

	University of Karlsruhe System Architecture Group Frank Bellosa, Gerd Liefländer
---	--

Nachname / <i>Last name</i>	Vorname / <i>First name</i>	Matrikelnummer / <i>Matriculation number</i>

System Architektur / *System Architecture*
 Klausur / *Examination*
 WS 2008/2009 11. 09. 2009

- Bitte tragen Sie zuerst auf dem Deckblatt Ihren Namen, Vornamen und Ihre Matrikelnummer ein, auf den sonstigen Blättern nur noch Ihre Matrikelnummer, auch auf dem Konzeptblatt. *Please enter your last name, first name, and matriculation number on this page and your matriculation number on all other pages (including the draft page).*
- Die Prüfung dauert 60 Minuten und besteht aus 5 Aufgaben auf 11 Seiten und einem Konzeptblatt. *You have 60 minutes to complete your answers. The examination consists of 5 questions on 11 pages. You have received one additional blank page for drafts, etc.*
- Die Prüfung wäre mit mindestens 20 Punkten von 60 erreichbaren Punkten bestanden. *You pass the examination by obtaining at least 20 marks out of the possible 60 marks.*
- Es sind keinerlei Hilfen erlaubt! *No additional means are 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 more draft pages please notify one of the supervisors.*
- Bitte machen Sie eindeutig klar, was Ihre endgültige Lösung zu den jeweiligen Teilaufgaben ist. Teilaufgaben mit mehreren Lösungen oder mit widersprüchlichen Teilen werden mit 0 Punkten bewertet. *Make sure that it is absolutely clear what your final solution is for each question. Questions with multiple solutions or with contradicting parts are void: 0 marks.*

Die folgende Tabelle wird von uns ergänzt! *The table below is completed by us!*

Aufgabe / <i>Question</i>	1	2	3	4	5	Total
Erreichbare Punkte / <i>Possible marks</i>	12	12	12	12	12	60
Erreichte Punkte / <i>Obtained marks</i>						
Note / <i>Grade</i>						

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Aufgabe 1 / Question 1 (Zum Aufwärmen/Warm up, 2 + 2 + 1 + 1 + 5 Punkte/marks)

1. „Unterstreichen Sie diejenigen der folgenden **Linux-Systemaufrufe**, die eine **neue Aktivität** erzeugen!“

*“Underline those of the following **Linux system calls** that create a **new activity**.”*

execve() clone() fork() pthread_create()

2. „Unterstreichen Sie diejenigen der folgenden **POSIX-Funktionen**, die zur **Synchronisation** von Threads der **gleichen Task** benutzt werden können!“

*“Underline those of the following **POSIX functions** that can be used to **synchronize threads** of the **same task**.”*

wait() exit() pthread_join() pthread_exit()

3. „Zählen Sie **zwei** der drei **Mutextypen** auf, die von POSIX angeboten werden!“

*“Enumerate **two** of the **three types of mutexes** that are offered by **POSIX**”*

.....

Einige der folgenden Aussagen sind korrekt, einige sind inkorrekt. **Unterstreichen** Sie „korrekt“, wenn die Aussage korrekt ist, unterstreichen Sie „inkorrekt“, wenn die Aussage inkorrekt ist.
*Some of the following statements are correct, some are incorrect. **Underline** “korrekt” if the statement is correct; underline “inkorrekt” if the statement is incorrect.*

4. „**Gerätetreiber** sind **typische Komponenten** eines **Mikrokerns**.“

*“**Device drivers** are **typical components** of a **micro kernel**.”*

korrekt

inkorrekt

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Fortsetzung von Aufgabe 1 / Question 1 continued (1 + 1 + 2 + 1 + 1 Punkte/marks)

5. „Je **größer** die **Seitenkachel** (*page frame*) ist, desto **größer** wird der **externe Verschnitt** (*external fragmentation*).“

“*The bigger the page frame the larger will be the external fragmentation.*”

korrekt

inkorrekt

6. „Wenn eine Applikation im **Nutzermodus** (*user mode*) eine **privilegierte Operation** ausführen will, dann wird eine **Unterbrechung** (*interrupt*) auftreten.“

“*When an application tries to execute a privileged operation in user mode, an interrupt will occur.*”

korrekt

inkorrekt

7. „Angenommen, eine Festplatte (*hard disk*) würde Daten mit der **Datenrate 8 MB/s** übertragen. Heutige Prozessoren sind so schnell, dass sie in der Lage sind, **jeden 32 Bit-Block per Polling** anzunehmen.“

“*Assume that your hard disk can transfer data with a data rate of 8 MB/s. Today's processors are so fast that they could poll each 32 bit-block.*”

korrekt

inkorrekt

8. „Eine **zentrale Bereitwarteschlange** (*ready queue*) **erhöht** die **Skalierbarkeit** von **Mehrprozessorsystemen**.“

“*A centralized ready queue improves the scalability of multi processor-systems.*”

korrekt

inkorrekt

9. „In einem **Mehrprozessorsystem** führt ein **Interprozessorsignal** zu einer **Unterbrechung** (*interrupt*) des signalisierten Prozessors.“

“*On a multi-processor system, an interprocessor-signal leads to an interrupt of the processor that has been signaled.*”

korrekt

inkorrekt

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Aufgabe 2 / Question 2**(1 + 3 + 2 + 6 Punkte/marks)**

1. „Welche **Art** von **Daten** wird typischerweise auf der **Halde** (*heap*) einer **Applikation** abgespeichert?“

“*What kind of data will typically be stored in the heap of an application?*”

.....

