

 University of Karlsruhe System Architecture Group Gerd Liefländer		
<b>Nachname/Last name</b>	<b>Vorname/First name</b>	<b>Matrikelnummer/ Matriculation number</b>

**Systemarchitektur/System Architecture**  
 Klausur / *Examination*  
 12. September 2008

- 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>						

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

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

1. „Geben Sie vier verschiedene Linux/Unix-Systemaufrufe (*system calls*) an, die zu einer **Blockierung** des Aufrufers führen können!“

*“Enumerate four different Linux/Unix system calls that can lead to a blocking of the caller.”*

.....

.....

2. „In manchen Systemen werden in der **Unterbrechungsvektortabelle IVT** (*interrupt vector table*) neben den Anfangsadressen der Unterbrechungsbehandlungsroutinen auch Anfangsadressen **zweier weiterer Typen spezieller Kernroutinen** abgelegt. Zählen Sie diese **beiden Kernroutinentypen** auf!“

*“In some systems in the interrupt vector table IVT there are start addresses of two other types of special kernel routines besides the start addresses of the interrupt handlers. Enumerate these two types of kernel routines.”*

.....

.....

3. „**Unterstreichen** Sie diejenigen der folgenden vier Datentypen eines **Makrokerns**, die auch **Bestandteil** eines **modernen Mikrokerns** sein sollten!“

*“Underline those of the following four macro kernel data types that should also be inside a modern micro kernel.”*

File Descriptor

File System Buffer

Kernel Stack

Thread Control Block

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. „Weil viele DMA-Controller **nur** auf **physische Speicheradressen** zugreifen können, **müssen DMA-Datenpuffer** im **Kernadressraum** liegen.“

*“Because many DMA controllers can only access physical memory addresses, the DMA data buffers must be located inside the kernel address space.”*

korrekt

inkorrekt

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

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

5. „Durch **Verdopplung** der **Inodegröße** kann man die maximale Dateigröße in einem EXT2 Dateisystem mehr als verdoppeln, wenn man den **zusätzlichen Platz** in der Inode für die **Anfangsadressen von direkten Datenblöcke** verwendet.“

*“With a **double-sized inode** you can increase the maximal file size in an EXT2 file system by more than a factor of two when you use the **additional space** in the inode to host the **start addresses of direct data blocks**.*

korrekt

inkorrekt

6. „Eine Methode, mit der der Kern das Schedulinggeschehen auf **Anwenderebene** unterstützen kann, nennt man **Aufwärtsruf** (*upcall*).“

*“One method for a kernel to support **user level scheduling** is called **upcall**.”*

korrekt

inkorrekt

7. „Auf einem symmetrischen Mehrprozessorsystem (SMP) kann **nur eine multithreaded Task aus reinen User-Level Threads (PULTs) gleichzeitig rechnen**.“

*“On a symmetrical multiprocessor system (SMP) **only one multithreaded task consisting of pure user level threads (PULTs) can run at the same time**.”*

korrekt

inkorrekt

8. „In einem **geschichteten (layered) System** dürfen Programme der **Schicht  $S_{i+1}$**  nur Funktionen der **nächst tieferen Schicht  $S_i$**  aufrufen, aber **nicht Befehle der niedersten Schicht** (hardware) oder **Funktionen** anderer tieferer Schichten.“

*“In a **layered system**, programs of **layer  $S_{i+1}$**  may only call functions of the **next lower layer  $S_i$** , but **not instructions of the lowest layer** (hardware) or **functions** of other lower layers.”*

korrekt

inkorrekt

9. „In einer **korrekten** Lösung des Produzenten-Verbraucherproblems bestehend aus genau einem Produzenten und einem Verbraucher mit **jeweils vielen synchronen E/A-Aktivitäten**, **können nie beide Prozesse gleichzeitig blockiert** sein.“

*“In a **correct** solution of the producer-consumer problem with exactly one producer and one consumer **with both intensively using synchronous I/O activities**, **both processes can never be blocked at the same time**.”*

korrekt

inkorrekt

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

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

1. „Erläutern Sie das **Prinzip eines erweiterbaren Systemkerns** (*extensible system kernel*) und **diskutieren** Sie dessen **Vorteile** und dessen **wesentlichen Nachteil!**“  
“*Explain the principle of an extensible system kernel and discuss its advantages and its major disadvantage.*”

2. „Nennen Sie **ein konkretes Beispiel** eines erweiterbaren Systemkerns!“  
“*Name one real example of an extensible system kernel.*”

.....

