



## Klausurdeckblatt

Name der Prüfung: Systemnahe Software I

Datum und Uhrzeit:	15. Februar 2016 14-16 Uhr	Bearbeitungszeit:	120 Min.
Institut:	Angewandte Informatik- onsverarbeitung	Prüfer:	Dr. Andreas F. Borchert

**Vom Prüfungsteilnehmer auszufüllen:**

Name: _____	Vorname: _____	Matrikelnummer: _____
Studiengang: _____	Abschluss: _____	_____

Hiermit erkläre ich, dass ich prüfungsfähig bin. Sollte ich nicht auf der Liste der angemeldeten Studierenden aufgeführt sein, dann nehme ich hiermit zur Kenntnis, dass diese Prüfung nicht gewertet werden wird.

Datum, Unterschrift des Prüfungsteilnehmers	Bitte dieses Feld für den Barcode freilassen!
<b>Hinweise zur Prüfung:</b> siehe nächstes Blatt	
<b>Erlaubte Hilfsmittel:</b> Bis zu fünf handgeschriebene Blätter.	

**Viel Erfolg!**

**Vom Prüfer auszufüllen:**

<b>Note:</b> _____	Erreichte Punkte: _____	_____
		Dr. Andreas F. Borchert

Nr	Max	Bewertung		Nr	Max	Bewertung	
<b>1</b>	<b>20</b>	xxxxx		<b>5</b>	<b>8</b>	xxxxx	
(a)	4		xxxxx	(a)	4		xxxxx
(b)	3		xxxxx	(b)	4		xxxxx
(c)	4		xxxxx	<b>6</b>	<b>11</b>	xxxxx	
(d)	2		xxxxx	(a)	1		xxxxx
(e)	4		xxxxx	(b)	2		xxxxx
(f)	3		xxxxx	(c)	4		xxxxx
<b>2</b>	<b>15</b>	xxxxx		(d)	4		xxxxx
(a)	3		xxxxx	<b>7</b>	<b>14</b>	xxxxx	
(b)	4		xxxxx	<b>8</b>	<b>14</b>	xxxxx	
(c)	2		xxxxx	(a)	3		xxxxx
(d)	2		xxxxx	(b)	3		xxxxx
(e)	4		xxxxx	(c)	4		xxxxx
<b>3</b>	<b>6</b>	xxxxx		(d)	4		xxxxx
<b>4</b>	<b>12</b>	xxxxx		<b>Summe</b>	<b>100</b>		
(a)	8		xxxxx				
(b)	4		xxxxx				

- Prüfen Sie zu Beginn, ob Ihre Klausur ab der Aufgabe 1 aus 16 durchnummerierten Seiten besteht.
- Für Ihre Lösungen verwenden Sie bitte den freigelassenen Platz nach der Aufgabenstellung, die Rückseite der jeweiligen Aufgabe oder die angehängte leere Seite unter Angabe der Aufgabennummer.
- Nennen Sie möglichst alle Annahmen, die Sie gegebenenfalls für die Lösung einer Aufgabe treffen!
- Sofern nichts anderes angegeben ist, können Sie bei den Programmier-Aufgaben auf die Angabe der notwendigen `#include`-Anweisungen verzichten.
- Wenn es bezüglich der Aufgabenstellung Unklarheiten gibt, dann scheuen Sie sich bitte nicht, jemanden von der Aufsicht zu befragen.
- Wenn wir während der Klausur feststellen, dass eine Aufgabenstellung missverständlich ist, werden wir an der Tafel einen klärenden Hinweis für alle sichtbar hinschreiben.

**Aufgabe 1****(20 Punkte)** Programmier-Techniken

(a) 4 Punkte

Welchen Wert haben die folgenden arithmetischen Ausdrücke?

