

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

Nachname / Last name	Vorname / First name	Matrikelnummer / Matriculation number

System Architektur / System Architecture
Klausur / Examination
 WS 2008/2009, 23. 03. 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 / Question	1	2	3	4	5	Total
Erreichbare Punkte / Possible marks	12	12	12	12	12	60
Erreichte Punkte / Obtained marks						
Note / Grade						

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

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

1. „Unterstreichen Sie diejenigen der folgenden **Adressbereiche**, die von **Pure-User-Level-Threads (PULTs)** einer mehrfädigen Applikation **gemeinsam genutzt** werden!“
 “Underline those of the following **address ranges** that can be **jointly used** by **pure user-level threads (PULTs)** of a multi-threaded application.”

User-Code User-Heap User-Stack Kernel-Stack

2. „Unterstreichen Sie diejenigen unter den folgenden Anforderungen einer **gültigen Lösung** eines **wechselseitigen Ausschlussproblems (mutual exclusion)**, die **notwendige Anforderungen** darstellen.“
 „Underline those of the following requirements of a **valid solution** of a **mutual exclusion problem** that are **necessary requirements**.“

Begrenztes Warten/*bounded waiting* Leistung/*performance*

Fortschritt/*progress* Skalierbarkeit/*scalability*

3. „Nehmen Sie an, dass DIMMUNIX das erste Auftreten einer **bestimmten Verklemmung** (deadlock) entdeckt hat. Welche der **vier notwendigen Bedingungen** für das wiederholte Auftreten der **gleichen Verklemmung** wird zukünftig vermieden?“
 “Assume DIMMUNIX has detected the first occurrence of a **specific deadlock**. Which of the **four necessary conditions** for the repeated occurrence of the **same deadlock** will be avoided in the future?”

.....

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. „Das Betriebsmittelvergabeprotokoll (*resource allocation protocol*) „**Nicht verdrängbarer kritischer Abschnitt**“ (*non-preemptive critical section*) **vermeidet Verklemmungen (deadlocks)** auf Einprozessorsystemen.“
 “The resource allocation protocol “**non preemptive critical section**” **avoids deadlocks** on single-processor systems.”

korrekt

inkorrekt

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

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

5. „In einem System, das **nur** den **Aktivitätstyp** „Prozess“ unterstützt, muss im Fall einer **Blockierung im Systemaufruf** auch ein **Adressraumwechsel** ausgeführt werden.“
*“In a system that **only** supports the **activity type process**, you **must** perform an **address space switch** in case of a **blocking within a system call**.”*

korrekt

inkorrekt

6. „In einem System mit **virtuellem Speicher**, welches nur Seiten mit **Standardgröße** unterstützt, kann es im Zusammenhang mit einem **Seitenersetzungsverfahren auf Verlangen** (*demand paging*) zu **keinem externen Verschnitt** (*fragmentation*) bei der Verwaltung des physischen Hauptspeichers kommen.
*“In a system with **virtual memory** that only supports **pages of standard size**, there can be **no external fragmentation** with regard to **demand paging** concerning the **physical main memory**.”*

korrekt

inkorrekt

7. „Bei **DIMMUNIX** kann es innerhalb einer mehrfädigen (*multi threaded*) Applikation aus **$n \gg 1$ Kernel-Level Threads (KLTs)** an einem **bestimmten Mutex nur einmal** zu einer Verklemmung (*deadlock*) kommen.“
*“With **DIMMUNIX** in a **multi-threaded** application with **$n \gg 1$ kernel-level-threads (KLTs)** a **deadlock** at a **specific mutex** can occur **only once**.”*

korrekt

inkorrekt

8. „Zwei **mehrfädige** Linux Applikationen, von denen eine aus **PULTs** und die andere aus **KLTs** besteht, können mittels **Kommunikation (IPC)** oder mittels **gemeinsamen Speicher** (*shared memory*) zusammenarbeiten.“
*“Two **multi-threaded** Linux applications, one consisting of **PULTs**, the other consisting of **KLTs**, can work together by **communication (IPC)** or by **shared memory**.”*

