

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

**Herbst**

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

**1998**

**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: **8**

Bitte wenden!

**Thema Nr. 1****Sämtliche Teilaufgaben sind zu bearbeiten!****Aufgabe 1: (Normalformen relationaler Datenbanken)**

Gegeben sei folgendes Relationenschema

R1 = (MATNR, VORNAME, NACHNAME, PLZ, STADT)

R2 = (MATNR, VORLESUNG, ZEIT, NACHNAME)

R3 = (VORLESUNG, RAUM, ZEIT, PROFESSOR)

und die folgende Menge F von funktionalen Abhängigkeiten

MATNR → VORNAME, NACHNAME

MATNR → PLZ

PLZ → STADT

VORLESUNG → PROFESSOR

VORLESUNG, ZEIT → RAUM

PROFESSOR, ZEIT → VORLESUNG

- Nennen Sie jeweils alle möglichen Schlüssel von R1, R2 und R3.
- Geben Sie für R1, R2, R3 die schärfste Normalform (1NF, 2NF, 3NF, BCNF) an, die für die jeweilige Relation gilt. Begründen Sie gegebenenfalls, warum die nächstschärfere nicht erfüllt ist.

**Aufgabe 2: (ER-Modell und SQL-Anfragen)**

In einem Betrieb soll ein neues Informationssystem eingerichtet werden. Bei der Voruntersuchung zeigt sich, dass in der Datenbasis zumindest die zwei Bereiche PERS für Personal und ABT für Abteilung einzurichten sind, wobei die folgenden Informationen zu verwalten sind:

- Abteilung: ANR, ANAME, AORT
- Personal: PNR, NAME, GEHALT, BERUF, ANR, VNR, ORT

Dabei steht ANR für Abteilungsnummer, PNR für Personalnummer und VNR für die Personalnummer des jeweiligen Vorgesetzten. Alle anderen Bezeichnungen sind selbsterklärend.

Zusätzlich wird festgestellt, dass die folgenden grundlegenden Integritätsbedingungen zu erfüllen sind:

- Zu einer Abteilung gehört immer mindestens ein Angestellter.
  - Ein Angestellter ist immer nur genau einer Abteilung zugeordnet.
  - Zu einem Angestellten gibt es maximal einen vorgesetzten Manager.
  - Ein Vorgesetzter kann mehrere Angestellte verantwortlich betreuen.
- Modellieren Sie die oben beschriebene Informationsstruktur mit Hilfe eines Entity-Relationship-Graphen. Tragen Sie darin auch die Integritätsbedingungen in geeigneter Weise ein.
  - Transformieren Sie ihr ER-Modell in Datenstrukturen nach dem Relationenmodell. Geben Sie in Ihrem Relationenschema die Primär- und Fremdschlüssel an.

Fortsetzung nächste Seite!

- c) Formulieren Sie folgende Anfragen und Änderungsoperationen an Ihre Datenbank in der Sprache SQL:
- (1) Welche Angestellten aus der Abteilung "Einkauf" verdienen weniger als das durchschnittliche Gehalt aller Angestellten der Firma ?
  - (2) Welche Abteilungen in Frankfurt beschäftigen mehr als 10 Angestellte mit dem Beruf "Programmierer" ?
  - (3) In welchen Abteilungen (ANR, ANAME) verdienen die Angestellten im Durchschnitt weniger als 2500 DM ?
  - (4) Welche Abteilungen haben keine Angestellten?
  - (5) Finde die Abteilungsnummern von Abteilungen in Darmstadt, in denen es Angestellte gibt, die weniger als 2000 DM verdienen.
  - (6) Finde die Namen der Angestellten, die den gleichen Beruf und das gleiche Gehalt wie der Angestellte "Müller" haben.
  - (7) In der Abteilung "Marketing" wird ein neuer Angestellter mit dem Namen "Meier" eingestellt. Er soll die Personalnummer 353 erhalten.
  - (8) Lösche alle Abteilungen, die keine Angestellten haben.

