

# Musterlösung der Abschlussklausur („Werkstück B“)

## Betriebssysteme und Rechnernetze

21. Juli 2021

Name: \_\_\_\_\_

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

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

Mit dem Bearbeiten dieser schriftlichen Prüfung (Klausur) bestätigen Sie, dass Sie diese alleine bearbeiten und dass Sie sich gesund und prüfungsfähig fühlen. Mit dem Erhalt der Aufgabenstellung gilt die Klausur als angetreten und wird bewertet.

By attending this written exam, you confirm that you are working on it alone and feel healthy and capable to participate. Once you have received the examination paper, you are considered to have participated in the exam, and it will be graded.

- Schreiben Sie Ihre Lösungen auf die vorbereiteten Blätter. Eigenes Papier darf *nicht* verwendet werden.
- Als Hilfsmittel ist ein *selbständig vorbereitetes* und *handschriftlich einseitig beschriebenes DIN-A4-Blatt* zugelassen (keine Kopien!).
- Als Hilfsmittel ist ein *Taschenrechner* zugelassen.
- Verwenden Sie *keinen* Rotstift.
- Bearbeitungszeit: *60 Minuten*
- Schalten Sie Ihre Mobiltelefone aus.

$\Sigma_{WS A}$  \_\_\_\_\_  $\Sigma_{WS A+B}$  \_\_\_\_\_ Note \_\_\_\_\_

Aufgabe:	1	2	3	4	5	6	7	8	$\Sigma_{WS B}$
Max. Punkte:	7	9	6	9	7	5	10	7	60
Erreichte Punkte:									

**1.0:** 120.0-114.0, **1.3:** 113.5-108.0, **1.7:** 107.5-102.0, **2.0:** 101.5-96.0, **2.3:** 95.5-90.0,  
**2.7:** 89.5-84.0, **3.0:** 83.5-78.0, **3.3:** 77.5-72.0, **3.7:** 71.5-66.0, **4.0:** 65.5-60.0, **5.0:** <60

# Aufgabe 1)

Punkte: .....

- (1) Nennen Sie die beiden grundsätzlichen Cache-Schreibstrategien. 1 P.  
*Write-Through und Write-Back.*
- (2) Nennen Sie die Cache-Schreibstrategie aus Teilaufgabe 1, bei der es zu Inkonsistenzen kommen kann. 1/2 P.  
*Write-Back.*
- (3) Nennen Sie die Cache-Schreibstrategie aus Teilaufgabe 1, bei der die System-Geschwindigkeit geringer ist. 1/2 P.  
*Write-Through.*
- (4) Nennen Sie die Cache-Schreibstrategie aus Teilaufgabe 1, bei der sogenannte „Dirty Bits“ zum Einsatz kommen. 1/2 P.  
*Write-Back.*
- (5) Beschreiben Sie die Aufgabe der „Dirty Bits“. 1 P.  
*Für jede Seite im Cache wird ein Dirty Bit im Cache gespeichert, das angibt, ob die Seite geändert wurde.*
- (6) Bei welchen Konzepten der Speicherpartitionierung entsteht interne Fragmentierung? 1 P.  
 Statische Partitionierung  
 Dynamische Partitionierung  
 Buddy-Algorithmus
- (7) Bei welchen Konzepten der Speicherpartitionierung entsteht externe Fragmentierung? 1 P.  
 Statische Partitionierung  
 Dynamische Partitionierung  
 Buddy-Algorithmus
- (8) Nennen Sie die Komponente der CPU, die virtuellen Speicher ermöglicht. 1/2 P.  
*Memory Management Unit (MMU).*
- (9) Erklären Sie, warum mit virtuellem Speicher der Hauptspeicher besser ausgenutzt wird. 1 P.  
*Die Prozesse müssen nicht am Stück im Hauptspeicher liegen. Darum ist die Fragmentierung des Hauptspeichers kein Problem.*

# Aufgabe 2)

Punkte: .....