2. „Zählen Sie **typische Anwendungen** eines **Handheld** (z.B. PDA) auf! Vergleichen Sie dessen Betriebssystem mit dem eines Personal Computers (PC)! Welche **wesentlichen Unterschiede** bestehen zwischen diesen beiden Betriebssystemen?“

“*Enumerate typical applications of a handheld (e.g. PDA). Compare its operating system with an OS of a personal computer (PC). What are the major differences between both operating systems?*”

Handheld applications:

.....

.....

.....

Major OS differences:

.....

.....

.....

3. „Welche **Adressbereiche** (*regions*) und **Datenstrukturen** müssen bei der Erzeugung eines **Kernel-Level Threads** im **Nutzer-** bzw. im **Kernadressraum** angelegt werden?“

“*Which regions and data structures are needed in the user- respectively kernel address space when creating a kernel-level thread?*”

Nutzeradressraum/user address space:

Kernadressraum/kernel address space

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Fortsetzung von Aufgabe 2 / *Question 2 continued*

(3 +3 Punkte/marks)

4. „Der unten angegebene Pseudoprogrammcode soll die Synchronisation an einem **zusammenhängenden Ringpuffer** aus **N** Elementen zwischen **mehreren Produzentenprozessen** und **einem Konsumentenprozess** übernehmen. **freeBuffer** und **fullBuffer** sind **Zählsemaphore** (*counting semaphore*). Geben Sie eine Ausführungssequenz an, die zu einem Fehler führt.“

“The pseudo program code below is intended to control the synchronization of a contiguous cyclic buffer of N elements between multiple producing processes and a single consuming process. freeBuffer and fullBuffer are counting semaphores. Describe an execution sequence which causes an error.”

```
/* global data declarations */
current_free := 0; /* pointer to free buffer element */
current_full := 0; /* pointer to full buffer element */
freeBuffer := N; /* number of free elements */
fullBuffer := 0; /* number of filled elements */
```

Producers:

DO

```
    produce item;
    p(freeBuffer);
    COPY (buffer[current_free], item);
    current_free := (current_free + 1) MOD N;
    v(fullBuffer);
```

LOOP;

Consumer:

DO

```
    p(fullBuffer);
    COPY (item, buffer[current_full]);
    current_full := (current_full + 1) MOD N;
    v(freeBuffer);
    consume item;
```

LOOP;

Fehlerhafte Sequenz/*sequence causing an error:*

5. „Ergänzen Sie die **fehlenden Teile** im obigen Code, so dass er das Problem **korrekt** und **effizient** löst! Verwenden Sie Semaphore!“

“Add the missing parts to the above code to get a correct and efficient solution of the problem. Use semaphores.”

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Aufgabe 3 / Question 3**(2 + 2 + 2 + 6 Punkte/marks)**

1. „Was ist ein **Kernablaufplaner** (*kernel scheduler*)? Beschreiben Sie so **präzise** und **vollständig wie möglich** seine Aufgabe!“
“*What is a kernel-scheduler? Describe its task as precisely and completely as possible.*”

2. „Erklären Sie, **warum** manche **Kernablaufplaner** (*kernel scheduler*) **E/A-intensive** Prozesse gegenüber **CPU-intensiven** Prozessen **bevorzugen!**“
“*Explain why some kernel-schedulers favor I/O-bound processes over CPU-bound processes.*”

3. „Erklären Sie warum man **temporäres Ausmaskieren** von **Unterbrechungen** (*interrupts*) in einem **Einprozessor**-, aber **nicht** in einem **Mehrprozessorsystem** als Basis für den **wechselseitigen Ausschluss** von **Kernoperationen** verwenden kann!“
“*Explain why temporarily masking interrupts can be used as a basis for implementing mutual exclusion on a single-processor, but not on a multi-processor-system.*”

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Fortsetzung von Aufgabe 3 / Question 3 continued**(3 + 3 Punkte/marks)**

4. „Ein **Pure-User-Level Thread (PULT)** ruft eine Funktion $f()$ auf.
- In welchem **PULT-Zustand (PULT state)** befindet sich der PULT **während** der **Ausführung** von $f()$?
 - Unterstreichen Sie diejenigen der unten angegebenen **Taskzustände**, in welche die zugehörige Task während der Ausführung von $f()$ **kommen kann**.“

“A *pure-user-level thread (PULT)* calls a function $f()$.

a) In what **PULT-state** is the PULT **during** the **execution** of $f()$?

b) Underline those of the below mentioned **task states** into which the corresponding task **can come** during the execution of $f()$. ”

a) **PULT-Zustand/pult state:**

b) **Task-Zustand/task/state:**

Running

Ready

Blocked

Swapped-Out

5. „Was ist ein **APIC** und zu **welchem Zweck** wird er **installiert**?
 “What is an **APIC** and for **what purpose** is it **installed**?”

