

Nachname/*Last name*

Vorname/*First name*

Matrikelnr./*Matriculation no*

Nachklausur 24. 09. 2014

- Bitte tragen Sie zuerst auf dem Deckblatt Ihren Namen, Ihren Vornamen und Ihre Matrikelnummer ein. Tragen Sie dann auf den anderen Blättern (auch auf dem Konzeptblatt) Ihre Matrikelnummer ein.
Please fill in your last name, your first name, and your matriculation number on this page and fill in your matriculation number on all other pages (including the draft page).
- Die Prüfung besteht aus 12 Blättern: Einem Deckblatt und 11 Aufgabenblättern mit insgesamt 5 Aufgaben.
The examination consists of 12 pages: One cover sheet and 11 sheets containing 5 assignments.
- Es sind keinerlei Hilfsmittel erlaubt!
No additional material is allowed.
- Die Prüfung gilt als nicht bestanden, wenn Sie versuchen, aktiv oder passiv zu betrügen.
You fail the examination if you try to cheat actively or passively.
- Wenn Sie zusätzliches Konzeptpapier benötigen, verständigen Sie bitte die Klausuraufsicht.
If you need additional draft paper, please notify one of the supervisors.
- Bitte machen Sie eindeutig klar, was Ihre endgültige Lösung zu den jeweiligen Teilaufgaben ist. Teilaufgaben mit widersprüchlichen Lösungen werden mit 0 Punkten bewertet.
Make sure to clearly mark your final solution to each question. Questions with multiple, contradicting answers are void (0 points).
- Wir werden Punkte abziehen, falls korrekte Antworten auch inkorrekte oder irrelevante Informationen enthalten. Bitte schreiben Sie nicht einfach möglichst viel hin, in der Hoffnung, das richtige Schlagwort zu treffen.
We will take off points if a correct answer also includes incorrect or irrelevant information. Do not write down everything you know in hopes of saying the correct buzz word.

Die folgende Tabelle wird von uns ausgefüllt! *The following table is completed by us!*

Aufgabe	1	2	3	4	5	Total
Max. Punkte	12	12	12	12	12	60
Erreichte Punkte						
Note						

Aufgabe 1: Zum Aufwärmen / Assignment 1: Warmup

a) Was sind Zombies und Waisen im Betriebssystem-Kontext?

2 pt

What are Zombies and Orphans in the context of operating systems?

b) Schreiben Sie einen kurzen, syntaktisch korrekten C Codeabschnitt, in welchem D, S, T und ein Array H jeweils in bestimmten Adressraumsegmenten allokiert werden: D im Datensegment, H auf dem Heap, S im Stacksegment und T im Textsegment.

4 pt

Write a short piece of syntactically correct C code that allocates D, S, T, and an array H in particular address space segments: D in the data segment, H on the heap, S in the stack segment, and T in the text segment.

c) Warum kann ein Spinlock vollständig im Benutzermodus implementiert werden? Was benötigt die Implementierung?

1 pt

Why can a spinlock be fully implemented in user space? What does the implementation require?

d) Warum ergibt es keinen Sinn einen Spinlock mithilfe von zwei Registern zu implementieren anstatt Hauptspeicher zu nutzen?

1 pt

Why does it not make sense to implement a spinlock with two registers instead of using memory?

- e) Wie verhindert das Betriebssystem, dass Prozess A auf den Hauptspeicher von Prozess B zugreifen kann?

1 pt

How does the operating system prevent process A from accessing the memory contents of process B?

- f) Welche Annahme steht hinter der LRU Seitenersetzungsstrategie?

1 pt

On which assumption is the LRU page replacement strategy based upon?

- g) Sowohl E/A Geräte, als auch DMA-Controller signalisieren die Fertigstellung eines Transfers mithilfe eines Interrupts. Warum führt die Nutzung eines DMA-Controllers dennoch zu einer besseren Auslastung des Systems?

2 pt

Both an I/O device and a DMA controller signal the completion of a transfer with an interrupt. Why does the use of a DMA controller still lead to a better utilization of the system?

**Total:
12.0pt**

Aufgabe 2: Prozesse und Threads / *Assignment 2: Processes and Threads*

- a) Nennen Sie die drei in der Vorlesung vorgestellten Threadmodelle und geben Sie für jedes Modell an, wo (Kernel-/User space) Schedulingentscheidungen getroffen werden.