(a)  $10 / 4$

(b)  $5 \% 4$

(c)  $16 / 3.0$

(d)  $7 \% 4 + 3$

(e)  $5 * 4 \% 3$

(f)  $4 >> 2$

(g)  $5 \& 2$

(h)  $9 | 7$

**Lösung:**

(b) 3 Punkte

Gegeben sei die folgende Deklaration:

```
int x = 3, y = 2;
```

Geben Sie jeweils das Resultat der folgenden Ausdrücke an:

(a)  $x \leq y < 1$

(b)  $x - y ? x : y$

(c)  $x = y = x + y$

**Lösung:**

(c) 4 Punkte

Die unten stehende Fassung der Funktion `create_complex` wird fehlerfrei übersetzt. Trotzdem gibt es zur Laufzeit ein undefiniertes Verhalten. Was ist falsch? Korrigieren Sie bitte die Funktion!

```
typedef struct {
    double real;
    double img;
} Complex;

Complex* create_complex(double real, double img) {
    Complex c;
    c.real = real;
    c.img = img;
    return &c;
}
```

**Lösung:**

(d) 2 Punkte

Gegeben sei folgender C-Code:

```
int zahl;  
for (zahl = 1234; zahl >= 1; zahl /= 10) {  
    printf("%d\n", zahl % 10);  
}  
printf("\n");
```

Welche Ausgabe erzeugt dieser Code?

**Lösung:**

(e) 4 Punkte

Schreiben Sie eine Funktion, die zwei ganze Zahlen  $n$  und  $m$  des Typs `unsigned int` erhält und das ebenfalls ganzzahlige nicht-negative Ergebnis  $n^m$  zurückliefert. Die Problematik eines Überlaufs darf ignoriert werden.

**Lösung:**

(f) 3 Punkte

Bitte kreuzen Sie bei den folgenden Behauptungen zu den Datentypen `float` und `double` an, ob sie zutreffen oder inkorrekt sind:

Behauptung	trifft zu	ist falsch
0.2 ist präzise darstellbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0.25 ist präzise darstellbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$2^{31} - 1 = 2147483647$ ist präzise als <code>float</code> darstellbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$-\infty$ ist darstellbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alle ganzzahligen Werte des Typs <code>float</code> sind als Werte des Typs <code>long</code> darstellbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es gilt immer $(a + b) + c == (b + c) + a$ für alle möglichen Werte für $a, b$ und $c$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Aufgabe 2****(15 Punkte)** Funktionen und Strukturen

(a) 3 Punkte

Stellen Sie fest, ob C bei der Parameterübergabe *call by value* oder *call by reference* unterstützt und zeigen Sie dann an einem kleinen Beispiel mit welcher Technik auch die andere Art der Parameterübergabe erfolgen kann. Nennen Sie auch ein Beispiel aus der C-Standardbibliothek, das die alternative Parameterübergabeform verwendet.

**Lösung:**

(b) 4 Punkte

Deklarieren Sie folgende Typen:

- Eine Funktion namens *f*, die einen Zeiger auf `int` zurückliefert,
- einen Typ namens *g*, der einen Zeiger auf eine Funktion darstellt, die ein `int` zurückliefert.
- ein Array namens *s* mit 10 Elementen des Typs Zeiger auf `char` und
- einen Zeiger namens *ap* auf ein Array mit 10 Elementen des Typs `char`.

**Lösung:**

(c) 2 Punkte

Spezifizieren Sie eine Datenstruktur *Adresse*, die ein Quadrupel repräsentiert, bestehend aus einem Vornamen, einem Nachnamen, einer Adresse und einer ganzzahligen Postleitzahl. Die ersten drei Felder sollen Zeichenketten beliebiger Länge sein.

**Lösung:**

(d) 2 Punkte

Beschreiben Sie, was mit folgender Deklaration deklariert wird:

```
typedef int int_array[100];
```

**Lösung:**

(e) 4 Punkte

Die Male-Female-Folgen von Hofstadter sind folgendermaßen definiert:

$$\begin{aligned}F(0) &= 1 \\M(0) &= 0 \\F(n) &= n - M(F(n - 1)) \\M(n) &= n - F(M(n - 1))\end{aligned}$$

Schreiben Sie in C die rekursiven Funktionen  $f$  und  $m$ , die  $F(n)$  bzw.  $M(n)$  für nicht-negative ganze Zahlen  $n$  berechnen. Vergessen Sie bitte nicht, die notwendige Vorab-Deklaration einer der beiden Prozeduren zu berücksichtigen.