korrekt

inkorrekt

9. „Ihr Raid-System habe acht Platten. **RAID 1** bietet **Redundanz zu niedrigen Kosten**.“
*“Your **RAID** system has eight disks. **RAID 1** offers **redundancy at low cost**.”*

korrekt

inkorrekt

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

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

1. „Als **Linuxbenutzer** haben Sie mehrere Möglichkeiten, eine **Datei zu löschen**. Beispielsweise schreiben Sie ein Shell-Skript und benutzen das **Kommandos rm** oder Sie schreiben ein C-Programm und benutzen den **Systemaufruf** (*system call*) **unlink**. Vergleichen Sie und bewerten Sie beide Methoden hinsichtlich ihres **Aufwands** an a) Laufzeit, b) Zahl benötigter Systemaufrufe, c) Zahl benötigter Adressräume!“
*“As a **Linux user** you have multiple options to **delete a file**. You could, for instance, write a shell-script and use the command **rm**; you could also write a C-program and use the system call **unlink**. Compare and evaluate both methods with respect to a) their runtime overhead, b) the required number of system calls, c) number of involved address spaces.”*
 - a)
 - b)
 - c)

2. „Der **Taskzustand** einer zweifädigen Applikation aus zwei PULTs sei **rechnend**. Einer der PULTs sei ebenfalls im **PULT-Zustand rechnend**, während der andere im **PULT-Zustand blockiert** sei. Geben Sie **vier verschiedene Gründe** an, weswegen dieser PULT blockiert sein könnte.“
*“The **task state** of a two-threaded application consisting of two PULTs is **running**. One of its PULTs is in the **PULT-state running**, whereas the other one is in the **PULT-state blocked**. Enumerate **four different reasons** why this PULT can be blocked.”*

3. „Abgesehen von Stillstand- oder Verklemmungssituationen, welcher sonstige **gravierende Nachteil** ist mit **Spinlocks auf Applikationsebene** verknüpft?“
*“Apart from the fact that spinlocks might lead to live- or deadlocks, what other **major disadvantage** might you encounter with **spinlocks at application level**?”*

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Fortsetzung von Aufgabe 2 / Question 2 continued**(6 Punkte/marks)**

4. „Betrachtet werde eine Simulation einer Schwimmstaffel aus drei Schwimmern, bei der der zweite Schwimmer erst starten darf, wenn der erste fertig ist, und der dritte erst starten darf, wenn der zweite fertig ist. Zur Synchronisation der Staffel wird der untenstehende Pseudocode vorgeschlagen; die Schwimmer seien dabei korrekt als **KLTs** erzeugt worden. Zur Synchronisation verwenden die Pseudocodedefunktionen eine an der Kernschnittstelle angebotene schwache Semaphore **SEM0**. Begründen Sie, warum der Vorschlag keine gültige Lösung darstellt! Modifizieren Sie den Vorschlag, so dass er gültig wird. Sie können die Korrekturen im Pseudocodevorschlag anbringen.“

*“Consider a simulation of a relay of three swimmers, where the second swimmer may not start until the first one has finished, and the third swimmer may not start until the second one has finished. To synchronize the relay the pseudo code routines below are proposed; assume all swimmer threads have been correctly created as **KLTs**. The routines use a weak semaphore **SEM0** at the kernel API. Explain why the proposal is not a valid solution. Modify the proposal to get a valid solution. You can add the corrections within the pseudo code.”*

```
/* global data declarations */
weak_semaphore SEM0 = 0;           /* No initial Signal */
```

```
swimmer1(){
    swim();
    V(SEM0);
}
```

```
swimmer2(){
    P(SEM0);
    swim();
    V(SEM0);
}
```

```
swimmer3(){
    P(SEM0);
    swim();
}
```

Begründung/Reasoning:

.....

