

---

**Prüfungsteilnehmer****Prüfungstermin****Einzelprüfungsnummer**

---

Kennzahl: \_\_\_\_\_

**Herbst**

Kennwort: \_\_\_\_\_

**2003****66113**Arbeitsplatz-Nr.: \_\_\_\_\_

---

**Erste Staatsprüfung für ein Lehramt an öffentlichen Schulen**  
**- Prüfungsaufgaben -**

Fach: **Informatik (vertieft studiert)**Einzelprüfung: **Rechnerarchitektur, Datenb., Betriebssystem.**

Anzahl der gestellten Themen (Aufgaben): 2

Anzahl der Druckseiten dieser Vorlage: 9

Bitte wenden!

**Thema Nr. 1****Sämtliche Teilaufgaben sind zu bearbeiten!****Aufgabe 1: Betriebssysteme:**

Für die Kommunikation zwischen verschiedenen Prozessen/Threads soll ein gemeinsamer Datenbereich dienen. Wir unterscheiden zwischen Lesern und Schreibern. Es sollen beliebig viele Leser gleichzeitig lesen dürfen; aber ein Schreiber benötigt exklusiven Zugriff auf den Datenbereich. Es darf also weder ein Leser noch ein anderer Schreiber gleichzeitig im kritischen Bereich sein. Realisieren Sie dies mit Hilfe von Semaphoren.

Zeigen Sie durch entsprechende graphische Visualisierungen, wie Ihre Lösung bei gleichzeitigem Zugriff mehrerer Threads/Prozesse funktioniert! Gehen Sie insbesondere auf die Erläuterung des kritischen Bereichs ein! Wie wird bei Ihrer Lösung der wechselseitige Ausschluss garantiert? Ist Ihre Lösung verklemmungsfrei?

**Aufgabe 2: Rechnernetze, Client/Server:**

Erläutern Sie die Funktionsweise der Client/Server-Architektur am Beispiel von Web-Servern und Browsern! Gehen Sie dabei auf folgende Aspekte detailliert ein:

- Verbindungsaufbau im TCP/IP-Protokoll
- Adressierung von Rechnern: Domain Namen, Domain Name Service, IP-Nummern
- Adressierung von Dokumenten via URL
- Fenstertechnik (sliding window) während der Kommunikation
- HTML-Sprache

**Aufgabe 3: Datenmodellierung:**

Modellieren Sie eine Bibliothek! Es sollten zumindest die folgenden Konzepte abgedeckt werden:

- Autoren haben Bücher geschrieben.
- Leser leihen Bücher aus.
- Leser geben diese ausgeliehenen Bücher (hoffentlich) irgendwann wieder zurück.

Modellieren Sie diese Miniwelt zunächst als ER-Diagramm! Diese konzeptuelle ER-Modellierung sollte dann in ein relationales Schema transformiert werden. Geben Sie die Schlüssel der Relationen an!

Auf der Basis Ihres relationalen Schemas formulieren Sie folgende Anfrage: Wie viele Leser namens Bohlen haben ein Buch mit dem Titel "Nichts als die Wahrheit" ausgeliehen und noch nicht zurückgegeben?

#### Aufgabe 4: Normalformen und Normalisierung:

Zeigen Sie formal, dass das nachfolgende relationale Schema einer Relation *Universitäten* nicht in dritter Normalform ist!

Universitäten: {[UniName, Professor, Fakultät, Dekan, Studiendekan, Rektor]}

Wir gehen dabei davon aus, dass Professoren eindeutige Namen haben. Zur Erinnerung: eine Universität hat i. Allg. mehrere Fakultäten, Professoren gehören einer Fakultät einer Universität an, eine Universität hat einen Rektor, eine Fakultät hat einen Dekan und einen Studiendekan.

Begründen Sie intuitiv, warum es zweckmäßig ist, eine Relation in die dritte Normalform umzuwandeln! Zeigen Sie dazu die so genannten Anomalien auf, die bei fehlender Normalisierung auftreten können!

Normalisieren Sie die obige Relation Universitäten, indem Sie den Synthesealgorithmus anwenden! Zeigen Sie detailliert die Vorgehensweise bei der Normalisierung auf!