**Lösung:**



**Aufgabe 3****(6 Punkte)** Makros

In C wird der zu übersetzende Programmtext durch den sogenannten Präprozessor gefiltert. Es seien die drei Dateien *main.c*, *b.h*, *c.h* und *d.h* gegeben (siehe unten). Geben Sie die Ausgabe des Präprozessors an, wie sie etwa durch das Kommando `gcc -E main.c` erzeugt wird. (Sie können dabei die durch den Präprozessor normalerweise erzeugten Zusatzzeilen mit Dateinamen und Zeilennummern weglassen.)

**main.c**

```
Zeile 1
#include "b.h"
CALL

#include "c.h"
CALL
#define X
#include "d.h"
CALL
```

**b.h**

```
#ifndef __B_H__
#define __B_H__
Zeile b1
#define CALL definedCall
#endif
```

**c.h**

```
Zeile c1
#ifdef X
HALLO
#endif
Zeile c2
```

**d.h**

```
Zeile d1
#include "b.h"
#ifdef CALL
Zeile d2
#undef X
Zeile d3
#endif
Zeile d4
```

**Aufgabe 4****(12 Punkte)** Makefile

Es sei das folgende aus fünf Dateien bestehende C-Programm gegeben. Das Bild zeigt schemenhaft den Aufbau des Programms. Die Rechtecke stellen jeweils Dateien dar, deren Name rechts oberhalb des Rechtecks steht.

calc.c

```
#include "reader.h"
#include "eval.h"

int main() {
    Node* root = read_tree();
    if (root) {
        printf("%d\n",
            evaluate(root));
    } else {
        printf("syntax error\n");
    }
}
```

tree.h

```
#ifndef CALC_TREE_H
#define CALC_TREE_H

typedef struct node {
    int val;
    char op;
    struct node* left;
    struct node* right;
} Node;

#endif
```

reader.h

```
#ifndef CALC_READER_H
#define CALC_READER_H

#include "tree.h"
Node* read_tree();

#endif
```

reader.c

```
#include "reader.h"

Node* read_tree() {
    // ...
}
```

eval.h

```
#ifndef CALC_EVAL_H
#define CALC_EVAL_H

#include "tree.h"

int evaluate(Node* root);

#endif
```

eval.c

```
#include "eval.h"

int evaluate(Node* root) {
    // ...
}
```

(a) 8 Punkte

Schreiben Sie ein *Makefile*, das aus den gegebenen Dateien mit Hilfe des gcc-Compilers in ein ausführbares Programm mit dem Namen *calc* erzeugt. Das *Makefile* sollte sämtliche zu erkennenden Abhängigkeiten in minimaler Weise berücksichtigen. Entsprechend sollte bei einer Änderung einer der sechs Dateien ein anschließender Aufruf von *make* nur zur Neuübersetzung der Programmtexte führen, die zwingend neu übersetzt werden müssen.

**Lösung:**

(b) 4 Punkte

Was muss neu übersetzt werden, wenn die jeweils angegebene Datei verändert wird?

Veränderte Datei	Neu zu übersetzen
calc.c	
tree.h	
eval.h	
eval.c	

**Aufgabe 5****(8 Punkte)**

(a) 4 Punkte

Folgendes Programm sei gegeben:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int* create_array(unsigned int len, int start, int incr) {
    int* ip = malloc(sizeof(int) * len);
    if (ip) {
        int val = start;
        for (int i = 0; i < len; ++i, val += incr) {
            ip[i] = val;
        }
    }
    return ip;
}

void print_array(int* ip, unsigned int len) {
    for (int i = 0; i < len; ++i) printf(" %d", ip[i]);
    printf("\n");
}

