



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

## **System Architektur (*System Architecture*)**

### **Klausur (*Examination*)**

**WS 2005/2006, 03. April 2006**

- Bitte tragen Sie zuerst auf dem Deckblatt Ihren Namen, Vornamen und Ihre Matrikelnummer ein, auf den sonstigen Blättern nur noch ihre Matrikelnummer, auch auf den Konzeptblättern. *Please enter your last name, first name and matriculation number on this page and your matriculation number on all other pages (including used and unused draft pages).*
- 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 subquestion. Subquestions with multiple solutions or with contradicting parts are void: 0 marks.*

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

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

<b>Matrikelnummer/Matriculation number</b>	
--	--

**Aufgabe 1 / Question 1** (Zum Aufwärmen/Warm up, 3 + 3 + 1 + 5 Punkte/marks)

1. „Welche der folgenden Ereignisse können dazu führen, dass ein „**Pure User-Level Thread**“ (PULT) in den **Threadzustand** „**blockiert (waiting)**“ wechselt?“ (Unterstreichen Sie Zutreffendes!)

*“Which of the following events can cause a **pure user-level thread (PULT)** to switch to the **thread state “waiting”**? (Underline accordingly)”*

- a) **p()** operation of a kernel semaphore                      b) Blocking I/O system call
- c) User-level monitor procedure

2. „Zählen Sie **drei mögliche quantitative Leistungsmaße** (*performance measures*) des **CPU-Scheduling** auf.“

*“Enumerate **three potential quantitative performance measures of CPU scheduling.**”*

.....

.....

.....

Einige der folgenden Aussagen sind korrekt, einige 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!*

3. „Der **Kernstapel** (*kernel stack*) eines KLT ist **leer**, wenn der KLT im **Nutzermodus** (*user mode*) rechnet.“

*“The **kernel stack** of a KLT is **empty** when the KLT is running in **user mode.**”*

korrekt

inkorrekt

<b>Matrikelnummer/Matriculation number</b>	
--	--

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

4. „Bei **spärlich besetzten Adressräumen** ist der **Platzbedarf** einer **mehrstufigen Seitentabelle** (*multi-level page table*) **geringer** als derjenige einer **linearen Seitentabelle**.“  
*“For sparsely occupied address spaces the storage requirement of a multi-level page table is less than that of a linear page table.”*

korrekt

inkorrekt

5. „In **Linux** sind **Gerätetreiber** typische Vertreter **ladbarer Kernmodule**.“  
*“In Linux device drivers are a typical use case of loadable kernel modules.”*

korrekt

inkorrekt

6. „In einem **Einprozessorsystem** ist ein **Spinlock** auf **Anwenderebene** eine **gültige Lösung** eines **kritischen Abschnittproblems**.“  
*“In a single processor system a spinlock used at application level is a valid solution of a critical section problem.”*

korrekt

inkorrekt

7. „**Prozessoraffinität** und **Migration** sind **unvereinbare** Ablaufplanungskonzepte (scheduling concepts).“  
*“Processor affinity and migration are incompatible scheduling concepts.”*

korrekt

inkorrekt

8. „In Einprozessorsystemen mit hierarchischer und einmaliger Betriebsmittelnutzung ist das „**Non Preemptive Critical Section**“ Betriebsmittelzuordnungsprotokoll **verklemmungsfrei**.“  
*“In single processors system with a nested and exclusive resource usage, the “Non Preemptive Critical Section” resource allocation protocol is deadlock free.”*

korrekt

inkorrekt





<b>Matrikelnummer/Matriculation number</b>	
--	--

**Aufgabe 3 / Question 3 :****(2 + 2 + 8 Punkte/marks)**

1. „Ein Mehrprozessorsystemkernablaufplaner (*SMP kernel scheduler*) kann entweder eine zentrale Bereitwarteschlange (*ready queue*) oder eine getrennte Bereitwarteschlange pro Prozessor verwenden. Erläutern Sie Vor- und Nachteile einer zentralen Bereitwarteschlange!“  
“*A multi-processor kernel scheduler can choose to use either a central or a per-processor ready queue. Discuss the pros and cons of using a central ready queue.*”
  
2. „Der Kernablaufplaner in älteren Linux-Systemen basierte auf einem „Arbeitsklaualgorithmus“ (*work stealing*), um die Last unter den verschiedenen Prozessoren auszugleichen. Hierbei stiehlt ein Prozessor, der ansonsten leer laufen würde, einen Prozess aus einer fremden Bereitwarteschlange. Warum und in welchen Fällen erreicht dieser Arbeitsklaualgorithmus keine Ausgewogenheit der Arbeitslast?“  
“*The multi-processor scheduler in older Linux systems used a work-stealing algorithm to balance load between different processors. In this work-stealing algorithm a processor that falls idle steals a process from another read-queue. Why and in which cases does this work stealing algorithm fail to perform proper load balancing?*”