#### Aufgabe 5: SQL:

Gegeben sei folgendes relationales Schema, das eine Universitätsverwaltung modelliert:

Studenten	{[ <u>MatrNr</u> : integer, Name : string, Semester : integer]}
Vorlesungen	{[ <u>VorlNr</u> : integer, Titel: string, SWS: integer, gelesenVon: integer]}
Professoren	{[ <u>PersNr</u> : integer, Name : string, Rang : string, Raum : integer]}
hören	{[ <u>MatrNr</u> : integer, <u>VorlNr</u> : integer]}
voraussetzen	{[ <u>VorgängerVorlNr</u> : integer, <u>NachfolgerVorlNr</u> : integer]}
prüfen	{[ <u>MatrNr</u> : integer, <u>VorlNr</u> : integer, PrüferPersNr : integer, Note : decimal]}

Formulieren Sie die folgenden Anfragen in SQL:

- Alle Studenten, die den Professor Kant aus einer Vorlesung kennen.
- Die Studenten, die die beste Durchschnittsnote ihrer Prüfungen haben.
- Geben Sie eine Liste der Professoren (Name, PersNr) mit ihrem Lehrdeputat (Summe der SWS der gelesenen Vorlesungen) aus! Ordnen Sie diese Liste so, dass sie absteigend nach Lehrdeputat sortiert ist! Bei gleicher Lehrtätigkeit dann noch aufsteigend nach dem Namen des Professors/der Professorin.
- Geben Sie eine Liste der Studenten (Name, MatrNr, Semester) aus, die mindestens zwei Vorlesungen bei Kant gehört haben.

- e) Geben Sie eine Liste der Studenten aus, die alle Vorlesungen von Sokrates gehört haben.
- f) Geben Sie eine Liste der Studenten aus, die nur Vorlesungen von Sokrates gehört haben.

Geben Sie verbal an, welches Ergebnis folgende SQL-Anfrage liefert:

```
SELECT s1.Name, s2.Name
FROM Studenten s1, hören h1, hören h2, Studenten s2
WHERE s1.MatrNr = h1.MatrNr AND h1.VorlNr = h2.VorlNr AND
      h2.MatrNr = s2.MatrNr
```

Geben Sie einen Relationenalgebra-Ausdruck für diese Anfrage an! Dieser Ausdruck sollte keine Kreuzprodukte (nur Joins) enthalten.

#### **Aufgabe 6: Indexstrukturen:**

In den meisten Datenbanksystemen wird standardmäßig ein B-Baum als Indexstruktur angelegt. Erläutern Sie die Funktionsweise des B-Baums! Zeigen Sie graphisch, was passiert, wenn nacheinander die Schlüssel

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

eingefügt werden! Wir nehmen an, dass die Knoten des B-Baums eine Kapazität von vier haben.

**Thema Nr. 2****Sämtliche Teilaufgaben sind zu bearbeiten!****Aufgabe 1: Datenbanksysteme: Funktionale Abhängigkeit, Normalisierung**

Gegeben sei die folgende relationale Datenbank mit den offenen Rechnungen der Kunden eines Versandhauses:

Rechnung	<u>RNR</u>	KDNR	Name	Adresse	Positionen	Datum	Betrag
	1	1	Müller	München	3	01.11.2002	60
	2	1	Müller	München	2	23.05.2003	90
	3	2	Huber	Nürnberg	3	09.03.2003	90
	4	2	Huber	Nürnberg	8	14.02.2003	70
	5	3	Meier	Augsburg	7	20.06.2003	110
	6	4	Meier	München	12	07.04.2003	90

1. Erläutern Sie, warum nur Relationen mit einem zusammengesetzten Schlüsselkandidaten die 2. Normalform verletzen können!
2. Geben Sie für obige Datenbank alle vollen funktionalen Abhängigkeiten (einschließlich der transitiven) an!
3. Erläutern Sie, inwiefern obiges Schema die 3. Normalform verletzt!
4. Überführen Sie das obige Relationenschema in die 3. Normalform! Erläutern Sie die dazu durchzuführenden Schritte jeweils kurz!
5. Erläutern Sie, inwiefern sich eine vollständige Normalisierung nachteilig auf die Geschwindigkeit der Anfragebearbeitung auswirken kann und wie darauf reagiert werden kann!

Fortsetzung nächste Seite!

**Aufgabe 2: Datenbanksysteme: Relationale Anfragen:**

Gegeben sei das folgende relationale Datenbankschema (Schlüsselattribute sind jeweils unterstrichen):

**Lehrer** (PNR, LName, Fachgebiet)

**Schüler** (SNR, SName, Adresse, KNR)

**Klasse** (KNR, Raum, Jahrgangsstufe)

**Fach** (FNR, FName, Stundenzahl)

**unterrichtet** (PNR, KNR, FNR)

In der Datenbank sind die Daten von Lehrern, Schülern, Klassen und Fächern einer Schule gespeichert. Ein Lehrer hat dabei eine Personalnummer (PNR), einen Namen und ein Fachgebiet. Schüler haben neben einer Identifikationsnummer (SNR) einen Namen, eine Adresse und gehören einer einzigen Klasse an. Klassen sind eindeutig durch ihre Klassennummer (KNR) bestimmt und ihnen ist ein Klassenraum und eine Jahrgangsstufe zugeordnet. Eine Klasse wird von genau einem Lehrer in einem Fach unterrichtet. Ein Lehrer kann jedoch dieselbe Klasse in unterschiedlichen Fächern unterrichten.

