten Hazards überhaupt auf? Was macht einen *Data Hazard* aus?

### Aufgabe 8c: Vermeidung von Verzögerungen durch Hazards (2 P.)

Wie versuchen Prozessoren, mit Data Hazards umzugehen, ohne den Geschwindigkeitsgewinn des Optimierungsverfahrens (vgl. 8b) aufzugeben? Beschreiben Sie knapp das Verfahren und dessen mögliche "Resultate".

### Aufgabe 9: Verteilte Systeme (4 P.)

#### Aufgabe 9a: NTP (2 P.)

Ein NTP-Client schickt zum Zeitpunkt 80s zeitgleich NTP-Anfragen an zwei Server. Vom ersten Server erhält er zum Zeitpunkt 90s eine Antwort mit den Zeitstempeln 85,2s und 85,3s. Vom zweiten Server erhält er zum Zeitpunkt 82s eine Antwort mit den Zeitstempeln 80,4s und 80,6s.

Berechnen Sie für beide NTP-Anfragen den Offset  $\theta$ . (Sie brauchen  $\delta$  dafür nicht zu berechnen.)

#### Aufgabe 9b: Vektor-Uhren (2 P.)

Ermitteln Sie die Vektor-Zeitstempel der Ereignisse  $e_{42}$ ,  $e_{23}$  und  $e_{34}$  im abgebildeten Ereignisdiagramm; tragen Sie die Zeitstempel dazu direkt in das Diagramm ein. Markieren Sie außerdem die Menge der Ursachen-Ereignisse für das Ereignis  $e_{43}$ . (Auch hier können Sie auf Nachfrage ein frisches Diagramm erhalten, wenn Sie neu beginnen wollen.)