3. „Erläutern Sie die beiden Begriffe **Mehrprogrammssystem** und **Mehrbenutzersystem!**“  
“*Explain both terms multiprogramming system and multiuser system.*”

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

Fortsetzung von Aufgabe 2 / *Question 2 continued*

(3 + 3 Punkte/marks)

4. „Zählen Sie **alle Vorteile** des **Kernel-Level Threadmodells** gegenüber dem PULT-Modell stichpunktartig auf!“  
“Enumerate *all advantages* of the *kernel-level thread model* compared with the *PULT model*.”

5. „Einige Systeme versuchen den Kern zusätzlich dadurch zu schützen, dass sie einen extra **Kernstapel** (*kernel stack*) anstelle des Benutzerstapels (*user stack*) benutzen, **während** sie einen **Systemaufruf** (*system call*) durchführen. Erläutern Sie, **warum diese Vorgehensweise die Systemintegrität tatsächlich erhöht!**“  
“Some systems try to enhance kernel protection by introducing an *extra kernel stack* instead of using the application’s stack *while performing a system call*. Explain *why this technique really improves the integrity of the system*.”

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

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

1. „**Unterstreichen** Sie diejenigen der unten angegebenen **Kombinationen** aus **Task- und Threadzustand**, die bei einer **mehrfädigen (multi-threaded) Applikation auftreten können!**“

*“Of the **combinations of task- and thread-state** mentioned below, underline those that **can occur within a multi-threaded application.**”*

Taskzustand=bereit /KLT-Zustand=rechnend (*task state=ready/KLT state=running*)

Taskzustand=blockiert/KLT-Zustand=bereit (*task state=waiting/KLT state=ready*)

Taskzustand=bereit/PULT-Zustand=rechnend (*task state=ready/PULT state=running*)

Taskzustand=blockiert/PULT-Zustand=bereit (*task state=waiting/PULT state=ready*)

2. „Zählen Sie alle aufwändigen Arbeiten auf, die - im Vergleich zum allgemeinen Fall - wegfallen können, wenn der **Kernablaufplaner (kernel scheduler)** von einem **KLT** auf einen anderen **KLT** der **gleichen Task umschaltet.**“

*“Enumerate all overhead that – compared to the general case - can be avoided if the **kernel scheduler switches from a KLT to another KLT of the same task.**”*

3. „Diskutieren Sie **den wesentlichen Nachteil** eines Kommunikationsobjekts **im Kern**, das an der Kernschnittstelle **asynchrones Senden** anbietet!“

*“Discuss **the major disadvantage** of a communication object **inside the kernel** that offers **asynchronous send** at the kernel interface.”*

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

**Fortsetzung von Aufgabe 3 / Question 3 continued**

**(2 + 4 Punkte/marks)**

4. „Eine mehrfädige Applikation bestehe aus  $n \gg 1$  KLTs und drei kritischen Regionen  $CR_1$ ,  $CR_2$ ,  $CR_3$ . Jeder der  $n$  KLTs betritt in unterschiedlicher Reihenfolge und mehrfach die zugehörigen kritischen Abschnitte, aber kein kritischer Abschnitt wird von einem KLT betreten, während er sich noch in einem anderen kritischen Abschnitt befindet. Kann es bei korrekter Synchronisation in dieser Applikation **wegen der kritischen Abschnitte zu Verklemmungen** kommen? **Begründen** Sie Ihre Antwort!“  
*“A multi-threaded application consists of  $n \gg 1$  KLTs and three critical regions  $CR_1$ ,  $CR_2$ ,  $CR_3$ . Each of these  $n$  KLTs enters the corresponding critical sections in varying order and multiple times. But no critical section is entered by a KLT as long as it is still in another critical section. Given a correct synchronization of the critical sections, is it still possible that the application runs into a **deadlock due to these critical sections**? **Explain** your answer.”*
5. „Das Betriebssystem bietet an seiner Kernschnittstelle zur **Synchronisation** nur folgende **synchrone Kernfunktionen** an: **send()**, **receive()** und **send\_and\_receive()**. Skizzieren Sie, wie die Applikation aus Teilaufgabe 3.4 möglichst effizient mit diesen IPC Operationen implementiert werden kann!“  
*“For **synchronization** the operating system offers only the following synchronous kernel-functions at its kernel-interface: **send()**, **receive()**, and **send\_and\_receive()**. Draft how the application of question 3.4 could be implemented as efficiently as possible with these IPC operations.”*