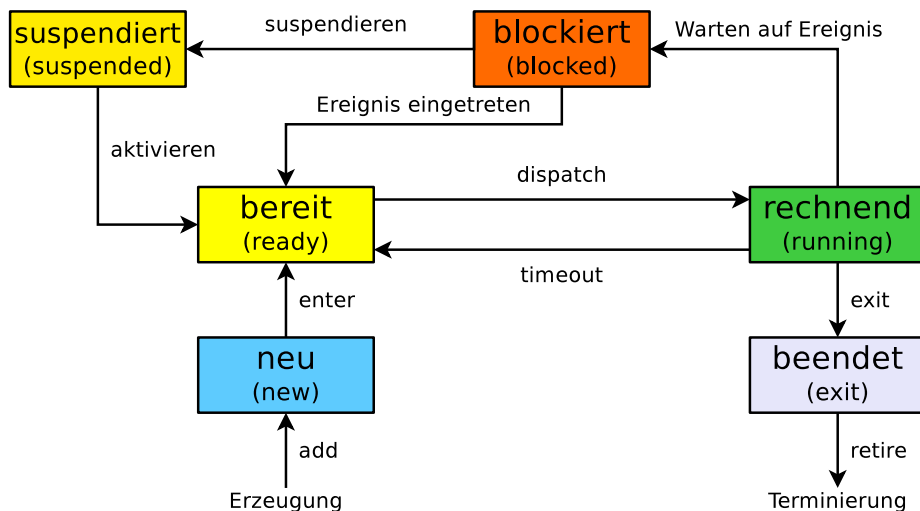
- (1) Geben Sie an, welche Metadaten nicht in den Inodes gespeichert sind. 1/2 P.  
*Die Dateinamen*
- (2) Nennen Sie ein Dateisystem, das Extents verwendet. 1/2 P.  
*JFS, XFS, btrfs, NTFS, ext4*
- (3) Nennen Sie ein Dateisystem, das Journaling verwendet. 1/2 P.  
*ext3/4, ReiserFS, JFS, NTFS, XFS*
- (4) Nennen Sie ein Dateisystem, das Blockgruppen verwendet. 1/2 P.  
*ext2/3*
- (5) Beschreiben Sie die Aufgabe des Stammverzeichnis (Wurzelverzeichnis) bei FAT-Dateisystemen. 1 P.  
*Im Stammverzeichnisses (Wurzelverzeichnis) ist jede Datei und jedes Verzeichnis durch einen Eintrag repräsentiert. Hier befinden sich die Metadaten der Datei und die erste Clusternummer der Datei.*
- (6) Beschreiben Sie die Arbeitsweise von Copy-On-Write. 2 P.  
*Schreibzugriffe im Dateisystem ändern/löschen keine Dateiinhalte. Veränderte Inhalte werden in freie Cluster geschrieben. Anschließend werden die Metadaten auf die neue Datei angepasst. Ältere Dateiversionen bleiben erhalten und können wiederhergestellt werden.*
- (7) Nennen Sie ein Dateisystem, das Copy-On-Write verwendet. 1/2 P.  
*ZFS, btrfs, ReFS*
- (8) Nennen Sie zwei Gründe für die Unterscheidung von Benutzermodus und Kernelmodus. 1 P.  
*Verbesserung von Stabilität und Sicherheit.*
- (9) Beschreiben Sie die Alternative, wenn Prozesse im Benutzermodus nicht direkt Systemaufrufe aufrufen sollen. 1 P.  
*Verwendung einer (Standard-)Bibliothek, die zuständig ist für die Kommunikationsvermittlung der Benutzerprozesse mit dem Kernel und den Moduswechsel zwischen Benutzermodus und Kernelmodus.*
- (10) Nennen Sie die 3 Arten von Prozesskontextinformationen, die das Betriebssystem speichert. 1 1/2 P.  
*Benutzerkontext, Hardwarekontext und Systemkontext.*

# Aufgabe 3)

Punkte: .....

- (1) Tragen Sie die Namen der Zustände in die Abbildung des 6-Zustands-Prozessmodells ein.

3 P.



- (2) Beschreiben Sie was ein Zombie-Prozess ist.