### Aufgabe 3: (Maschinennahe Berechnung arithmetischer Ausdrücke)

Ein Prozessor P1 mit den 32 Registern R0 bis R31 soll den arithmetischen Ausdruck

$$Z := (A * B + C) * (D - E * F)$$

berechnen. Die Inhalte der Variablen A bis F stehen in Speicherzellen mit den Adressen mA bis mF, das Ergebnis Z soll in der Speicherzelle mit der Adresse mZ abgelegt werden. P1 hat unter anderem die folgenden Befehle (r, r1, r2, r3 stehen für Register, m für eine Speicherzelle und <a> für den Inhalt des Speicherelementes a):

| Befehl               | Wirkung             |
|----------------------|---------------------|
| <b>load</b> r m      | <r> := <m>          |
| <b>store</b> r m     | <m> := <r>          |
| <b>add</b> r1 r2 r3  | <r3> := <r1> + <r2> |
| <b>sub</b> r1 r2 r3  | <r3> := <r1> - <r2> |
| <b>mult</b> r1 r2 r3 | <r3> := <r1> * <r2> |

In diesen Befehlen benötigt ein Operationscode 8 Bit, eine Registeradresse 4 Bit und eine Speicheradresse 32 Bit. Die Ausführungszeit der Befehle beträgt 10 Takte und zusätzlich 4 Takte je Speicherzugriff (Register- und Befehlszugriffe sind ausgenommen). So benötigen **load** und **store** zum Beispiel je 14 Takte.

- a) Geben Sie eine Befehlsfolge an, welche den oben angegebenen Ausdruck Z berechnet.
- b) Welchen Platzbedarf in Bits hat die gesamte Befehlsfolge?
- c) Wieviel Takte benötigt die Ausführung der Befehlsfolge auf einem seriell arbeitenden Prozessor (d.h. die Ausführung einzelner Befehle überlappt nicht)?

Der Prozessor P 1 soll nun zusätzlich über die folgenden Befehle verfügen:

| Befehl           | Wirkung  |
|------------------|--|
| <b>madd</b> r m  | $\langle r \rangle := \langle r \rangle + \langle m \rangle$ |
| <b>msub</b> r m  | $\langle r \rangle := \langle r \rangle - \langle m \rangle$ |
| <b>mmult</b> r m | $\langle r \rangle := \langle r \rangle * \langle m \rangle$ |

- Geben Sie eine Befehlsfolge an, die so weit wie möglich ohne **load/store**-Befehle auskommt und ebenfalls Z berechnet.
- Welchen Platzbedarf in Bits hat diese Befehlsfolge?
- Wieviele Takte benötigt die Ausführung der Befehlsfolge auf einem seriell arbeitenden Prozessor?

Alternativ zu der oben beschriebenen Maschine wird nun ein anderer Prozessor P2 betrachtet, der den angegebenen Ausdruck Z mit Hilfe eines Stacks berechnen soll. Folgende Befehle stehen ihm dabei zur Verfügung:

|                |  |
|----------------|--|
| <b>push</b> m  | legt den in Zelle m stehenden Wert auf dem Stack ab  |
| <b>pop</b>     | bringt den obersten Wert vom Stack in die Zelle, deren Adresse in der zweitobersten Zelle des Stacks steht; beide Zellen des Stacks werden gelöscht. |
| <b>pusha</b> m | legt die Adresse m auf dem Stack ab  |

Die drei zusätzlichen arithmetischen Operationen **add**, **sub**, **mult** verknüpfen die beiden oberen Werte des Stacks, löschen sie und legen das Ergebnis wiederum auf den Stack. Bei der Subtraktion wird der oberste Wert des Stacks als Minuend behandelt. Für den Speicherbedarf der Befehle gelten die Konventionen von P1.

- Zeichnen Sie einen Operatorbaum für den Ausdruck Z.
- Schreiben Sie Z in Postfixform.
- Geben Sie eine Befehlsfolge für P2 an, welche Z berechnet.
- Welchen Platzbedarf in Bits hat Ihre Befehlsfolge aus der vorigen Teilaufgabe ?
- Welchen Zeitbedarf hat die Ausführung der Befehlsfolge, wenn **push** m und **pop** je 14 und die übrigen Befehle je 10 Takte brauchen, auf einem seriell arbeitenden Prozessor?