Matrikelnummer/ <i>Matriculation number</i>	
---	--

Aufgabe 4 / Question 4**(6 + 6 Punkte/marks)**

1. „Gegeben ist ein System mit **zweistufigen Seitentabellen** und einem **hardware-gesteuerten TLB**. Geben sie **detailliert** und in der **richtigen Reihenfolge** alle einzelnen Schritte an, welche die **Hardware** durchführen muss, um **ein Byte** von der **logischen Adresse lx** in ein **Prozessorregister** zu **laden**. Nehmen Sie an, dass der **TLB** zu Beginn **keine gültigen TLB-Einträge** enthält. Gehen Sie dabei insbesondere darauf ein, woher die Hardware die Informationen darüber erhält, an welcher Stelle im Speicher die benötigten Daten liegen. Nehmen Sie der Einfachheit halber an, dass der Prozessor über keinen Pufferspeicher (*cache*) verfügt und sämtliche Daten aus dem Hauptspeicher (*RAM*) angefordert werden müssen. Nehmen Sie weiter an, dass sämtliche benötigte Daten im Hauptspeicher vorhanden, also nicht ausgelagert sind.“

*“Assume a system with **two-level page-tables** and a **hardware-controlled TLB**. Enumerate in **detail** and in the **correct sequence** all individual steps that the **hardware** has to execute in order to **load a byte** from the **logical address lx** into a **processor register**. Assume that initially the **TLB** does **not** contain **any valid TLB entry**. Particularly elaborate how the hardware gets the necessary information about where the needed data are located in memory. For reasons of simplicity you can assume that the processor does not have a cache, i.e. all data have to be fetched from RAM. Further assume that all needed data are in RAM, i.e. they are not paged out.”*

Matrikelnummer/Matriculation number		
--	--	--

Fortsetzung von Aufgabe 4 / Question 4 continued**(2 + 4 Punkte/marks)**

2. „Unter den gleichen Voraussetzungen wie bei Teilaufgabe 4.1 benötigt ein **Zugriff** auf den Hauptspeicher **40ns**. Die Wahrscheinlichkeit, dass zu einer logischen Adresse lx ein **Eintrag im TLB** vorhanden ist, betrage **98%**. Berechnen Sie die **effektive Zugriffszeit**. Vernachlässigen Sie dabei die zur Adressberechnung und zum Nachschlagen im TLB benötigte Zeit und berücksichtigen Sie nur die für Speicherzugriffe benötigte Zeit.“

*“Under the same assumptions as in question 4.1, an **access** to main memory (RAM) takes **40ns**. The probability that there is a TLB entry for a logical address lx is **98%**. Calculate the **effective access time**. Neglect the times needed to calculate the address and for accessing the TLB, but include only the time needed for RAM accesses.”*

.....

3

- . „Was wird durch ein **Referenzbit** angezeigt? Beschreiben Sie ausführlich, für welchen Zweck dieses Referenzbit verwendet werden kann?“

*“What does a **reference-bit** indicate? Describe in detail for what purpose the reference-bit can be used?”*

Matrikelnummer/ <i>Matriculation number</i>	
---	--

Aufgabe 5 / Question 5**(1 + 2 + 2 + 7 Punkte/marks)**

1. „Erläutern Sie den Begriff „**logische Blockgröße**“ eines **Dateisystems!**“
“*Explain the term “logical block size” of a file system.*”

2. “**Welche Randbedingungen** können einen Systemarchitekten dazu bewegen, sich für **große** bzw. für **kleine logische Blöcke** beim Entwurf eines neuen Dateisystems zu entscheiden.
“*Designing a new file system, by what **constraints** can a system architect be **influenced** to opt for **large** respectively **small logical blocks**.*”

3. „Zählen Sie **vier verschiedene Dateisysteme** auf!“
“*Enumerate **four different file systems**.*”

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Fortsetzung von Aufgabe 5 / *Question 5 continued*

(4 + 3 Punkte/marks)

4. „Zählen Sie **vier verschiedene Metadaten** von **Dateisystemen** auf!“
“Enumerate *four different meta data* of file systems.”

5. „Es gibt zwei Arten von Verweisen auf Dateien: **Hard-Links** und **Symbolic Links**.

- a) Beschreiben Sie kurz den **Unterschied** zwischen den beiden Arten!
b) Was passiert in beiden Fällen mit der **Zieldatei**, wenn der **Link gelöscht** wird?

“There are two kinds of references to a file: *hard-links* and *symbolic-links*.”

- a) Describe in short the **difference** between both kinds of links.
b) What happens to the **target file** when the **link is deleted**?”

a)

b)

Matrikelnummer/<i>Matriculation number</i>	
---	--