1. Geben Sie für die folgenden verbal formulierten Anfragen jeweils eine Anfrageformulierung in Relationaler Algebra an!
  - a) Bestimmen Sie die Namen und Adressen aller Schüler der 5. Jahrgangsstufe!
  - b) Bestimmen Sie die Namen aller Lehrer, die jeweils jede Klasse der 6. Jahrgangsstufe unterrichten!
  - c) Geben Sie die Namen aller Schüler an, die von einem Lehrer in einem Fach unterrichtet werden, das nicht dem Fachgebiet dieses Lehrers entspricht!
2. Formulieren Sie die folgenden Anfragen in SQL:
  - a) Bestimmen Sie für jede Jahrgangsstufe die durchschnittliche Anzahl an Schülern in einer Klasse!
  - b) Erstellen Sie eine alphabetisch sortierte Liste mit den Namen aller Lehrer, die jedes Fach unterrichten, unabhängig von einer konkreten Klasse!
  - c) Erstellen Sie eine Liste aller Lehrer, die nur Klassen mit mehr als 30 Schülern unterrichten!

**Aufgabe 3: Rechnerarchitektur: RISC / CISC**

1. Erstellen Sie einen tabellarischen Vergleich zwischen klassischen RISC- und CISC-Architekturen hinsichtlich der folgenden Kriterien: Umfang des Maschinenbefehlssatzes, Umfang der Adressierungsarten, Anzahl der Register, Implementierungstechnik des Prozessor-Leitwerks, Ausführungszeiten von Maschinenbefehlen.
2. Erläutern Sie, warum der Umfang der Befehle bei RISC-Prozessoren so gering gewählt wurde! Welche Folgen hatte das?
3. Erklären Sie, wodurch die "Platzverschwendung" in den Befehlsformaten bei RISC-Prozessoren entsteht und wodurch sie motiviert ist!
4. Bei RISC-Prozessoren nehmen die Compiler Codeoptimierungen vor, die durch die Prozessorarchitektur notwendig sind. Erklären Sie, warum bei folgendem Ausschnitt aus einem (virtuellen) Maschinenprogramm ein scheinbar sinnloser NOP-Befehl nach dem Sprung-Befehl steht!

```
...  
jump xxxxx  
nop  
...
```

**Aufgabe 4: Rechnernetze**

1. Zwei Kommunikationspartner (beide befinden sich auf der Erde) sind über eine Satellitenstrecke miteinander verbunden. Der Satellit befindet sich in einer Höhe von 40.000 km. Wie hoch ist im optimalen Fall der Delay für eine Nachricht und die zugehörige Bestätigung? (Hinweis: Die Lichtgeschwindigkeit kann mit 300.000 km/s angenommen werden.)
2. Betrachten Sie ein klassisches Ethernet mit Bus-Topologie.
  - a) Welches Verfahrens bedient sich Ethernet für den Medienzugriff? Warum sind hierfür Festlegungen zu minimaler Framelänge und maximaler Länge des Mediums (Bus) notwendig?
  - b) Die minimale Framelänge sei auf 64 Byte festgelegt. Wenn Sie ein Ethernet mit 2 Gigabit/s Übertragungsrate installieren sollen, welche räumliche Ausdehnung darf ihr Übertragungsmedium dann, selbst unter idealen Bedingungen, maximal haben? (Die Signale sollen sich im Medium mit 200.000 km/s ausbreiten, Bearbeitungszeiten in den Stationen können vernachlässigt werden.)

**Aufgabe 5: Betriebssysteme: Scheduling**

Folgende Prozesse sollen betrachtet werden (die Zeiten seien in beliebigen Zeiteinheiten gegeben):

Prozess	Ankunftszeitpunkt	Laufzeit
A	0	3
B	1	2
C	2	1
D	3	2
E	4	3

Fortsetzung nächste Seite!

Ein Prozess, der zum Zeitpunkt  $t$  eintritt, wird auch zum Zeitpunkt  $t$  in die Warteschlange eingereiht. Kommen zwei Prozesse zur gleichen Zeit, so wird die Ordnung auf den Prozessnamen (Alphabet) herangezogen. Wird ein Prozess vor seinem Terminieren zum Zeitpunkt  $t'$  unterbrochen, so reiht er sich in die Warteschlange mit Ankunftszeit  $t'$  wieder ein.

