

Nachname/*Last name*

Vorname/*First name*

Matrikelnr./*Matriculation no*

Nachklausur 13.09.2017

- Bitte tragen Sie zuerst auf dem Deckblatt Ihren Namen, Ihren Vornamen und Ihre Matrikelnummer ein. Tragen Sie dann auf den anderen Blättern (auch auf Konzeptblättern) 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 draft pages).
- Die Prüfung besteht aus 15 Blättern: Einem Deckblatt und 14 Aufgabenblättern mit insgesamt 5 Aufgaben.
The examination consists of 15 pages: One cover sheet and 14 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).

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: Grundlagen

Assignment 1: Basics

- a) Nennen Sie zwei allgemeine Aufgaben von Abstraktionen in einem Betriebssystem. Geben Sie je eine Beispielastraktion sowie die passende Hardwareressource an.

2 pt

Give two general purposes of abstractions in an operating system. For each one, provide an example abstraction and the corresponding hardware resource.

- b) Diskutieren Sie Vor- und Nachteile von Interrupts gegenüber Polling. In welcher Situation ist Polling die bessere Wahl? Begründen Sie Ihre Antwort.

3 pt

Discuss pros and cons of interrupts over polling. In which situation is polling the better choice? Justify your answer.

- c) Der Kernel verfügt in der Regel über einen eigenen vollständigen Adressraum.

0.5 pt

The kernel usually possesses a full address space of its own.

Ja / Yes

Nein / No

Aufgabe 2: Prozesse und Threads

Assignment 2: Processes and Threads

- a) Betrachten Sie ein Betriebssystem, das jedem Prozess eine 16 Bit Prozess-ID (PID) zuweist. Das System bestimmt eine eindeutige PID, indem es beim Erstellen eines Prozesses einen globalen Zähler atomar inkrementiert und den neuen Zählerwert als PID verwendet.

Erklären Sie, warum dieses System in der Praxis Probleme verursachen würde.

1 pt

Consider an operating system, which assigns a 16 bit process ID (PID) to each process. On process creation, the system determines a unique PID by atomically incrementing a global counter and using the new counter value as PID.

Explain why this system would cause problems in practice.

Wie könnte die PID-Vergabe angepasst werden?

1 pt

How could the PID allocation be adjusted?

- b) Welches der in der Vorlesung vorgestellten Threadmodelle würden Sie für eine I/O-intensive Anwendung verwenden? Begründen Sie Ihre Antwort.

2 pt

Which one of the thread models presented in the lecture would you choose for an I/O-intensive application? Justify your answer.

c) Erklären Sie den Begriff *Long-Term Scheduling* im Kontext der Vorlesung.

1 pt

Explain the term long-term scheduling in the context of the lecture.

d) Erklären Sie den Unterschied zwischen einem Scheduler und einem Dispatcher.

2 pt

Explain the difference between a scheduler and a dispatcher.

e) Diskutieren Sie Vor- und Nachteile von kurzen gegenüber langen Zeitscheiben bei präemptivem Round-Robin Scheduling (nicht Virtual Round-Robin). Nutzen Sie dabei die in der Vorlesung vorgestellten Bewertungskriterien für Schedulingverfahren.

3 pt

Discuss advantages and disadvantages of short over long time slices in preemptive round-robin scheduling (not virtual round-robin). Use the criteria presented in the lecture for assessing scheduling policies.

f) Erläutern Sie das Konzept der *Prioritätsvererbung (Priority Inheritance)*.

2 pt

Explain the concept of priority inheritance.

**Total:
12.0pt**

Aufgabe 3: Koordination und Kommunikation von Prozessen
Assignment 3: Process Coordination and Communication

- a) Welche der Bedingungen für einen Deadlock wird nicht erfüllt, wenn sämtliche Ressourcen sortiert und ausschließlich in dieser Reihenfolge alloziert werden? Begründen Sie Ihre Antwort.

1 pt

Which of the requirements for a deadlock is negated by ordering all resources and always acquiring them in this order? Justify your answer.

- b) Warum lässt sich in der Praxis Deadlock Avoidance nur selten umsetzen?

1 pt

Why is it in practice usually impossible to implement deadlock avoidance?

- c) Nennen und beschreiben Sie jeweils kurz die beiden in der Vorlesung vorgestellten Möglichkeiten, ein System nach einem aufgetretenen Deadlock zu reparieren (*Deadlock Recovery*).

2 pt

List and briefly describe the two techniques presented in the lecture to repair a system after a deadlock has occurred (deadlock recovery).

d) Worin unterscheiden sich direktes und indirektes Message Passing?

1 pt

What is the difference between direct and indirect message passing?

Sind POSIX Message Queues in diesem Sinne direkt oder indirekt?

0.5 pt

In this sense, are POSIX message queues direct or indirect?

e) Warum werden bei Message Passing keine Puffer benötigt, wenn blockierende `send`-Operationen verwendet werden?

1 pt

Why does message passing not require any buffers if blocking `send` operations are used?

f) Erklären Sie den Unterschied zwischen schwachen und starken Semaphoren. Welche der Anforderungen an Synchronisierungsprimitive wird durch starke Semaphoren erfüllt, durch schwache aber nicht?

2 pt

Explain the difference between weak and strong semaphores. Which of the requirements for synchronization primitives is met by strong semaphores, but not by weak ones?

g) Die folgenden Codeabschnitte werden parallel auf zwei verschiedenen Kernen eines Systems ausgeführt. `shared` zeigt in beiden Fällen auf den selben Speicher (Shared Memory). Dieser Speicher sei zu Beginn der Ausführung mit Nullen initialisiert.