<b>Matrikelnummer/Matriculation number</b>	
--	--

**Fortsetzung von Aufgabe 3 / Question 3 continued:** (2 + 2 + 4 Punkte/marks)

3. „Erläutern Sie das Konzept **Co-Scheduling** und geben Sie hierfür **typische Anwendungen** an!“  
„*Explain the concept of co-scheduling and state typical applications of this concept.*”
  
4. „Warum bieten manche Systemarchitekten nur eine **synchrone:synchrone IPC** an der **Kernschnittstelle ihres Betriebssystems** an?“  
„*Why do some system architects offer only synchronous:synchronous IPC at the kernel interface of their operating system?*”
  
5. “Skizzieren Sie, wie man dem Anwenderprogrammierer **asynchrone:synchrone IPC** zur Verfügung stellen kann, wenn ihr Betriebssystem an der Kernschnittstelle nur synchrone:synchrone IPC anbietet!“  
„*Outline, how you can offer asynchronous:synchronous IPC to the application programmer, when your operating system only offers synchronous:synchronous IPC at its kernel interface.*”

<b>Matrikelnummer/Matriculation number</b>	
--	--

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

1. „Erläutern Sie die Vor- und Nachteile einer **lokalen Seitenersetzungsstrategie** (*local page replacement policy*).“  
“*Explain the advantages and disadvantages of a local page replacement policy.*”
2. „Warum ist die Kachel- bzw. Seitengröße typischerweise eine **Zweierpotenz**?“  
“*Why is the size of a page frame or page typically a power of two?*”
3. „Einige Systeme offerieren **hardwareunterstütztes Seitentabellendurchlaufen**, andere bevorzugen eine Softwarevariante. Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile der Hardwarevariante.“  
“*Some system offer hardware supported page-table walking, others prefer software walking. Discuss the pros and cons of the hardware variant.*”
4. „Erläutern Sie, **wann** und **warum** „Copy-on-Write“ in einem Linux System angewendet wird!“  
“*Explain when and why “copy-on-write” is used in a Linux system.*”

<b>Matrikelnummer/Matriculation number</b>	
--	--

**Fortsetzung von Aufgabe 4 / Question 4 continued: (6 Punkte/marks)**

5. „Skizzieren Sie, wie bei einer **zweistufigen** Seitentabelle mit **TLB** die **Adress-transformation** von virtueller zu physischer Adresse funktioniert. Aus der Skizze sollte ferner erkenntlich sein, wie ein **TLB-Miss** und ein **Seitenfehler** erkannt werden kann.“  
“*Outline a draft, how **address transformation** from virtual to physical address works with **two-level** paging and a **TLB**. The draft should indicate how a **TLB-Miss** and how a **page-fault** can be detected.*”

<b>Matrikelnummer/Matriculation number</b>	
--	--

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

1. „Gegeben sei eine **erweiterbare Hashdatei** (*extensible hash file*), die **200** Datencontainer besitzt. **Wie viele Einträge** muss der zugehörige Basisvektor **mindestens** enthalten ”  
 “Given an *extensible hash file* that holds **200** data containers. **How many entries** must the according base vector have **at least**?”

.....

2. „Aus welchen **Feldern** (*fields*) bestehen die **Einträge** des Basisvektors einer erweiterbaren Hashdatei?“  
 “What are the *fields* of an **entry** of the base vector of an *extensible hash file*?”

.....

3. „Wie würden Sie die **Metadaten** einer erweiterbaren Hashdatei **ergänzen**, so dass **gleichzeitig möglichst viele konfliktfreie Dateioperationen** möglich sind, während konfliktträchtige Dateioperationen serialisiert werden?“  
 “How would you *extend the meta data* of an *extensible hashing file* in order to allow as **many concurrent non-conflicting file operations** as possible, whereas *conflicting file operations* are serialized.”

<b>Matrikelnummer/Matriculation number</b>	
--	--

**Fortsetzung von Aufgabe 5 / Question 5 continued:**

**( 6 Punkte/marks)**

4. „Analysieren Sie in der folgenden Programmskizze zur Lösung des Leser-/Schreiber-problems, ob die **vier notwendigen** Anforderungen und weitere **wünschenswerte Eigenschaften** einer gültigen Lösung von kritischen Abschnittproblemen erfüllt werden. Nehmen Sie an, dass beide Prozessarten die gleichen Prioritätswerte besitzen und dass die Semaphore **access streng** ist.

*“Analyze in the following program draft of a solution of the reader-writer problem, whether the four necessary requirements and additional desirable properties are met to solve critical section problems. Suppose that both process types have the same priority values and that the semaphore **access** is **strict**.”*

```
var semaphore mutex = 1;
var semaphore access = r; // r = maximal number of readers
```

```
process reader (integer i=1 ... r) //up to r readers
{
  do
  {
    p(access);
    // ... reading ...
    v(access);
    // ... other operations
  }
}
```

```
process writer (integer i=1 ... w) //up to w writers
{
  Do
  {
    p(mutex);
    for k = 1 ... r do p(access);
    // ... writing ...
    for k = 1 ... r do v(access);
    v(mutex);
    // ... other operations
  }
}
```

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