

Betriebssysteme (Operating Systems)

Prof. Dr. Frank Bellosa Dipl.-Inform. Marc Rittinghaus

Nachname/Last name	Vorname/First name	Matrikelnr./Matriculation no

Nachklausur

• 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: GrundlagenAssignment 1: Basics

a)	Nennen Sie zwei allgemeine Aufgaben von Abstraktionen in einem Betriebssystem. Geben Sie je eine Beispielabstraktion 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
	The kernel usually possesses a full address space of its own.	
	\Box Ja / Yes \Box Nein / No	

d)	Nennen Sie ein Anwendungsbeispiel für ein Betriebssystem <i>ohne</i> Trennung in Benutzer- und Kernelmodus. Begründen Sie Ihre Antwort.	1.5 p
	Give a usage example for an operating system without separation in user and kernel mode. Justify your answer.	
e)	Skizzieren Sie die wichtigsten Schritte einer Anwendung und des Betriebssystems bei einem Systemaufruf.	3 pt
	Outline the most important steps by an application and the operating system for a system call.	
f)	Erläutern Sie, warum der Stack den Heap nicht ersetzen kann.	2 pt
	Explain why the stack cannot replace the heap.	

Total: 12.0pt

Aufgabe 2: Prozesse und ThreadsAssignment 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 kännte die DID Verrebe engeneer worden?	1 n4
	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.	

:)	Erklären Sie den Begriff Long-Term Scheduling im Kontext der Vorlesung.
	Explain the term long-term scheduling in the context of the lecture.
)	Erklären Sie den Unterschied zwischen einem Scheduler und einem Dispatcher.
	Explain the difference between a scheduler and a dispatcher.
:)	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.
	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.

Matrikelnummer/Matriculation number

Total: 12.0pt

f)	Erläutern Sie das Konzept der <i>Prioritätsvererbung (Priority Inheritance)</i> .	2 pt
	Explain the concept of priority inheritance.	

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

	Welche der Bedingungen für einen Deadlock wird nicht erfüllt, wenn sämtliche Ressourcen sortiert und ausschließlich in dieser Reihenfolge alloziert werden? Begründen Sie Ihre Antwort.				
	Which of the requirements for a deadlock is negated by ordering all resources and always acquiring them in this order? Justify your answer.				
၁)	Warum lässt sich in der Praxis Deadlock Avoidance nur selten umsetzen?				
	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).				
	List and briefly describe the two techniques presented in the lecture to repair a system after a deadlock has occurred (deadlock recovery).				

	Worin unterscheiden sich direktes und indirektes Message Passing?
	What is the difference between direct and indirect message passing?
	Sind POSIX Message Queues in diesem Sinne direkt oder indirekt?
	In this sense, are POSIX message queues direct or indirect?
i	Warum werden bei Message Passing keine Puffer benötigt, wenn blockierende send-
	Operationen verwendet werden?
	Why does message passing not require any buffers if blocking send operations are used?
1	Erklären Sie den Unterschied zwischen schwachen und starken Semaphoren. Welche der Anforderungen an Synchronisierungsprimitive wird durch starke Sema-
	phoren erfüllt, durch schwache aber nicht?
	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 <code>do_work()</code> mit 0, anstelle dem von <code>generate_input()</code> generierten Wert, aufgerufen wird? Erklären Sie schrittweise, wie es zu der fehlerhaften Ausführung kommt.

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 <code>do_work()</code> is called with 0, instead of the value generated by <code>generate_input()</code>? Explain step by step what leads to the erroneous execution.

Prozess 1: 1 int *shared; 2 // [] 3 shared[0] = genera 4 5 // signal other pr 6 // that data is av 7 shared[100] = 1;	te_input(); 3 4 ocess 5	// fetch and process data
rungsprimitive wie Spinloc gründen Sie Ihre Antwort. What measures can be tak	ks, Mutexes oder S en to solve the pro	a beheben, ohne dass Synchronisie- emaphoren eingesetzt werden? Be- 1.5 p blem without using synchronization ohores? Justify your answer.

Total: 12.0pt

2 pt

Aufgabe 4: Speicher Assignment 4: Memory

	n Sie das Konzept von Base- und Limitregistern. Wie können damit mehesse im Speicher isoliert werden?
_	he concept of base and limit registers. How can they be used to isolate processes in memory?
Welche V	or- und Nachteile hat dieser Ansatz gegenüber seitenbasiertem virtuellen ?
What are	the advantages and disadvantages over page-based virtual memory?
	nformationen benötigt das Betriebssystem bei einem Seitenfehler von der ben Sie jeweils an, wozu diese Information nötig ist.
	ormation does the operating system need from the CPU on a page fault? The purpose for which this information is required.

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.
Consider a system with 8GiB 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.
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 p
	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. Explain the difference between shared file locks and exclusive file locks.	1 pt
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 <i>Spooling</i> ? Geben Sie ein Beispielgerät an, für das Spooling verwendet wird. What is spooling? Give an example device for which spooling is used.	1 pt

e)	Ein System verarbeitet den Datenstrom eines I/O-Geräts, bestehend aus vielen gleich großen Datenpaketen. Das System benötigt 5 ms, um ein Datenpaket von dem I/O-Gerät in den Puffer einer Anwendung zu kopieren und anschließend 3 ms, um das Datenpaket in der Anwendung zu verarbeiten. Berechnen Sie näherungsweise den Speedup, wenn man einen zusätzlichen Systempuffer hinzufügt (Single Buffering). Die Daten gelangen dabei zuerst per DMA vom I/O-Gerät in den Systempuffer (5 ms) und werden in den Puffer der Anwendung kopiert (1 ms), sobald diese das vorherige Datenpaket verarbeitet hat (3 ms).	
	A system processes the data stream of an I/O device, consisting of many data packets of equal size. The system requires 5ms to copy a data packet from the I/O device into the buffer of an application and then 3ms to process the packet in the application.	2 pt
	Calculate the approximate speedup when an additional system buffer is added (Single Buffering). The data is first transferred from the I/O device into the system buffer via DMA (5 ms), and is copied into the application's buffer (1 ms), as soon as the application finished processing the previous packet (3 ms).	
f)	Welches Problem kann durch DMA beim Ersetzen von Seiten auftreten, und wie kann diese Situation verhindert werden?	1.5 pt
	Which problem can be caused by DMA during page replacement, and how can this situation be prevented?	

g)	Ein Programm hängt Daten an eine Datei, auf welche mehrere Hardlinks zeigen. Warum ist es hierbei sinnvoll, dass Attribute wie die Dateigröße nicht im Verzeichniseintrag, sondern im Inode gespeichert werden?	1 pt
	A program appends data to file, which has multiple hard links. Why is it advantageous to store attributes like the file size not in the directory entry, but instead in the inode?	
h)	Beschreiben Sie für jede der drei Allokationsstrategien Contiguous Allocation, Chained Allocation und Indexed Allocation ein Szenario, für welches die Strategie besonders geeignet ist. Begründen Sie Ihre Antwort.	3 pt
	For each of the three allocation strategies contiguous allocation, chained allocation, and indexed allocation, describe a scenario for which the strategy is particularly well suited. Justify your answer.	
:)	Walaha Sahwaihatwatagia wind ühliahawwaisa in ainam Dataigagha yawwandat?	0 5 24
1)	Welche Schreibstrategie wird üblicherweise in einem Dateicache verwendet? Which write policy is typically used in a file cache?	0.5 pt
	☐ Write-Through ☐ Write-Behind	Total: 12.0pt