3 pt

Name the three threading models discussed in the lecture. For each model, also state where (kernel-/user space) scheduling decisions are calculated.

Threading model	Scheduling decisions in...

- b) Gegeben seien vier Prozesse auf einem Einprozessorsystem mit den angegebenen Ankunftszeiten (0 = Start) und Burst-Zeiten. Vervollständigen Sie die untenstehenden Scheduling-Pläne für die Strategie FCFS sowie die Strategie RR für die Zeitscheibenlänge 1 Zeiteinheit. Ein Kasten im Zeitplan stellt eine Zeiteinheit dar.

3 pt

Consider four processes on a uniprocessor system, with given arrival times (0 = start) and burst times. Complete the scheduling plans given below, for the policy FCFS and the policy RR for a timeslice length of 1 units of time. A box in the scheduling plan represents one unit of time.

Process	Arrival Time	Burst-Time
1	2.5	4
2	1.5	7
3	0	4
4	6.5	5

FCFS

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

RR

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- c) Berechnen Sie für den obigen *FCFS-Scheduling-Plan* die Wartezeit aller Prozesse.

1.5 pt

For the above FCFS scheduling plan, calculate the waiting time of each process.

Process	Waiting time
1	
2	
3	
4	

- d) Berechnen Sie für den obigen *RR-Scheduling-Plan* die Tournaround-Zeit aller Prozesse. **1.5 pt**
For the above RR scheduling plan, calculate the tournaround time of each process.

Process	Turnaround time
1	
2	
3	
4	

- e) Erklären Sie, warum ein *FCFS-Scheduler* eine schlechte Wahl für Desktopsysteme ist. **1 pt**
Explain why a FCFS-scheduler is a bad choice for desktop systems.

- f) Betrachten Sie einen Webserver mit einem CPU-Kern, der viele Anfragen von mehreren entfernten Clients verarbeiten muss.

Ist SJF in diesem Szenario ein geeignetes Schedulingverfahren? Schlagen sie gegebenenfalls ein anderes Schedulingverfahren vor! Begründen Sie Ihre Antworten! **2 pt**

Consider a web server with a single CPU core, which must process many requests from multiple remote clients.

Is SJF an appropriate scheduling strategy in this scenario? If not, propose a more appropriate scheduling strategy! Justify your answers!

**Total:
12.0pt**

Aufgabe 3: Koordination von Prozessen / *Assignment 3: Process Coordination*

a) Was sind *race conditions*?

1 pt

Explain the term race condition.

b) Nennen und erläutern Sie kurz die drei notwendigen Bedingungen für eine gültige Lösung des Problems kritischer Abschnitte.

3 pt

Enumerate and briefly explain the three requirements for a valid solution of the critical section problem.

- c) Wie implementiert man typischerweise Synchronisation auf einem Einprozessorsystem? Nennen Sie zwei Beschränkungen bzw. Nachteile dieses Ansatzes.

2 pt

How do we typically implement synchronization on a single-processor system? State two limitations and disadvantages of that approach.

- d) Was ist Verklemmungsverhinderung?

1 pt

What is deadlock prevention?

- e) Was müssen Sie bei Verklemmungsverhinderung beim Entwurf eines Systems beachten? Welche Vorkehrungen müssen Sie zur Laufzeit treffen? Erläutern Sie Ihre Antwort anhand einer konkreten Technik.

2 pt

What is required when designing a system if you use deadlock prevention? What provisions are necessary at runtime? Give your answer using an actual technique as example.

f) Was ist *Verklemmungsvermeidung*?

1 pt

What is deadlock avoidance?

g) Was müssen Sie bei *Verklemmungsvermeidung* beim Entwurf eines Systems beachten? Welche Vorkehrungen müssen Sie zur Laufzeit treffen? Erläutern Sie Ihre Antwort anhand einer konkreten Technik.

2 pt

What is required when designing a system if you use deadlock avoidance? What provisions are necessary at runtime? Give your answer using an actual technique as example.

**Total:
12.0pt**

Aufgabe 4: Speicher / *Assignment 4: Memory*

- a) Betrachten Sie ein System, das mittels einer hierarchischen Seitentabelle virtuelle in physische Speicheradressen übersetzt. Eine Seitentabelle umfasst 512 Einträge, wobei jeder Eintrag 8 Bytes benötigt. Sowohl der virtuelle als auch der physische Adressraum sind 512 GiB groß, wobei jede Seite 4096 Bytes umfasst. Wieviel physischer Speicher würde für eine volle Seitentabellenhierarchie benötigt? Erläutern Sie Ihre Rechnung.