1 P.

*Ein Zombie-Prozess ist fertig abgearbeitet (via Systemaufruf `exit`), aber sein Eintrag in der Prozesstabelle existiert so lange, bis der Elternprozess den Rückgabewert (via Systemaufruf `wait`) abgefragt hat.*

- (3) Erklären Sie, warum in einigen Betriebssystemen ein Leerlaufprozess existiert.

1 P.

*Ist kein Prozess im Zustand `bereit`, kommt der Leerlaufprozess zum Zug. Der Leerlaufprozess ist immer aktiv und hat die niedrigste Priorität. Durch den Leerlaufprozesses muss der Scheduler nie den Fall berücksichtigen, dass kein aktiver Prozess existiert.*

- (4) Erklären Sie den Unterschied zwischen präemptivem und nicht-präemptivem Scheduling.

1 P.

*Bei präemptivem Scheduling (verdrängendem Scheduling) kann einem Prozess die CPU vor seiner Fertigstellung entzogen werden.*

*Bei nicht-präemptivem Scheduling (nicht-verdrängendem Scheduling) kann ein Prozess die CPU so lange belegen wie er will.*

# Aufgabe 4)

Punkte: .....

- (1) Beschreiben Sie was eine Race Condition ist. 1 P.  
*Eine unbeabsichtigten Wettlaufsituation zweier Prozesse, die auf die gleiche Speicherstelle schreibend zugreifen wollen.*
- (2) Erklären Sie, warum Race Conditions schwierig zu lokalisieren und zu beheben sind. 1 P.  
*Das Ergebnis eines Prozesses hängt von der Reihenfolge oder dem zeitlichen Ablauf anderer Ereignisse ab. Bei jedem Testdurchlauf können die Symptome komplett verschieden sein oder verschwinden.*
- (3) Beschreiben Sie, wie Race Conditions vermieden werden. 1 P.  
*Durch das Konzept der Semaphore.*
- (4) Beschreiben Sie den Vorteil von Signalisieren und Warten gegenüber aktivem Warten (Warteschleife). 1 P.  
*Bei aktivem Warten wird Rechenzeit der CPU verschwendet, weil diese immer wieder vom wartenden Prozess belegt wird. Bei Signalisieren und Warten wird die CPU entlastet, weil der wartende Prozess blockiert und zu einem späteren Zeitpunkt deblockiert wird.*
- (5) Beschreiben Sie den Unterschied zwischen Signalisieren und Blockieren. 1 P.  
*Signalisieren legt die Ausführungsreihenfolge der kritische Abschnitte der Prozesse fest.*  
*Blockieren sichert kritische Abschnitte. Die Reihenfolge, in der die Prozesse ihre kritische Abschnitte abarbeiten, ist nicht festgelegt. Es wird nur sichergestellt, dass es keine Überlappung in der Ausführung der kritischen Abschnitte gibt.*
- (6) Beschreiben Sie den Unterschied zwischen Semaphoren und Blockieren (Sperren und Freigeben). 1 P.  
*Im Gegensatz zu Semaphore kann beim Blockieren (Sperren und Freigeben) immer nur ein Prozess den kritischen Abschnitt betreten.*
- (7) Nennen Sie einen Vorteil von serieller gegenüber paralleler Datenübertragung. 1 P.  
*Weniger kostenintensiv und weniger aufwändig bei großen Distanzen.*
- (8) Nennen Sie einen Vorteil von paralleler gegenüber serieller Datenübertragung. 1 P.  
*Höhere Datenübertragungsraten sind möglich, da mehr Datenleitungen vorhanden sind.*
- (9) Geben Sie an, ob Computernetze üblicherweise parallele oder serielle Datenübertragung implementieren. 1/2 P.  
*Serielle Datenübertragung.*
- (10) Nennen Sie eine Technologie, die mit paralleler Datenübertragung arbeitet. 1/2 P.  
*ATA, SCSI, ISA, PCI, Front Side Bus, IEEE-1284, Drucker-Port*

# Aufgabe 5)

Punkte: .....