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

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

1. „Unterstreichen Sie diejenigen der folgenden Aktivitätsformen, die prinzipiell als Einheit in einem Mehrprozessorsystem migriert werden können!“  
*“Underline those of the following activity forms that can in principle be migrated as a single entity in a multi-processor system.”*

PULT

KLT

Prozess

2. „Führen Sie mindestens **drei Begründungen** an, warum man eine **bestimmte Aktivität** trotz prinzipieller Migrierbarkeit nicht migrieren würde!“  
*“Enumerate at least **three reasons** for not migrating a **certain activity** even though it could be migrated in principle.”*

3. „Zählen Sie **drei Maßnahmen** auf, mit denen man **auf einem Einprozessorsystem** die **Verweilzeit** (*turn around time*) einer **E/A-intensiven** (*I/O intensive*) **Applikation prinzipiell reduzieren kann!**“  
*“Enumerate **three measures** that in principle **reduce the turnaround time** of an **I/O-intensive application** on a **uniprocessor system**.”*

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

**Fortsetzung von Aufgabe 4 / Question 4 continued** (1 + 3 + 2 Punkte/marks)

4. „Welche **Systemkomponente** schreibt die **physische Adresse** (*physical address*) in den zugehörigen **Seitentableneintrag** der Seite?“  
“*Which system component writes the physical address into the corresponding page table entry of the page?*”

.....

5. „Unter **welchen Umständen** werden „**TLB-miss-Handler**“ bzw. „**Pagefault-Handler**“ aufgerufen?“  
“*Under what circumstances are TLB-miss handlers respectively page-fault handlers invoked?*”

6. „**Warum** ist es **vorteilhaft**, wenn ein über DMA betriebenes Gerät über einen **separaten E/A-Bus** benutzt wird?“  
“*Why is it preferable when a DMA driven device is connected via a dedicated I/O bus?*”

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

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

1. „Welchen **gravierenden Nachteil** haben **klassische index-sequentielle Dateien**?“  
*“Which major disadvantage do **classical index-sequential files** have?”*  

.....
  
2. „Durch welche **effizientere Dateiorganisationsform** wurden diese index-sequentiellen Dateien **abgelöst** und warum tritt dieser ehemalige Nachteil nicht mehr auf?“  
*“By which **more efficient file organization form** have these **index-sequential files** been **replaced** and why does the former disadvantage no longer occur?”*
  
3. „Unterstreichen Sie jede der **folgenden Dateneinheiten**, die in der **inode** einer **ext2-Datei** gespeichert wird! Für **jede Dateneinheit**, die **nicht** in der inode gespeichert wird, geben Sie den **Ort an, an dem sie gespeichert wird.**“  
*“Underline each of the **following data entities** that is stored in an **inode** of an **ext2 file**. For **each item** that is **not** stored in the **inode state where this information is stored.**”*
  - Filename
  - Name of containing directory
  - File size
  - File Type
  - Number of symbolic links
  - Number of hard links

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

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

**(3 + 3 Punkte/marks)**

4. „Obwohl der Unix/Linux Systemaufruf `open()` nicht **notwendig** wäre, bringt er doch einige **Vorteile** mit sich. **Welche?**“  
“*Although the Unix/Linux systemcall `open()` is not **necessary**, it has some **advantages**. **Which ones?**”*

5. „Erklären Sie, unter **welchen Umständen** eine **Bitmap** eine **vorteilhafte Datenstruktur** ist!“  
“*Explain under **what circumstances** a **bitmap** is an **advantageous data structure**.”*

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