Modifikation/Modification:

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Aufgabe 3 / Question 3**(4 + 2 + 6 Punkte/marks)**

1. „Gegeben seien folgende beiden Kernel-Level Threads einer zweifädigen Applikation, die den unten angegebenen Code ausführen. Kann es bei gleichzeitiger Ausführung dieser beiden Threads zu einer Verklemmung kommen? Begründen Sie Ihre Ansicht!“

“Consider the following two Kernel-level threads of a two-threaded application whose code is given below. Suppose both threads are executed concurrently, can there be a deadlock? Explain your answer.”

```
global spinlock_t A,B,C = free;
```

Thread 1	Thread 2
<pre> procedure update_data(...) begin lock(A) // update some data unlock(A) lock(B) lock(C) // update some more data unlock(B) unlock(C) end </pre>	<pre> procedure update_data(...) begin lock(B) // update some data lock(C) // update some more data unlock(B) lock(A) // update even more data unlock(C) unlock(A) end </pre>

Verklemmung/Deadlock?

Ja/yes:

Nein/no:

Begründung/explanation:

.....

.....

2. „Erläutern Sie das Konzept „**adaptiver Lock**“ und diskutieren Sie dessen **Vor- und Nachteile!**“

*“Explain the concept of an **adaptive lock** and discuss its **advantages and disadvantages.**”*

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Fortsetzung von Aufgabe 3 / Question 3 continued (2 + 2 + 2 Punkte/marks)

3. „Warum verwendet die **Planungsstrategie** (*scheduling policy*) „**Multi-Level Feedback**“ **unterschiedlich lange Zeitscheiben** (*time slices*)? Begründen Sie Ihre Aussage!“
“*Why does the scheduling policy “Multi-Level Feedback” use time slices of different lengths? Explain your answer.*”

Begründung/*explanation*:

4. „**Wozu** dient die **Weitergabe von Tickets**(*ticket donation*) beim **Lotteriescheduling**?“
“*For what purpose does lottery scheduling offer ticket donation?*”

5. „Welche Informationen enthalten die **Signaturen** von **DIMMUNIX**, mit denen eine **zweite Verklemmung** vermieden werden kann?“
“*What information do the signatures of DIMMUNIX contain to avoid a second deadlock?*”

Matrikelnummer/Matriculation number	
-------------------------------------	--

Aufgabe 4 / Question 4**(1 + 3 + 2 + 6 Punkte/marks)**

1. „Anhand welches Kriteriums trifft der optimale Seitenersetzungsalgorithmus seine Entscheidung, welches Seiten-/Kachelpaar <page, page frame> ersetzt werden soll?“
“Based on which *critterion* does the *optimal page replacement algorithm* make its *decision* which *pair* <page/page frame> shall be replaced?”
-

2. „Messungen in einem dynamischen System haben ergeben, dass Applikationen der Klasse **K1** besser mit **4 KB-Seiten** und Applikationen der Klasse **K2** besser mit **16-KB Seiten** bearbeitet werden können. Der für Benutzeradressräume vorgesehene Hauptspeicher sei 2 GByte groß. Welches Speicherverfahren verwenden Sie? Begründen Sie Ihre Entscheidung!“
“*Measurements within a dynamic system show that applications of class K1 execute better with pages of size 4 Kbyte, whereas applications of class K2 work better with pages of size 16 Kbyte. The size of the usable memory for the user address spaces is 2 Gbyte. Which memory manager do you use? Explain your choice.*”