- (1) Eine Webcam auf der Oberfläche des (Zwerg-)Planeten Pluto sendet Bilder zur Erde. Jedes Bild ist 15 MB (1 MB =  $2^{20}$  Byte) groß. Berechnen Sie, wie lange die Übertragung eines Bildes bis zum Kontrollzentrum auf der Erde dauert. 5 P.
- (Hinweis: Die Netzwerkverbindung ist eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung.)*
- Datenrate = 1 kbps (Kilobit pro Sekunde) =  $1 * 10^3$  Bit pro Sekunde*
- Signalausbreitungsgeschwindigkeit = 299.792.458 m/s*
- Wartezeit = 0 s*
- Distanz = 6.000.000.000.000 m =  $6 * 10^{12}$  m*
- (Hinweis: An seinem entferntesten Punkt, wenn sich Erde und Pluto auf den gegenüberliegenden Seiten der Sonne befinden, ist Pluto 7,5 Milliarden Kilometer von der Erde entfernt. An ihrem nächsten Punkt sind Pluto und Erde nur 4,28 Milliarden km voneinander entfernt. Für die weiteren Berechnungen – um es einfach zu halten – verwenden wir 6 Milliarden km = 6.000.000.000 km)*
- Umwandlung von Bytes in Bits: (1 Punkt)*
- Dateigröße: 15 MB = 15.728.640 Bytes = 125.829.120 Bits*
- Verständnis für die Bedeutung von Latenz: (1 Punkt)*
- Latenz = Ausbreitungsverzögerung + Übertragungsverzögerung + Wartezeit*
- Ausbreitungsverzögerung berechnen: (1 Punkt)*
- Ausbreitungsverzögerung = 6.000.000.000.000 m / 299.792.458 m/s = 20013,845 s*
- Übertragungsverzögerung berechnen: (1 Punkt)*
- Übertragungsverzögerung = 125.829.120 Bits / 1000 Bits/s = 125829,129 s*
- Latenz berechnen: (1 Punkt)*
- Latenz = 20013,845 s + 125829,129 s + 0 s*
- = 145842,974 s = 2430 m 42,974 s = 40 h 30 m 42,974 s*
- (2) Nennen Sie den Namen der Schicht im hybriden Referenzmodell, in der Pakete ausgetauscht werden.  $\frac{1}{2}$  P.
- Vermittlungsschicht*
- (3) Nennen Sie den Namen der Schicht im hybriden Referenzmodell, in der Signale ausgetauscht werden.  $\frac{1}{2}$  P.
- Bitübertragungsschicht*
- (4) Nennen Sie den Namen der Schicht im hybriden Referenzmodell, in der Rahmen (Frames) ausgetauscht werden.  $\frac{1}{2}$  P.
- Sicherungsschicht*
- (5) Nennen Sie ein Protokoll der Sicherungsschicht.  $\frac{1}{2}$  P.
- Ethernet, WLAN, Bluetooth, etc.*

# Aufgabe 6)

Punkte: .....

- (1) Beschreiben Sie, warum das hybride Referenzmodell verglichen mit dem TCP/IP-Referenzmodell näher an der Realität ist. 2 P.

*Das hybride Referenzmodell bildet die Funktionsweise von Computernetzen realistisch ab. Es unterscheidet die Bitübertragungsschicht und Sicherungsschicht. Es unterteilt die Anwendungsschicht nicht. Es kombiniert die Vorteile des TCP/IP-Referenzmodells und des OSI-Referenzmodells, ohne deren jeweilige Nachteile zu übernehmen.*

- (2) Beschreiben Sie was der ARP-Cache ist. 1 P.

*Der ARP-Cache ist eine Tabelle mit IP-Adressen und MAC-Adressen die zusammen gehören. Sie dient zur Beschleunigung der Adressauflösung.*

- (3) Fehlererkennung mit dem CRC-Verfahren. Prüfen Sie, ob der empfangene Rahmen korrekt übertragen wurde. 2 P.

Übertragener Rahmen: 1101001111100  
Generatorpolynom: 100101

```
1101001111100
100101|||||
-----v|||||
 100011|||||
 100101|||||
-----vvv|||
  110111|||
  100101|||
-----v||
   100101||
   100101||
-----vv
```

00 => Der Rahmen wurde korrekt übertragen

# Aufgabe 7)

Punkte: .....