1. Erklären Sie zunächst den Unterschied zwischen preemptiven und nicht-preemptiven Scheduling-Verfahren!
2. Geben Sie für die Strategien Shortest Job First (SJF) und Round Robin (RR) mit Quantum  $t = 1$  jeweils in Form eines Diagramms für die ersten 11 Zeiteinheiten an, wann welchem Prozess Rechenzeit zugeteilt wird und wann die Prozesse ggf. terminieren!
3. Die Reaktionszeit  $r_i$  eines Prozesses  $p_i$  sei definiert als:  
 $r_i = \text{erster Rechenzeitpunkt}_i - \text{Ankunftszeitpunkt}_i$   
 Geben Sie die mittlere Reaktionszeit der Strategien RR und SJF aus Teilaufgabe a) an!
4. Wie muss die Größe des Quantums bei RR gewählt werden, damit sich diese Strategie äquivalent zur FIFO-Strategie verhält?
5. Nennen Sie drei unabhängige Einflussgrößen, die man zur Festlegung der Quantumslänge bei RR sinnvoll heranziehen kann!

#### Aufgabe 6: Betriebssysteme: Seitenersetzungsstrategien

Bei der Ausführung eines Speicherzugriffs bei der virtuellen Speicherverwaltung kann es vorkommen, dass sich die referenzierte Seite nicht im Arbeitsspeicher befindet. Diese Situation wird Seitenfehler (*page fault*) genannt.

Die Behandlung eines Seitenfehlers erfordert i. Allg. Maßnahmen zur Ersetzung einer Seite im Arbeitsspeicher, d. h., um die gewünschte Seite in einen Seitenrahmen des Arbeitsspeichers einlagern zu können, muss zunächst eine andere Seite vom Arbeitsspeicher auf den Hintergrundspeicher ausgelagert werden.

Die Menge der Seiten sei gegeben durch  $N = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$  und die Menge der Seitenrahmen, die für die Speicherung der Seiten im Arbeitsspeicher zur Verfügung steht, sei gegeben durch  $Frame_4 = \{f_1, f_2, f_3, f_4\}$ .

Auf die 6 Seiten der Menge  $N$  werde in folgender Reihenfolge zugegriffen:

$$\omega = 1\ 3\ 5\ 4\ 2\ 4\ 3\ 2\ 1\ 0\ 5\ 3\ 5\ 0\ 4$$

Arbeiten Sie mit den zur Verfügung stehenden Seitenrahmen der Menge  $Frame_4$  die Seitenzugriffsfolge  $\omega$  gemäß den nachfolgenden Ersetzungsstrategien ab. Erstellen Sie hierzu jeweils eine Tabelle mit den hierfür angegebenen Spalten.

1. LIFO : Last in First out

Referenzierte Seiten	Inhalt $f_1$	Inhalt $f_2$	Inhalt $f_3$	Inhalt $f_4$	Summe der Sei- tenfehler
-------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------------------

2. LRU : Least Recently used



Referenzierte Seiten	Inhalt $f_{1,t}$	Inhalt $f_{2,t}$	Inhalt $f_{3,t}$	Inhalt $f_{4,t}$	Summe der Seitenfehler
-------------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------------

3. LFU : Least Frequently used

Referenzierte Seiten	Inhalt $f_{1,anz}$	Inhalt $f_{2,anz}$	Inhalt $f_{3,anz}$	Inhalt $f_{4,anz}$	Summe der Seitenfehler
-------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------------

4. Erklären Sie den Unterschied zwischen Swapping und Paging!

5. Erklären Sie den Unterschied zwischen Segmenten und Seiten (pages)!

### Aufgabe 7: Deadlock und Semaphore:

Zwei Prozesse  $P_1$  und  $P_2$  seien wie folgt unter Verwendung von booleschen Semaphoren programmiert (WAIT entspricht UP und SIGNAL entspricht DOWN):

**P1: REPEAT**

```

    <unkritischer Bereich>
(1) WAIT(Platz)
(2) WAIT(S)
    <kritischer Bereich>
    SIGNAL(S)
    SIGNAL(Bestand)
    <unkritischer Bereich>
UNTIL false
```

**P2: REPEAT**

```

    <unkritischer Bereich>
    WAIT(Bestand)
    WAIT(S)
    <kritischer Bereich>
    SIGNAL(S)
    SIGNAL(Platz)
    <unkritischer Bereich>
UNTIL false
```

Ein Vertauschen der Zeilen (1) und (2) von Prozess  $P_1$  könnte zu Konflikten führen. Erklären Sie anhand einer Belegung der Semaphore S, Platz und Bestand und einer Beschreibung eines zeitlichen Ablaufs der beiden Prozesse  $P_1$  und  $P_2$ , wie in diesem Fall ein Deadlock entstehen kann.