void add_array(int* a, int* b, unsigned int len) {
    for (int i = 0; i < len; ++i) a[i] += b[i];
}

int main() {
    int* ip1 = create_array(6, 1, 1);
    int* ip2 = create_array(3, 10, 10);
    if (ip1 && ip2) {
        print_array(ip1 + 3, 3);
        add_array(ip1 + 3, ip2, 3); print_array(ip1 + 3, 3);
        add_array(ip2 + 1, ip2, 2); print_array(ip2, 3);
    }
}
```

Welche Ausgabe erzeugt dieses Programm, wenn *malloc* jeweils erfolgreich war?**Lösung:**

(b) 4 Punkte

Folgendes Programm sei gegeben:

```
#include <stdio.h>

int obscure(char* s1, char* s2) {
    char* slend = s1;
    while (*slend) {
        ++slend;
    }
    if (s2 >= s1 && s2 < slend) {
        return s2 - s1;
    }
    return -1;
}

int main() {
    char hi1[] = "Hello!";
    char hi2[] = "Hello!";
    char* hi3 = hi1;
    char* hi4 = hi1 + 2;

    printf("%d\n", obscure(hi1, hi2));
    printf("%d\n", obscure(hi1, hi3));
    printf("%d\n", obscure(hi1, hi4));
    printf("%d\n", obscure(hi4, hi1));
}
```

Welche Ausgabe erzeugt dieses Programm?

**Lösung:**

**Aufgabe 6****(11 Punkte)** Dateisystem

(a) 1 Punkte

Ist es möglich, mittels eines *fstat*-Systemaufrufes an den Namen einer Datei zu gelangen?**Lösung:**

(b) 2 Punkte

Nennen Sie mindestens zwei mögliche Ursachen für das Fehlschlagen eines *stat*-Systemaufrufes.**Lösung:**

(c) 4 Punkte

Betrachten Sie die vier folgenden Befehlssequenzen. Gehen Sie davon aus, dass jede dieser Sequenzen in einem Verzeichnis ausgeführt wird, das zu Beginn leer ist und auf das Sie Lese-, Schreib- und Ausführungsrechte besitzen.

```
# Test 1
echo foo >a
echo bar >b
mv a b
cat b
```

```
# Test 2
echo foo >a
ln a b
echo bar >>a
cat b
```

```
# Test 3
ln -s a b
echo foo >>a
rm a
cat b
```

```
# Test 4
echo foo >a
ln -s b c
ln -s a b
echo bar >>c
cat b
```

Bitte geben Sie für jeden der vier Fälle an, ob es zu Fehlermeldungen kommt und falls

ja, durch welches Kommando. Zudem ist die Ausgabe des jeweils abschließenden *cat*-Kommandos anzugeben, sofern der Aufruf des *cat*-Kommandos nicht zu einem Fehler führt.

Fall	Fehler?	Fehlschlagendes Kommando?	Ausgabe von <i>cat</i>
Test 1	<input type="checkbox"/>		
Test 2	<input type="checkbox"/>		
Test 3	<input type="checkbox"/>		
Test 4	<input type="checkbox"/>		

(d) 4 Punkte

Bitte kreuzen Sie bei den folgenden Behauptungen zu einem POSIX-Dateisystem, ob sie zutreffen oder inkorrekt sind:

Behauptung	trifft zu	ist falsch
Die Zahl der Dateinamen gehört zu einer Inode	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Datum des letzten Lesezugriffs gehört zur Inode	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Datei kann mehrere Gruppen gehören	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Datei mit den Zugriffsrechten <code>rw-r--r--</code> ist für Gruppenmitglieder, die nicht der Besitzer sind, schreibbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Aufgabe 7****(14 Punkte)** Ein- und Ausgabe

Schreiben Sie ein C-Programm namens *overwrite*, das einen gegebenen Dateibereich in einer Datei mit einer Zeichenkette überschreibt. Die hierzu erforderlichen Parameter wie die Zielfeile, die Startposition und die Zeichenkette werden als Kommandozeilenparameter übergeben.

Alle möglichen Fehler sind abzufangen. Im Falle eines Fehlers ist die Funktion *die()* aufzurufen, die Sie in Ihrer Lösung nicht mit implementieren müssen.

Grundsätzlich ist bei allen Einlese- und Schreiboperationen damit zu rechnen, dass weniger Bytes gelesen oder geschrieben werden als gewünscht.

Beispiel:

```
clonard$ gcc -o overwrite overwrite.c
clonard$ echo aaabbbccc >a
clonard$ overwrite a 4 'xxx'
clonard$ cat a
aaabxxxcc
clonard$
```

**Hinweise:** Sie können auf die Angabe der `#include`-Anweisungen verzichten. Für die Konvertierung von Zeichenketten in ganzzahlige Werte empfiehlt sich die Funktion `int atoi(const char* s)`. Sie müssen nicht überprüfen, ob der zweite Kommandozeilenparameter tatsächlich eine ganze Zahl ist, sondern nur dass die Resultate von *atoi* nicht-negativ sind.

**Lösung:**



**Aufgabe 8****(14 Punkte)** Dynamische Datenstrukturen

Gegeben sei folgende Datenstruktur für eine Prioritäts-Warteschlange (*PQueue*). Alle Elemente dieser Queue wird ein Schlüssel mitgegeben, der die Reihenfolge der Abarbeitung und damit die Reihenfolge der Elemente bestimmt. Das Element mit der höchsten Priorität (kleinstem Schlüssel) sitzt ganz vorne in der Schlange und ist für die nächste Bearbeitung bestimmt.

Zu der Datenstruktur gehören die beiden Datentypen *PQueue* und *PQElement*, wobei *PQueue* die gesamte Warteschlange repräsentiert und *PQElement* ein einzelnes Mitglied:

```
typedef struct pqelement {
    int prio; // Schluessel
    int info;
    struct pqelement* next;
} PQElement;
```

```
typedef struct {
    PQElement* head;
} PQueue;
```

(a) 3 Punkte

Schreiben Sie eine Funktion *pq\_len*, das als Parameter einen Zeiger auf eine Warteschlange erhält und die Länge einer Warteschlange als nicht-negative ganze Zahl zurückliefert.

**Lösung:**

(b) 3 Punkte

Schreiben Sie eine Funktion *pqe\_create*, das zwei Parameter des Typs `int` erhält, die die Priorität und die Information repräsentieren, und ein neues Warteschlangenelement erzeugt und einen Zeiger darauf zurückliefert. Falls nicht genügend Speicher belegt werden kann, ist der Nullzeiger zurückzugeben.

**Lösung:**

(c) 4 Punkte

Schreiben Sie eine Funktion *pq\_insert*, die als Parameter eine Warteschlange und zwei ganze Zahlen erhält, die die Priorität und die Information repräsentieren. Die Funktion soll dann ein entsprechendes Warteschlangenelement erzeugen (siehe *pqe\_create* aus der vorherigen Teilaufgabe) und in die Warteschlange entsprechend seiner Priorität einfügen, d.h. der Zeiger *head* in der *PQueue* verweist auf das Element mit dem kleinsten *prio*-Wert und für jedes Element *pqe* gilt, dass  $pqe->prio \leq pqe->next->prio$ , falls *pqe->next* nicht Null ist. Wenn es bereits Elemente mit der gleichen Priorität geben sollte, dann ist das neue Element dahinter einzufügen. Die Funktion liefert `true` zurück, wenn alles geklappt hat und ansonsten `false`.

**Lösung:**

(d) 4 Punkte

Schreiben Sie eine Funktion *pq\_remove*, die als Parameter einen Zeiger auf eine Warteschlange erhält, das Element mit der höchsten Priorität (= niedrigster Schlüssel) aus der Warteschlange entnimmt und die Information als ganze Zahl zurückliefert. Hierbei ist der nicht mehr benötigte Speicherplatz freizugeben. Falls kein Element mehr in der Warteschlange war, ist 0 zurückzugeben.

**Lösung:**