- (1) Berechnen Sie die erste und letzte Hostadresse, die Netzadresse und die Broadcast-Adresse des Subnetzes. 4 P.

IP-Adresse:            151.175.31.100    10010111.10101111.00011111.01100100  
 Netzmaske:            255.255.255.128    11111111.11111111.11111111.10000000

Netzadresse?            151.175.31.0            10010111.10101111.00011111.00000000

Erste Hostadresse?    151.175.31.1            10010111.10101111.00011111.00000001

Letzte Hostadresse?   151.175.31.126        10010111.10101111.00011111.01111110

Broadcast-Adresse?   151.175.31.127        10010111.10101111.00011111.01111111

binäre Darstellung	dezimale Darstellung	binäre Darstellung	dezimale Darstellung
10000000	128	11111000	248
11000000	192	11111100	252
11100000	224	11111110	254
11110000	240	11111111	255

- (2) Vereinfachen Sie die IPv6-Adresse 1 P.

1080:0000:0000:0000:0007:0700:0003:316b

*Lösung:* 1080::7:700:3:316b

- (3) Vereinfachen Sie die IPv6-Adresse 1 P.

2001:0c60:f0a1:0000:0000:0000:0000:0001

*Lösung:* 2001:C60:F0A1::1

- (4) Geben Sie alle Stellen der IPv6-Adresse an: 2001::2:0:0:1 1 P.

*Lösung:* 2001:0000:0000:0000:0002:0000:0000:0001

- (5) Geben Sie alle Stellen der IPv6-Adresse an: 2001:0:85a4::4a1e:370:7112 1 P.

*Lösung:* 2001:0000:85a4:0000:0000:4a1e:0370:7112

- (6) Nennen Sie ein Protokoll der Bitübertragungsschicht. 1/2 P.

*Ethernet, WLAN, Bluetooth, etc.*

- (7) Nennen Sie ein Protokoll der Vermittlungsschicht. 1/2 P.

*Internet Protocol (IP), ICMP, etc.*

- (8) Nennen Sie den Fachbegriff der Adressen, die Protokolle der Transportschicht verwenden. 1/2 P.

*Port-Nummern*

- (9) Nennen Sie den Fachbegriff der Adressen, die Protokolle der Sicherungsschicht verwenden. 1/2 P.

*MAC-Adressen*



# Aufgabe 8)

Punkte: .....

Nennen Sie den Namen der Schicht im hybriden Referenzmodell,...

- |  |   |
|--|---|
| (1) ... der das Protokoll SSH zugeordnet ist.<br><i>Anwendungsschicht</i>    | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (2) ... in der Bridges arbeiten.<br><i>Sicherungsschicht</i>                 | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (3) ... der das Protokoll ICMP zugeordnet ist.<br><i>Vermittlungsschicht</i> | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (4) ... in der Repeater arbeiten.<br><i>Bitübertragungsschicht</i>           | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (5) ... der das Protokoll SMTP zugeordnet ist.<br><i>Anwendungsschicht</i>   | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (6) ... in der Router arbeiten.<br><i>Vermittlungsschicht</i>                | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (7) ... in der L2-Switche arbeiten.<br><i>Sicherungsschicht</i>              | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (8) ... der das Protokoll TCP zugeordnet ist.<br><i>Transportschicht</i>     | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (9) ... in der DSL- und LTE-Modems arbeiten.<br><i>Sicherungsschicht</i>     | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (10) ... in der L3-Switche arbeiten.<br><i>Vermittlungsschicht</i>           | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (11) ... in der Hubs arbeiten.<br><i>Bitübertragungsschicht</i>              | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (12) ... der das Protokoll HTTP zugeordnet ist.<br><i>Anwendungsschicht</i>  | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (13) ... der das Protokoll UDP zugeordnet ist.<br><i>Transportschicht</i>    | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |
| (14) ... der das Protokoll NTP zugeordnet ist.<br><i>Anwendungsschicht</i>   | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1/2 P.</div> |