**Aufgabe 4: (Seitenersetzungsstrategien)**

Der Prozess  $p$  arbeite mit einem virtuellen Speicher von fünf Seiten. Der Zugriff auf diese Seiten finde in der durch die folgende Seitenreferenzkette  $w$  gegebenen Reihenfolge statt:

$w = 0\ 1\ 2\ 3\ 0\ 1\ 4\ 0\ 1\ 2\ 3\ 4.$

- a) Für die Realisierung der Speicherfähigkeit des Prozesses  $p$  sollen zunächst drei Kacheln zur Verfügung stehen. Geben Sie für die beiden Seitenersetzungsstrategien LRU (Least Recently Used) und FIFO (First in First out) jeweils die Entwicklung der Seiten-Kachel-Tabelle und die Anzahl der aufgetretenen Seitenfehler an. Markieren Sie jedes Auftreten eines Seitenfehlers!
- a) Beschreiben Sie kurz die (theoretisch) beste Seitenersetzungsstrategie. Warum ist diese Strategie nicht realisierbar?
- b) Erklären Sie den Begriff der Keller-(Stack-)Strategie und zeigen Sie, dass FIFO keine Kellerstrategie ist, indem Sie den Prozess  $p$  mit der angegebenen Seitenreferenzkette mit vier Kacheln realisieren.

**Aufgabe 5: (Prozesssysteme)**

Gegeben sei folgende Prozedur:

```

PROCEDURE berechnen (x, y, z: IN INTEGER; a: OUT REAL);
VAR b, c, d: INTEGER;
BEGIN
  b := x + y ; c := b * b ; d := b - z; a := c/d ;
END;
```

Diese Prozedur soll nun mit Hilfe eines determinierten Prozesssystem  $\wp = \{D, P, <^*, V, N\}$  modelliert werden.

- a) Geben Sie die Menge der verwendeten Betriebsmittel (Speichervariablen)  $D$  und die Menge der benötigten Prozesse  $P$  an. Die Prozesse aus  $P$  sollen dabei atomar sein (d.h. nur eine Rechenoperation ausführen).
- b) Geben Sie für jeden Prozess  $p \in P$  die jeweilige Rechenfunktion  $R_p$  sowie seinen Vorbereich  $V_p$  und seinen Nachbereich  $N_p$  an.
- a) Aus Effizienzgründen sollen so viele Prozesse aus  $P$  wie möglich parallel ausgeführt werden können. Stellen Sie eine geeignete Vorrangrelation  $<^*$  auf und zeichnen Sie den Vorranggraphen.
- b) Beweisen Sie, dass Ihr System determiniert ist.

**Thema Nr. 2**

**Sämtliche Teilaufgaben sind zu bearbeiten!**

**Teilgebiet 1: Betriebssysteme und Systemprogrammierung****Aufgabe 1.1:**

1. 1. 1 Beschreiben Sie kurz die folgenden Prozessorvergabestrategien (Scheduling Algorithmen) sowie deren Vor- und Nachteile:  
FCFS (First Come First Served), SJF (Shortest Job First) und RR (Round Robin)
- 1.1.2 Was versteht man unter Job-Scheduling (Longterm-Scheduling)?
- 1.1.3 Welche Aufgabe hat der Prozessumschalter (Dispatcher)?

**Aufgabe 1.2:**

- 1.2.1 Erklären Sie die Begriffe "Seite" und "Kachel".
- 1.2.2 Wie ist eine logische (virtuelle) Adresse aufgebaut (nur reines Paging)?  
Skizzieren Sie den Abbildungsmechanismus von logischen auf physikalische Adressen.
- 1.2.3 Erklären Sie den Seitenaustauschalgorithmus LRU (Least Recently Used).
- 1.2.4 Was versteht man unter Seitenflattern (Thrashing) und was kann man dagegen tun?