4 pt

Consider a system that translates virtual addresses to physical addresses using hierarchical page tables. Every page table comprises 512 entries, with each entry having a size of 8 bytes. The size of both the virtual and the physical address spaces is 512 GiB. The page size is 4096 bytes. How much physical memory is required for a full page table hierarchy? Explain your answer.

- b) Nennen Sie einen Vor- und einen Nachteil von großen Seiten (4 MiB) gegenüber kleinen Seiten (4 KiB).

2 pt

Give one advantage and one disadvantage of huge pages (4 MiB) compared to small pages (4 KiB).

Pro:

Contra:

- c) Bewerten Sie folgende Aussage: Der Heap-Allokator (*malloc*) ist Teil des Betriebssystemkerns. Begründen Sie Ihre Antwort.

1 pt

Evaluate the following statement: The heap allocator (malloc) is part of the operating system kernel. Explain your answer.

- d) Ein Prozess greift zum ersten Mal auf eine Seite einer in den Speicher eingeblendeten Datei zu. Das Betriebssystem verwendet Demand-Paging. Welche Schritte sind zur Behandlung des Seitenfehlers nötig?

3 pt

A process accesses a page of a memory-mapped file for the first time. The operating system uses demand-paging. What steps are necessary to handle the page fault?

- e) Wie löst man das Problem der Bedeutungslosigkeit (Alias) in einem System mit einem virtually-indexed, virtually-tagged Cache?

1 pt

How do you solve the alias problem in a system with a virtually-indexed, virtually-tagged cache?

- f) Was versteht man unter dem Working Set eines Prozesses?

1 pt

What is the working set of a process?

**Total:
12.0pt**

Aufgabe 5: I/O, Hintergrundspeicher und Dateisysteme / Assignment 5: I/O, Secondary Storage, and File Systems

- a) Betrachten Sie ein System, das an ein sehr schnelles Netzwerk angeschlossen ist. Jedes ankommende Paket löst einen Interrupt aus. Welches Problem kann beim Empfang vieler kleiner Pakete auftreten?

2 pt

Consider a system that is connected to a very fast network. Each arriving packet triggers an interrupt. What problem can arise while receiving many small packets?

- b) Welche alternative I/O-Technik würde diese Situation verbessern und warum?

1 pt

Which other I/O technique would improve that situation? Why?

- c) Welches ist der Hauptunterschied zwischen Festplatten (HDDs) und Solid State Disks (SSD) in Bezug auf die Zugriffscharakteristik? Was sind die Auswirkungen hiervon für den Entwurf von Dateisystemen?

2 pt

What is the main difference in access characteristics between hard disk drives (HDDs) and solid state disks (SSDs)? What are the implications on file system design?

- d) In einem i-node-basierten Dateisystem biete jeder i-node Platz für bis zu fünf LBA-Zeiger auf 4 KiB große Festplatten-Blöcke. Wie muss man diese Block-Zeiger einsetzen um eine maximale Dateigröße von 2 MiB bei minimalem Speicherverbrauch zu unterstützen? I-nodes belegen 512 B, jeder Block-Zeiger ist 8 B lang.

3 pt

Consider an i-node based file system that stores up to five LBA pointers in each i-node, each of which refers to a 4-KiB disk block. How do you have to utilize these pointers to support a maximum file size of 2 MiB using a minimum of disk space? Each i-node is 512 B in size, block pointers are 8 B long.

- e) Wieviel Speicherplatz wird in obigem Dateisystem insgesamt benötigt, um eine 8 KiB große Datei abzulegen? Wieviel für eine 20 KiB große Datei? Beschreiben Sie Ihren Rechenweg. Ignorieren Sie Verzeichniseinträge.

2 pt

How much disk space in total is required to store a file of 8 KiB size in the file system discussed above? How much for a 20 KiB file? Describe how you arrived at your solution. Ignore directory entries.

- f) Können harte Links und/oder symbolische Links verschiedene Dateisysteme überspannen? Warum/warum nicht?

2 pt

Can hard links and/or symbolic links span different file systems? Why/why not?

**Total:
12.0pt**