Warum kann es passieren, dass auf aktuellen Prozessoren `do_work()` mit 0, anstelle dem von `generate_input()` generierten Wert, aufgerufen wird? Erklären Sie schrittweise, wie es zu der fehlerhaften Ausführung kommt.

2 pt

The following code sections execute on two different cores of a system in parallel. `shared` points to the same memory in both cases (shared memory). At the beginning of the execution, this memory is initialized with zeros.

Why is it possible that on modern processors `do_work()` is called with 0, instead of the value generated by `generate_input()`? Explain step by step what leads to the erroneous execution.

Prozess 1:	Prozess 2:
1 int *shared;	1 int *shared;
2 // [...]	2 // [...]
3 shared[0] = generate_input();	3 // wait for available data
4	4 while (shared[100] == 0)
5 // signal other process	5 ;
6 // that data is available	6 // fetch and process data
7 shared[100] = 1;	7 do_work(shared[0]);

Mit welcher Maßnahme lässt sich das Problem beheben, ohne dass Synchronisierungsprimitive wie Spinlocks, Mutexes oder Semaphoren eingesetzt werden? Begründen Sie Ihre Antwort.

1.5 pt

What measures can be taken to solve the problem without using synchronization primitives such as spinlocks, mutexes, or semaphores? Justify your answer.

**Total:
12.0pt**

Aufgabe 4: Speicher

Assignment 4: Memory

- a) Erläutern Sie das Konzept von Base- und Limitregistern. Wie können damit mehrere Prozesse im Speicher isoliert werden?

1.5 pt

Explain the concept of base and limit registers. How can they be used to isolate multiple processes in memory?

Welche Vor- und Nachteile hat dieser Ansatz gegenüber seitenbasiertem virtuellem Speicher?

1.5 pt

What are the advantages and disadvantages over page-based virtual memory?

- b) Welche Informationen benötigt das Betriebssystem bei einem Seitenfehler von der CPU? Geben Sie jeweils an, wozu diese Information nötig ist.

1.5 pt

What information does the operating system need from the CPU on a page fault? Specify the purpose for which this information is required.

c) Gegeben sei ein System mit 8 GiB physischem Speicher und 35 bit virtuellen Adressen. Die Seitengröße beträgt 8 KiB, jeder Seiteneintrag benötigt 4 Bytes.

Ein Prozess alloziert 1 GiB Speicher. Berechnen Sie für jede angegebene Tabellenart, wieviel Speicher für die Seitentabelle des Prozesses mindestens nötig ist.

4 pt

Consider a system with 8 GiB physical memory and 35 bit virtual addresses. The page size is 8 KiB, a page table entry requires 4 bytes.

A process allocates 1 GiB of memory. For each specified page table type, calculate how much memory is at least required for the page table of the process.

Lineare Seitentabelle / *Linear Page Table*

Hierarchische Seitentabelle / *Hierarchical Page Table*

Invertierte Seitentabelle / *Inverted Page Table*

Erklären Sie für die drei Seitentabellenarten, wie sich der Speicherverbrauch durch Seitentabellen verändert, wenn ein zweiter Prozess gestartet wird, der ebenfalls 1 GiB alloziert.

1 pt

Explain for each page table type how the memory consumption of page tables changes, if a second process is started, which also allocates 1 GiB.

- d) Beschreiben Sie einen Ansatz mit dem die Anzahl der TLB-Misses nach einem Adressraumwechsel reduziert werden kann.

1 pt

Describe an approach that reduces the number of TLB misses after an address space switch.

- e) Welche Seiten bilden das Working-Set eines Prozesses?

0.5 pt

Which pages make up the working-set of a process?

- f) Beschreiben Sie eine Situation, bei der es mit dem Buddy Allokator zu externer Fragmentierung kommt.

1 pt

Describe a situation in which the buddy allocator suffers from external fragmentation.

**Total:
12.0pt**

Aufgabe 5: I/O, Hintergrundspeicher und Dateisysteme

Assignment 5: I/O, Secondary Storage, and File Systems

- a) Auf den relative Pfad `../../../../asdf/./jkl` wird vom Verzeichnis `/a/b/c/` ausgehend zugegriffen. Geben Sie den absoluten und so weit wie möglich gekürzten Pfad an.

0.5 pt

The relative path `../../../../asdf/./jkl` is accessed from within the directory `/a/b/c/`. Give the absolute path, without any unnecessary elements.

- b) Erläutern Sie den Unterschied zwischen *Shared File Locks* und *Exclusive File Locks*.

1 pt

Explain the difference between shared file locks and exclusive file locks.

- c) Welchen Einfluss auf die Performance kann es bei einer klassischen Festplatte haben, sehr häufig genutzte Daten (zum Beispiel Inode-Tabellen) auf den mittleren Zylindern zu speichern anstatt auf den inneren oder äußeren Zylindern? Erklären Sie kurz, wodurch dieser Effekt entsteht.

1.5 pt

On conventional hard disks, what impact on performance can placing very commonly required data (e.g., inode tables) on the center cylinders of the disk have (as opposed to placing the data on inner or outer cylinders)? Explain briefly how this effect is caused.

- d) Was ist *Spooling*? Geben Sie ein Beispielgerät an, für das Spooling verwendet wird.

1 pt

What is spooling? Give an example device for which spooling is used.