3. „Die Heapverwaltung einer mehrfädigen Applikation verwendet das Randkennzeichnungsverfahren (*boundary tag manager*) mit sofortiger Wiedervereinigung (*eager reunification*). Kein Thread werde abgebrochen, sondern terminiere ordnungsgemäß, d.h. er hat nicht mehr benötigte Heapobjekte vorher freigegeben. Benötigen Sie eine Speicherbereinigung (*garbage collection*)? Begründen Sie Ihre Ansicht!“
“*The heap management of a multi-threaded application uses the boundary tag manager with eager reunification. No thread will be cancelled, each thread terminates properly, that is, will release no longer needed heap objects before termination. Do you need a garbage collection? Explain your answer.*”

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Fortsetzung von Aufgabe 4 / Question 4 continued**(3 + 3 Punkte/marks)**

4. „Gegeben sei ein Zweiprozessorsystem mit **software-kontrollierten TLBs**. Zwei Prozesse P1 und P2 haben einen **gemeinsamen Adressbereich** bestehend aus einer Seite. Jeder der beiden Prozesse rechnet stets auf dem gleichen Prozessor, dabei rechnet P1 auf CPU1 und P2 auf CPU2. Wird von bzw. auf diese gemeinsame Seite mehrfach pro Prozess gelesen und geschrieben, wie **oft muss dabei mindestens** auf den Seitentabelleneintrag der gemeinsam benutzten Seite zugegriffen werden?“

*„Consider a two-processor system with **software-controlled TLBs**. Two processes P1 and P2 **share an address region** consisting of a single page. Each of the two processes runs always on the same CPU, whereby P1 runs on CPU1 and P2 runs on CPU2. Assume each of the processes issues several reads and writes from or to the shared page. What is the **minimum number** you have to access the page table?“*

5. „Manche Architekturen bieten ein **Cache-Disable Bit** an. Erklären Sie, wofür man dieses Kontrollbit benutzen kann! **Wann** und **von wem** wird dieses Kontrollbit verändert?“

*“Some architectures support a **cache-disable-bit**. Explain for what purpose this control bit can be used. **Who** modifies this control bit **when**?“*

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Aufgabe 5 / Question 5**(1 + 2 + 3 + 6 Punkte/marks)**

1. „Welchen **minimalen Wert** hat der **Zähler der Hardlinks** in der **Inode** eines Linux EXT2 **Verzeichnisses** (*directory*)?“
 “What is the **minimal value** of the **counter of hardlinks** in the **inode** of a Linux EXT2 **directory**?”

Minimaler Wert/Minimal value:

2. „Welche **Informationen** enthält ein **Verzeichniseintrag** (*directory entry*) im Linux EXT2-Dateisystem?“
 “Which **information** does a **directory entry** of the Linux file system EXT2 contain?”

.....

3. „Bei einer erweiterbaren Hashdatei wird stets die **aktuelle Generationszahl** gen_{max} in der Hashfunktion verwendet. Wie kann man mit gen_{max} ein Datenelement finden, obwohl dieses Datenelement zuvor mit einer kleineren Generationszahl in einen Datencontainer abgebildet worden war?“
 “In an extensible hash file, you always use the **current generation number** gen_{max} for hashing. How can you find a data element with gen_{max} , even though this data element was mapped beforehand to its data container with a smaller generation number?”

.....

Matrikelnummer/Matriculation number	
--	--

Fortsetzung von Aufgabe 5 / Question 5 continued**(3 + 3 Punkte/marks)**

4. “Erläutern Sie an zwei einfachen Beispielen, dass das eine Mal mehr, das andere Mal weniger Plattenzugriffe notwendig sind, wenn Sie über den absoluten Pfadnamen statt über den relativen Pfadnamen auf eine Ext2 Datei zugreifen!“
“Explain with two simple examples why it is possible that sometimes more disk accesses are needed to access an EXT2 file when you use an absolute pathname instead of a relative pathname, and on the other side it can be just vice versa.”
5. „Zählen Sie **drei** verschiedene RAID-Architekturen auf und erläutern Sie jeweils deren **wesentliche Charakteristik**.“
*“Enumerate **three** different RAID architectures and explain their **main characteristics**.”*

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