**Aufgabe 1.3:**

- 1.3.1 Formulieren Sie umgangssprachlich in Stichpunkten die Schritte, die vom Kommandointerpreter eines Multi-User/Multi-Tasking Betriebssystems (wie etwa UNIX) zur Entgegennahme und Ausführung eines Kommandos durchgeführt werden.
- 1.3.2 Wie geht ein Kommandointerpreter vor, um ein Kommando "im Hintergrund" auszuführen?

**Teilgebiet 2: Datenbanksysteme****Aufgabe 2.1:**

- 2.1.1 Stellen Sie an einem selbst gewählten Beispiel den relationalen Normalisierungsvorgang bis hin zur Dritten Normalform dar.

**Aufgabe 2.2:**

- 2.2.1 Definieren Sie die wichtigsten relationalen Operatoren.

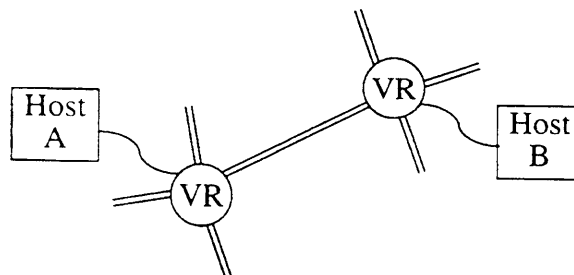
**Aufgabe 2.3:**

- 2.3.1 Zeigen Sie an einem Beispiel, wie die Sprache SQL in eine Programmiersprache eingebettet wird.

**Teilgebiet 3: Rechner- und Kommunikationsarchitektur****Aufgabe:** ISO/OSI – Kommunikationsarchitektur

Kommunikationsnetze werden immer leistungsfähiger, größer und komplexer; gefordert wird von einer Systemarchitektur, dass sie universell verwendbar, flexibel anpassbar und beherrschbar ist.

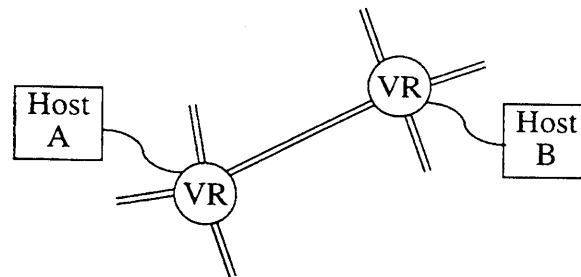
- 3.1.1 Nennen Sie die vier grundlegenden Strukturierungskonzepte, die diesen Forderungen beim gesamten Entwurf, bei der Implementierung und beim Betrieb Rechnung tragen.
- 3.1.2 Was verstehen Sie unter dem ISO/OSI-Schichtenmodell bzw. dem ISO/DIN-Basis-Referenzmodell für offene Kommunikation? Welche der oben angesprochenen Strukturierungsprinzipien werden dabei benutzt? Welche Dienstleistung ist der Schicht 4 zugeordnet?
- 3.1.3 Entwerfen Sie zu dem unten gezeigten Netzausschnitt inkl. Anwendungsrechner die entsprechende funktionelle Struktur entsprechend dem ISO/DIN-Basisreferenzmodell bzw. dem ISO/OSI-Schichtenmodell. Zeigen Sie den Weg auf, den die zwischen zwei Anwenderprozessen zu übertragende Nutzinformation durch die einzelnen Schichten nimmt.



**Aufgabe 3.2:** Netzmanagement

Unter dem Begriff Netzmanagement werden alle technischen und organisatorischen Vorkehrungen und Aktivitäten zum Management eines Kommunikationssystems zusammengefasst.

- 3.2.1 Nennen Sie die unterschiedlichen Managementbereiche des funktionalen Modells. Beschreiben Sie weiterhin stichwortartig deren Aufgaben.
- 3.2.2 Auf allen Komponenten des dargestellten Netzausschnittes laufen Managementprozesse ab! Welche Klassen von Managementprozessen unterscheiden wir beim sogenannten organisatorischen Modell?



- 3.2.3 Wie sieht jetzt die Gesamtarchitektur für Anwender- und Managementkommunikation innerhalb des Netzausschnittes aus?